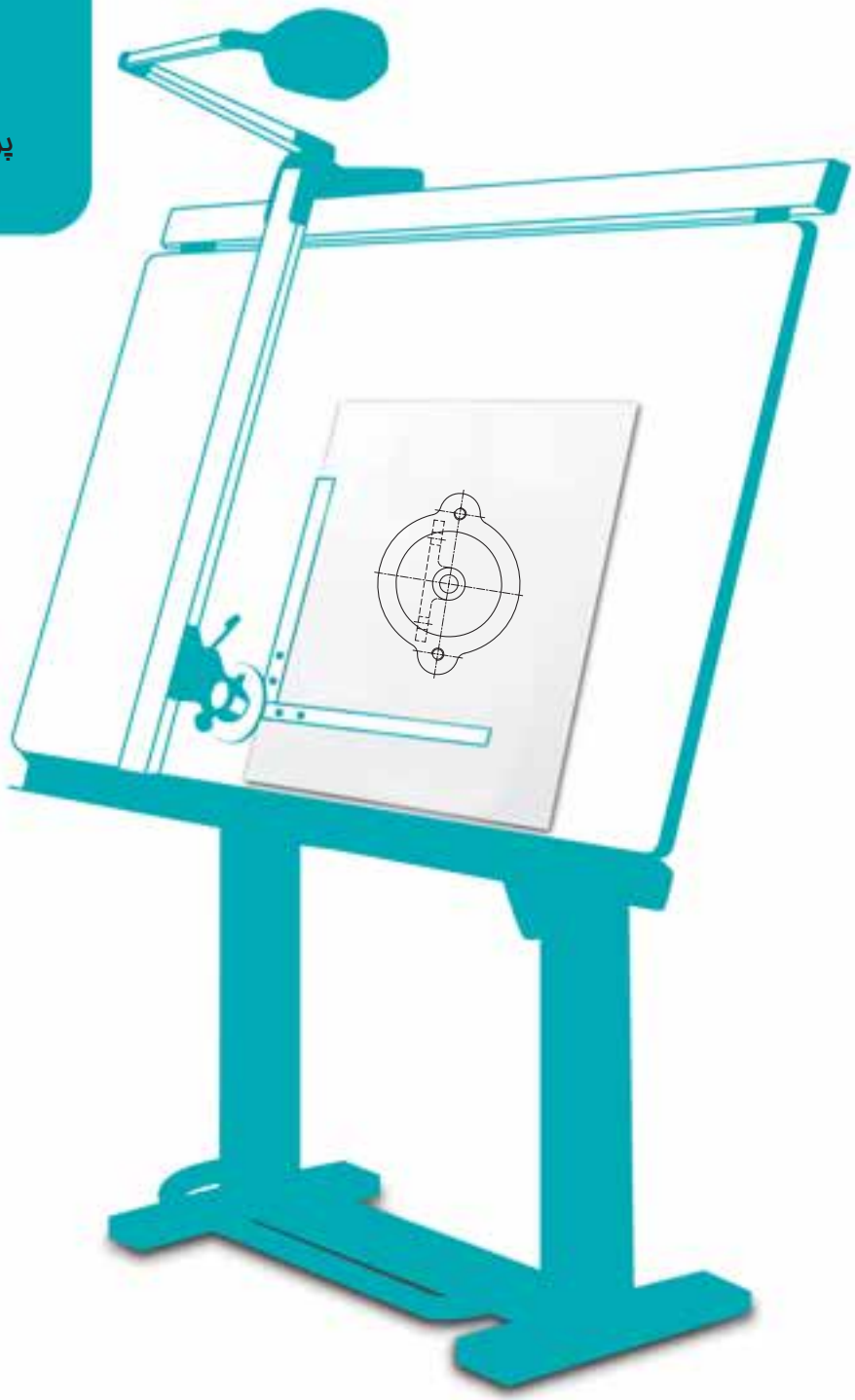
فصل دوم
پرداخت سطح

پرداخت مناسب سطح، نقش مهمی
در کارکرد آن دارد.



فصل دوم

پرداخت سطح

هدف‌های رفتاری : فراگیرنده پس از پایان این درس می‌تواند :

۱ــ پرداخت سطح را تعریف کند.

۲ــ سنجه‌های پرداخت سطح را نام ببرد.

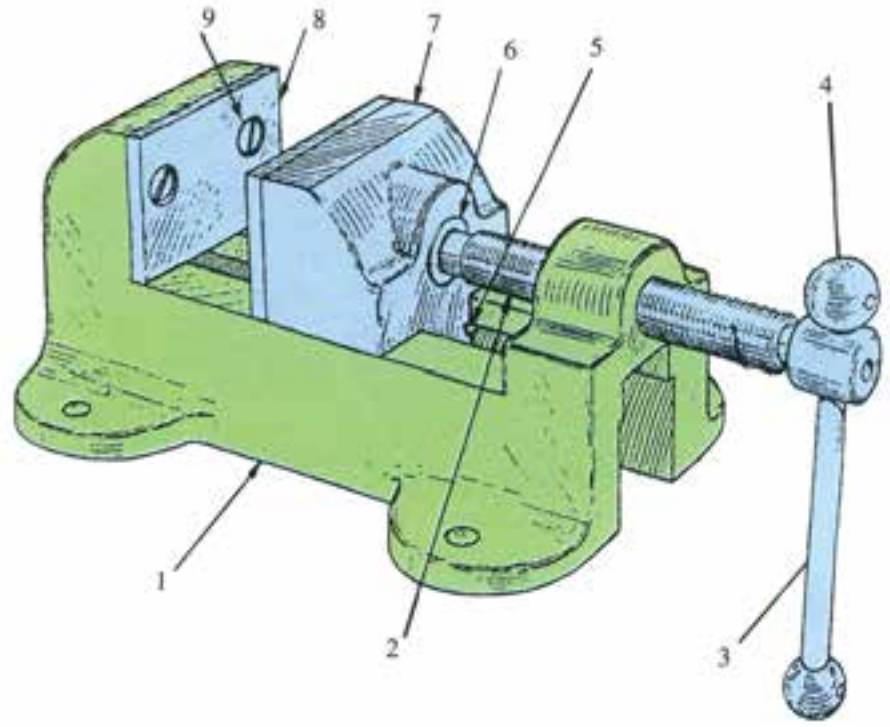
۳ــ مفهوم نشانه‌های Ra وRz را بیان کند.

۴ــ نشانه‌های Ra را در نقشه به کار برد.

۵ــ روش‌های تعیین پرداخت موجود یک سطح را توضیح دهد.

۱ــ۲ــ پیشگفتار

به شکل ۱ــ۲ نگاه کنید. در این شکل یک گیرهٔ رومیزی دیده می‌شود.



شکل ۱ــ۲ــ گیره

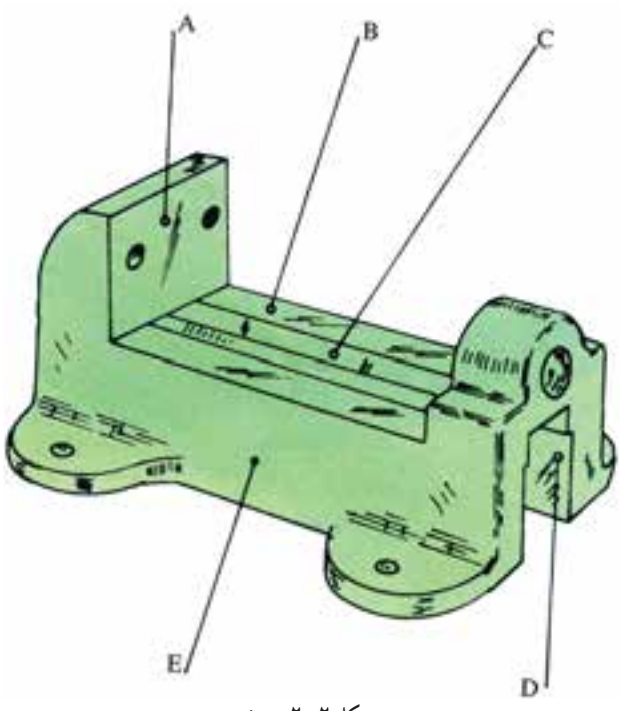
این گیره دارای چند قطعه مانند پیچ، اهرم، فک لغزنده، بدنه و... است. هریک از این قطعه‌ها به روش ویژهٔ خود ساخته می‌شود. برای نمونه :

ــ شماره ۱ یا بدنه، ریخته‌گری و بعد کارهای دیگر روی آن انجام می‌شود.

شماره ۲ تراش‌کاری و حدیده‌کاری می‌شود.

شکل ۲ــ۲ را نگاه کنید.

در این شکل بدنهٔ گیره به تنهایی دیده می‌شود. برای ساخت آن ابتدا از روش ریخته‌گری استفاده شده و سپس با انجام ماشین‌کاری روی آن، تکمیل و آماده شده است. روشن است که این بدنه پس از پایان مراحل ساخت، دارای سطوح گوناگونی است.



شکل ۲ــ۲ــ بدنه

برخی از آن‌ها در کارکرد آینده مؤثر هستند و برخی دیگر نه. سازنده کوشش می‌کند که هر یک از این سطوح تا آنجا که لازم است صاف و تمیز باشد ولی روشن است که نیاز نیست این صافی و پرداختی برای همه یکسان باشد. برای نمونه سطح B باید از E بهتر باشد، چرا؟ زیرا در کارکرد گیره تأثیر دارد.

آیا صاف و پرداخت کردن هزینه دارد؟ بله، قسمتی از قیمت قطعه مربوط به پرداخت‌کاری است. بنابراین، برای متعادل بودن هزینه‌ها هر سطح باید به آن اندازه پرداخت شود که وسیله بتواند کار خود را به خوبی انجام دهد. اینک کمی قطعه را بررسی کنیم :

ــ سطح A نیاز به ماشین کاری دارد، زیرا باید نسبت به سطح B گونیا شود البته نیاز به پرداخت زیادی ندارد، چون قسمت آج‌خوردهٔ فک روی آن سوار می‌شود.

ــ سطح B باید پرداخت خوب داشته باشد تا فک لغزنده به راحتی بلغزد.

ــ سطح C به علت آنکه یک سطح راهنما است، نیاز به ماشین‌کاری و پرداخت خوب دارد.

ــ سطح D نیز به صورت اولیه، حاصل از ریخته‌گری، باقی خواهد ماند.

ــ سطح E هم به همان صورت به دست آمده از ریخته‌گری باقی می‌ماند.

به این ترتیب در صنعت معمول است که برای سطوح گوناگون، درجه‌های معینی از زبری درنظر می‌گیرند تا بتوانند آن‌ها را ازنظر صافی و پرداختی با هم بسنجند.

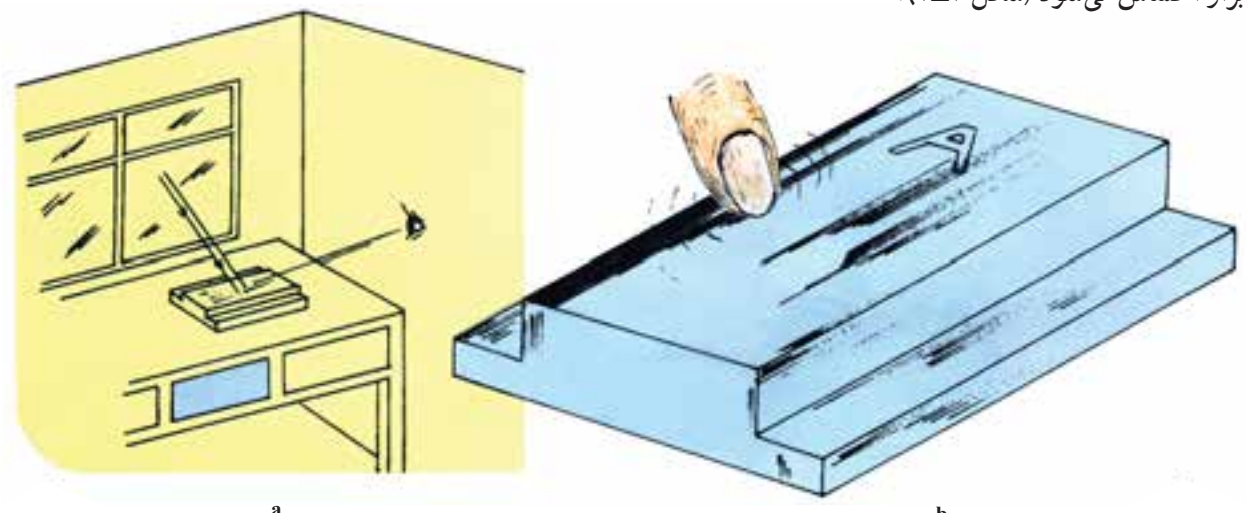
در شکل ۳ــ۲، قطعه‌ای را می‌بینید که در آن سطح A به روش صفحه تراشی تولید شده است. در این روش براده‌برداری به‌وسیلهٔ یک رنده که حرکت طولی مستقیم دارد انجام می‌شود. پس خراش‌های ایجاد شده تقریباً موازی هستند.

شکل ۳ــ۲

پیکان، جهت براده‌برداری را نشان می‌دهد. شیارهای بسیارظریف به‌جا مانده از کار رنده را «خواب ابزار» می‌نامند. که در حقیقت همان جهت تولید است.

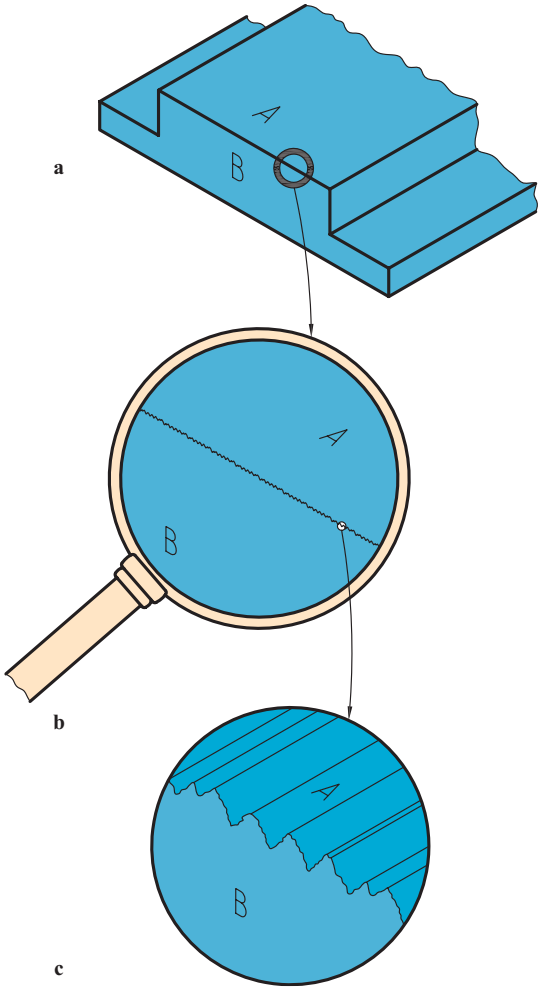
اگر برای ساخت این سطح بهترین شرایط را درنظر بگیریم، باز هم خواب ابزار را می‌توان با چشم دید به علاوه، اگر ناخن انگشت کوچک را به آرامی روی سطح بکشیم، خواب

ابزار احساس می‌شود (شکل ۴ــ۲).



a b

شکل ۴ــ۲



a b c

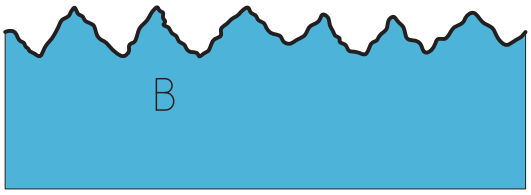
شکل ۵ــ۲

۱ــ۱ــ۲ــ تعریف: پرداخت کاری یعنی کندن ذرات بسیار ریز از سطح به منظور صاف و هموار کردن آن. پس به‌وجود آمدن پستی و بلندی اجتناب‌ناپذیر است. البته این پستی و بلندی‌ها با کوچکتر شدن اندازهٔ ذرات کمتر خواهد شد.

اما به هر حال، حتی زمانی که براده‌ها آن قدر ریز باشند که با چشم دیده نشوند، باز هم پستی و بلندی وجود خواهد داشت. به‌گفته‌ای ساده، به دست آوردن سطح مطلقاً صاف امکان ندارد.

اگر به کمک ذره‌بین، پستی و بلندی‌های موجود را حدود ۲۰ برابر بزرگ کنیم، تصویری مانند شکل ۵ ــ۲ــ b دیده خواهد شد.

اگر بزرگ‌نمایی با کمک میکروسکوپ و حدود ۵۰۰ برابر انجام شود، شکل ۵ــ۲ــ c را خواهیم داشت. به این ترتیب دیده می‌شود که یک سطح به ظاهر صاف و پرداخت، تا چه اندازه ممکن است دارای ناهمواری باشد.



شکل ۶ــ۲

در این جا به یک نکته مهم توجه کنید که انتخاب مقطع برای بزرگ‌نمایی، عمود بر جهت تولید صورت گرفته است. شکل ۶ــ۲، نمای روبه‌روی تصویر بزرگ شده را نشان می‌دهد.

۲ــ۱ــ۲ــ نمونه : اکنون باید دید که چگونه میزان پرداخت سطح را مشخص می‌کنیم، یعنی در نقشه نمایش می‌دهیم. استاندارد ISO، سطوح گوناگون را به ۱۲ مرحلهٔ اصلی تقسیم می‌کند. برای تعیین این مراحل باید نمونه‌ای از سطح را عمود بر جهت خواب ابزار یا جهت تولید انتخاب کنیم و سنجش را بر اساس آن انجام دهیم. هرچه پرداخت ظریف‌تر باشد باید از نمونهٔ کوچک‌تر استفاده کرد. جدول ۱ــ۲، اندازه‌های استاندارد نمونه را معرفی می‌کند.

جدول ۱ــ۲ــ اندازه‌های استاندارد شدهٔ نمونه

L طول نمونه آزمایش برحسب میلی‌متر	۰/۰۸	۰/۲۵	۰/۸	۲/۵	۸

۲ــ۲ــ سنجه‌های زبری[1] سطح

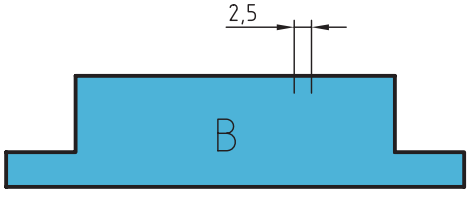
معیارهای زبری سطح گوناگون هستند ولی دو مورد از آن‌ها امروزه در مقیاس وسیع مورد استفاده قرار می‌گیرد.

۱ــ۲ــ۲ــ میانگین زبری[2] سطح : این سنجه با نشانهٔ Ra مشخص می‌شود.

۲ــ۲ــ۲ــ میانگین بلندترین ارتفاع‌های زبری : این سنجه با علامت Rz معرفی می‌شود.

۳ــ۲ــ۲ــ تعریف زبری سطح Ra : Ra عبارت است از میانگین ارتفاعات زبری سطح.

برای روشن شدن مطلب به شکل ۷ــ۲ نگاه کنید.



شکل ۷ــ۲

در این شکل نمونه‌ای دیده می‌شود که طول آن ۲/۵ میلی‌متر می‌باشد. بنابرآنچه که پیش از این گفته شد، سطح انتخابی خشن است. چرا؟ چون طول نمونهٔ بزرگ‌تری را در نظر گرفته‌ایم. به هرحال، نمونه را به کمک میکروسکوپ قوی بزرگ‌نمایی می‌کنیم. شکل ۸ــ۲ را خواهیم داشت.

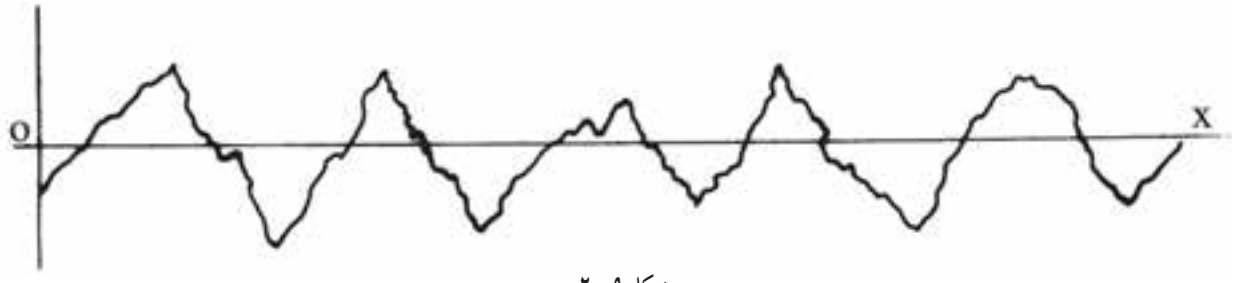
شکل ۸ــ۲

در این شکل می‌توان خطی فرضی را تقریباً موازی با جهت عمومی سطح درنظر گرفت. این خط چنان رسم می‌شود که درحد

۱ــ Roughness زبری

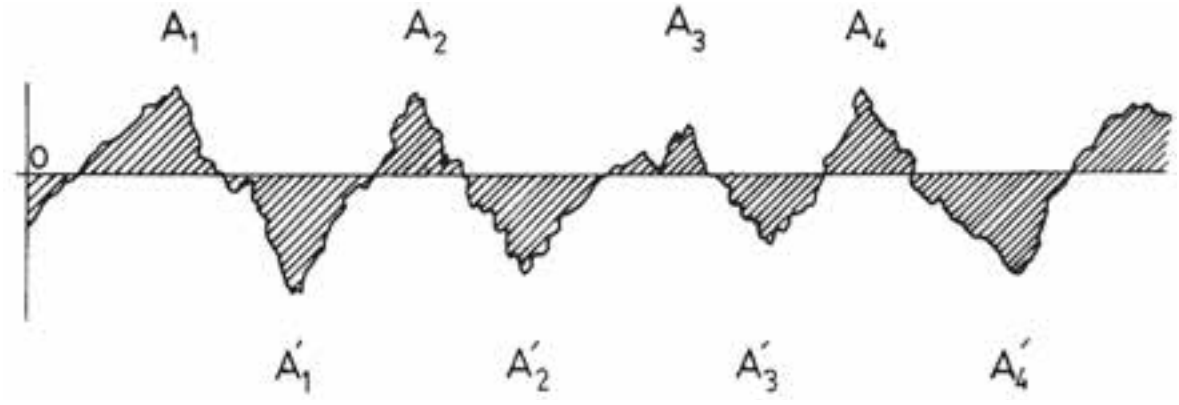
۲ــ Roughness Average

متوسط پستی و بلندی‌ها قرار گیرد. در شکل ۹ــ۲، این خط با OX نام‌گذاری شد.



شکل ۹ ــ۲

اضافه می‌شود که OX چنان رسم شده است که جمع کل سطوح هاشورخوردهٔ بالای خط با سطوح هاشورخوردهٔ زیر خط تقریباً برابر باشد (شکل ۱۰ــ۲).

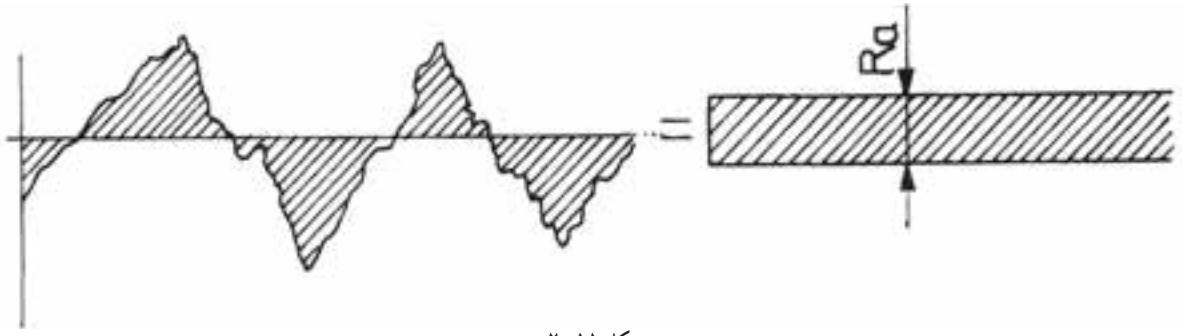


شکل ۱۰ــ۲

پس می‌توان نوشت : $A_1 \quad A_2 \quad A_3 \quad \dots \quad A'_1 \quad A'_2 \quad A'_3 \quad \dots$

اگر مجموعهٔ سطوح A_n و A'_n را با A نشان دهیم داریم : $A \quad A_1 \quad A_2 \quad \dots \quad A'_1 \quad A'_2 \quad \dots$

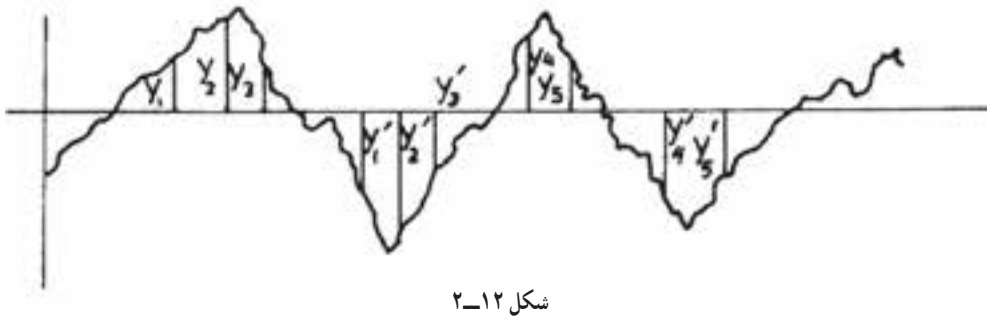
در این صورت می‌توان A را سطح نواری به طول OX و عرض یک نواخت دانست (شکل ۱۱ــ۲).



شکل ۱۱ــ۲

با کمی دقت، نتیجه می‌گیریم که عرض این نوار مستطیلی باید برابر Ra یا متوسط ارتفاع زبری باشد. البته متوجه هستیم که به

دلیل کوچکی Ra، باید آن را با واحدی مناسب اندازه‌گیری کنیم یکای مناسب میکرون متر یا یک میلیونیم متر[1] خواهد بود. آیا عرض این نوار فرضی می‌تواند نشان‌دهندهٔ میزان زبری سطح باشد؟ بله، زیرا هر چه عرض آن کمتر باشد، سطح پرداخت‌تر خواهد بود. این موضوع را با زبان ریاضی هم می‌توان بیان نمود. به شکل ۱۲ــ۲ نگاه کنید.



شکل ۱۲ــ۲

به شمار بلندی‌های مثبت یعنی y_1، y_2، y_3 و... بلندی‌های منفی، مانند y'_1، y'_2، y'_3 و.... اندازه‌گیری می‌شود. آنگاه میانگین حسابی آن‌ها بدون در نظر گرفتن علامت منفی برای y'_1، y'_2 و... به دست می‌آید. این معدل حسابی همان Ra خواهد بود. یعنی :

$$\frac{y_1 + y_2 + y_3 + ... + y'_1 + y'_2 + y'_3 + ...}{2n}$$

در رابطهٔ بالا، n تعداد بلندی‌های مثبت یا منفی است. برای محاسبهٔ دقیق‌تر می‌توان کل مساحت‌ها را در یک طول معین L یا همان نمونه اندازه‌گیری و بر L تقسیم کرد تا متوسط عرض به‌دست آید.

پرسش نمونه : جمع سطوح اندازه‌گیری شده در یک آزمایش، برابر $27500\ \mu m^2$ در طول ۲/۵ می‌باشد. Ra چیست؟[2]

حل : عرض نوار $Ra = \frac{\text{مجموع سطوح}}{L} = \frac{27500}{2500} = 11\mu m$

۴ــ۲ــ۲ــ تعریف زبری سطح Rz ــ **Rz عبارت است از میانگین بلندترین ارتفاع‌های زبری که آن را به کمک نمودار** و به صورت‌های گوناگون می‌توان معین کرد. به شکل ۱۳ــ۲ نگاه کنید.

شکل ۱۳ــ۲

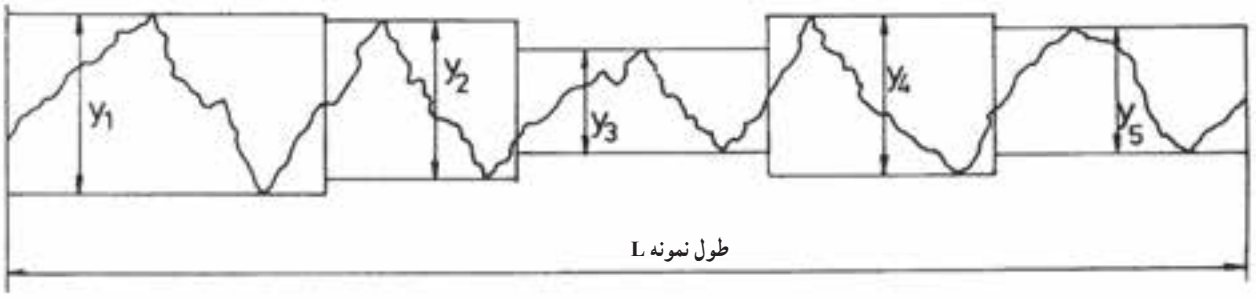
۱ــ میکرون متر $1\mu m = \frac{1}{m}$

۲ــ دستگاه‌های زبری سنج مقدار Ra و Rz ودیگر موارد را به طور خودکار اندازه‌گیری می‌کنند. گونهٔ معمولی آن‌ها براساس حرکت سوزنی بسیار ظریف در پستی و بلندی‌ها کار می‌کند.

با در نظر گرفتن خط OX درطول نمونه می‌توان ۵ بلندی y'_1، y'_2 و... یا بلندی نسبت به OX و پنج گودی y'_1، y'_2 و... را اندازه‌گیری کرد و میانگین آن‌ها را به ترتیب زیر به دست آورد. روشن است که باز هم علامت منفی را درنظر نمی‌گیریم :

$$Rz = \frac{y_1 + y_2 + y_3 + y_4 + y_5 + y'_1 + y'_2 + y'_3 + y'_4 + y'_5}{5}$$

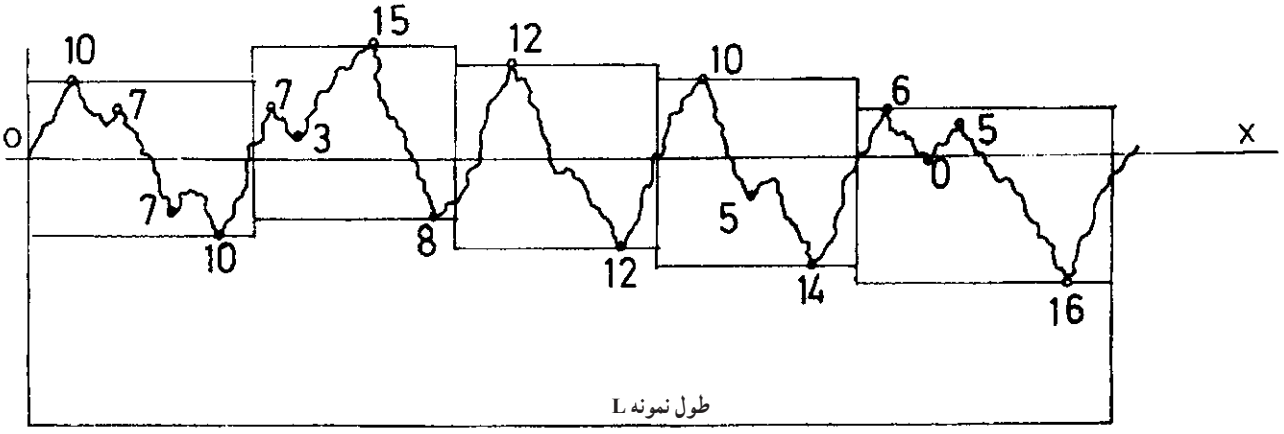
در این‌جا توجه کنید که نیاز نیست خط OX حتماً در وسط قرار گیرد. تنها کافی است که موازی با جهت عمومی سطح باشد. نکتهٔ دیگر آنکه از پستی و بلندی‌های موجود در یک نمونه، بلندترین به تعداد ۱۰ برگزیده می‌شود که شامل ۵ بلندی و۵ پستی یا گودی خواهد بود. شکل ۱۴ــ۲ همین مفهوم رابه صورتی دیگر بیان می‌کند.



شکل ۱۴ــ۲

پس داریم : $Rz = \frac{y_1 + y_2 + y_3 + y_4 + y_5}{5}$

پرسش نمونه : با توجه به نمودار دیده شده زیر میکروسکوپ، Rz چیست؟ (شکل ۱۵ــ۲).



شکل ۱۵ــ۲

عددهای داده شده در این نمودار، برحسب میکرون از خط مبنای X است که همه را مثبت در نظر می‌گیریم. پس داریم :

$$Rz = \frac{۲۰ + ۲۳ + ۲۴ + ۲۴ + ۲۲}{5} = ۲۲/۶\,\mu m$$

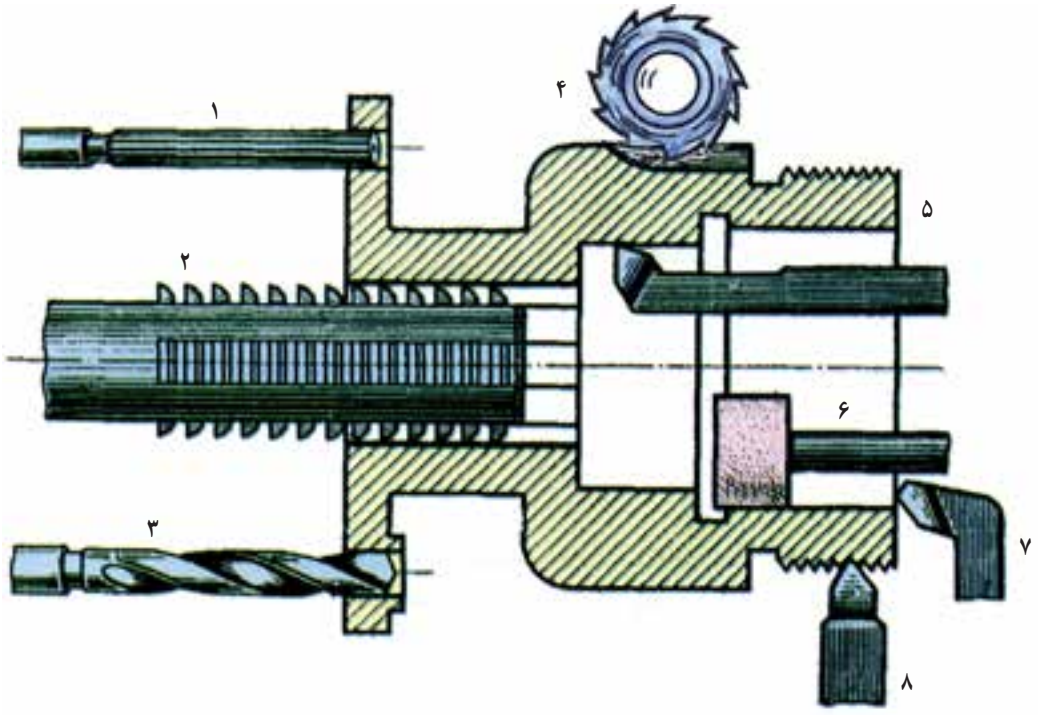
در ضمن دیده می‌شود که در هر مورد بیشترین عدد انتخاب شد و از آن‌ها که کم‌تر بودند صرف نظر شد.[۱]

۱ــ می‌توان بیشترین عدد یعنی ۲۴ را، R ماکزیمم نامید، یعنی Rmax.

به این ترتیب روشن است که رابطه‌ای ریاضی بین Ra و Rz وجود ندارد.

۳ــ۲ــ نشانه‌های کیفیت سطح در نقشه

سطوح مربوط به یک قطعه، به روش‌های گوناگونی در کارگاه ساخته و آماده می‌شود. این روش‌ها بسیار متنوع هستند. ریخته‌گری، تراشکاری، سوهان‌کاری و ... برای نمونه قسمت‌های مختلف یک قطعهٔ ریخته‌گری را که با کارهای براده‌برداری کامل می‌شود، در شکل ۱۶ــ۲ ببینید.



۱ــ برقوکاری، ۲ــ خان‌کشی، ۳ــ مته‌کاری، ۴ــ فرزکاری، ۵ــ تراشکاری داخلی، ۶ــ سنگزنی، ۷ــ پیشانی تراشی، ۸ــ پیچ‌بُری
شکل ۱۶ــ۲

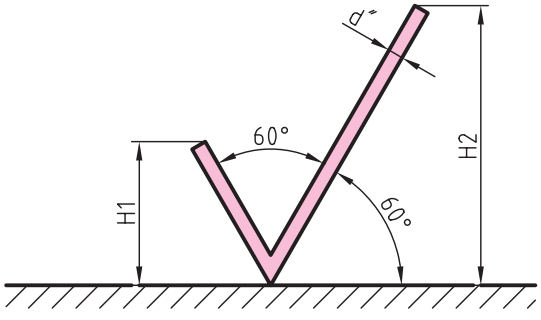
۱ــ۳ــ۲ــ معرفی نشانه‌ها و مشخصات[1] : برای معرفی پرداخت باید نشانه‌های مناسب را به کاربرد. برای نشانهٔ پایه در پرداخت سطح از علامتی مانند شکل ۱۷ــ۲ استفاده می‌شود.

ــ این نشانه از دو بازوی مورب ساخته می‌شود.

ــ زاویهٔ این بازوها و نیز نسبت به سطح مورد نظر ۶۰ درجه است.

ــ طول بازوی سمت راست کمی بیش از دو برابر بازوی سمت چپ است.

ــ بلندی نشانه یعنی H_1 با توجه به بلندی شماره‌های به کاربرده شده برای اندازه‌گذاری به دست می‌آید. جدول ۲ــ۲، اطلاعات بیشتری می‌دهد.



شکل ۱۷ــ۲

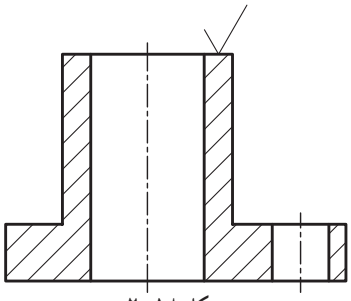
۱ــ مطالب این فصل براساس استاندارد ISO ۱۳۰۲ می باشد.

جدول ۲ــ۲

d پهنای خط اصلی نقشه	/۳۵	/۵	/۷	۱	۱/۴	۲
h بلندی اعداد و حروف بزرگ	۱/۸	۲/۵	۳/۵	۵	۷	۱
d´´ پهنای خط برای نشانه‌ها و نوشتن	/۱۸	/۲۵	/۳۵	/۵	/۷	۱
بلندی H_1	۲/۵	۳/۵	۵	۷	۱	۱۴
بلندی H_2	۵/۵	۷/۵	۱ /۵	۱۵	۲۱	۳

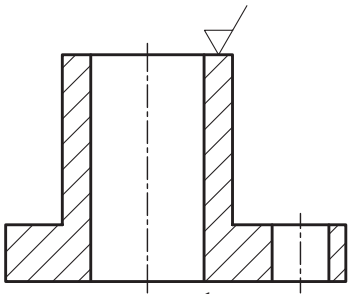
به کار بردن اندازه‌های داده شده در جدول بسیار ساده است. برای نمونه گروه خط ۰/۵ را درنظر می‌گیریم. در این گروه پهنای خط اصلی ۰/۵، خط چین ۰/۳۵ و خط نازک ۰/۲۵ است، پس بلندی حروف و اعداد ۲/۵ و پهنای قلم برای نوشتن اعداد و رسم علائم ۰/۲۵ می باشد. بلندی H_1 و H_2 هم به ترتیب ۳/۵ و ۷/۵ خواهد بود[1].

به طور معمول علامت داده شده در شکل ۱۷ــ۲ مفهومی ندارد، مگر آنکه برای آن مفهومی تعریف شود. چگونگی کاربرد این علامت را روی جسمی می‌بینید (شکل ۱۸ــ۲).



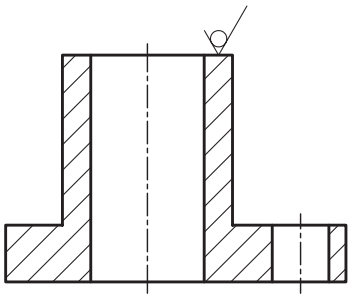
شکل ۱۸ــ۲

اگر براده برداری با روش ماشینی مورد نظر باشد، به این علامت یک پاره خط اضافه خواهد شد (شکل ۱۹ــ۲).



شکل ۱۹ــ۲

اگر براده برداری مجاز نباشد به علامت مبنا یک دایره اضافه می‌شود (شکل ۲۰ــ۲).



شکل ۲۰ــ۲

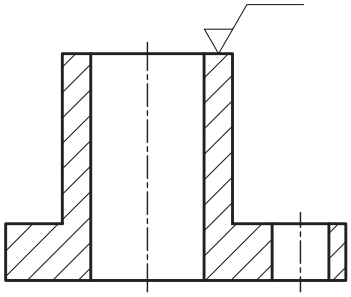
۱ــ نشانه‌های پرداخت سطح با اندازه‌های دقیق، روی شابلون هم هست.

این نشانه بسیار مهم است. این علامت در حقیقت معرف سطح کار موجود است و می‌گوید که سطح باید، به همان گونه‌ای که از مراحل ساخت به دست می‌آید، باقی بماند. پس سطح به هر روشی که تولید شده باشد، با براده‌برداری یا بدون براده‌برداری، دیگر روی آن پرداختی صورت نمی‌گیرد. به‌طور خلاصه مفاهیم زیر از این نشانه درک می‌شود :

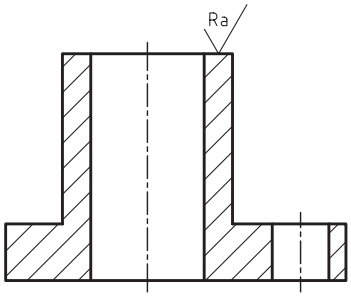
ــ روی سطح هیچ‌گونه پرداختی انجام نخواهد شد.

ــ سطح باید با بهترین کیفیت از روش‌های ساخت به دست آید.[1]

اکنون اگر بخواهیم مشخصات خاصی از سطح را یادآور شویم، به علامت مبنا پاره‌خطی افقی اضافه می‌کنیم (شکل ۲۱ــ۲).

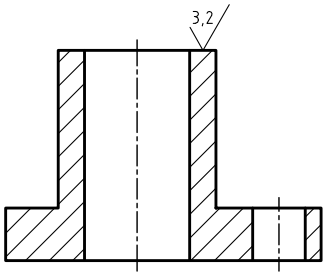


شکل ۲۱ــ۲



شکل ۲۲ــ۲

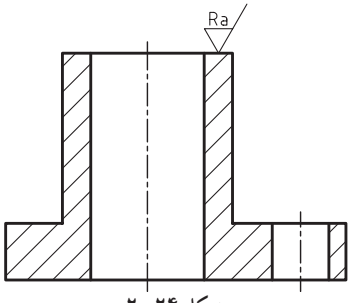
۲ــ۳ــ۲ــ نشانه‌های اضافی و تکمیلی : همان‌گونه که گفته شد، پرداخت یک سطح را با نماد Ra معین می‌کنند. این مقدار می‌تواند به هرکدام از نشانه‌های گفته شده، افزوده شود. به شکل ۲۲ــ۲ توجه کنید.



شکل ۲۳ــ۲

به این مفهوم که این سطح ممکن است به هر روشی تولید شود در پایان کار باید پرداخت آن Ra مثلاً ۳/۲ µm باشد (شکل ۲۳ــ۲).

توجه دارید که دراین جا، تنها عدد۳/۲ نوشته شد و دیگر نیازی به Ra نیست.



شکل ۲۴ــ۲

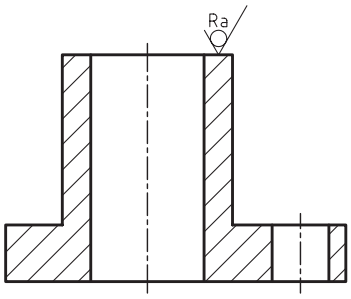
اگرسطح با براده‌برداری ماشینی ساخته می‌شود، به علامت مبنا یک پاره خط کوچک اضافه می‌شود (شکل ۲۴ــ۲).

۱ــ برای نمونه اگر سطح از ریخته‌گری به‌دست می‌آید، ریخته‌گر می‌فهمد که باید بهترین سطح را تولید کند و اگر از تراشکاری حاصل می‌شود، تراشکار موظف است بهترین تراش را انجام دهد و اگر نجار از تختهٔ آماده استفاده می‌کند باید توجه کند که سطح میز ساخته شده کوچکترین صدمه‌ای در حین کار نبیند.

پس هنگامی که مثلث کامل است، مفهوم براده‌برداری ماشینی رادارد.

به شکل ۲۵ــ۲ نگاه کنید.

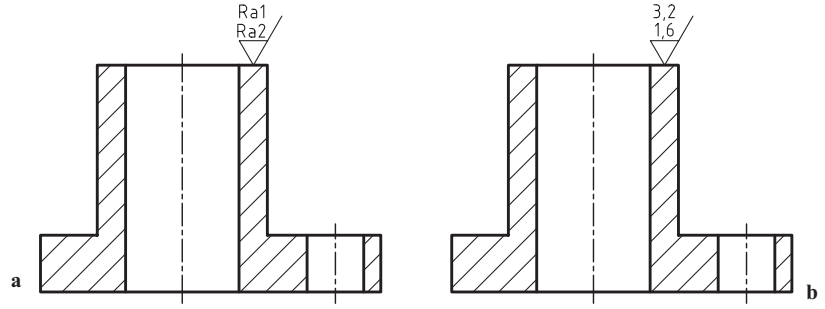
مفهوم نشانهٔ موجود این است که هیچ‌گونه پرداخت‌کاری انجام نخواهد شد، ولی سطح تمام شده باید دارای پرداخت نوشته شده باشد.



شکل ۲۵ــ۲

اگر لازم باشد که حداقل و حداکثر پرداخت داده شود، می‌توان بیشترین حد را در بالا و کمترین حد را در پایین نوشت (شکل ۲۶ ــ۲ــ a)

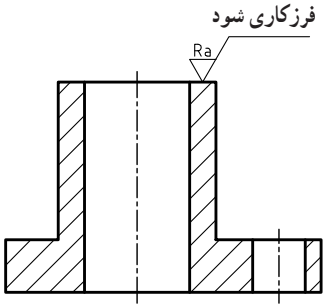
در شکل ۲۶ــ۲ــ b یک نمونهٔ عددی داده شده است.



شکل ۲۶ــ۲

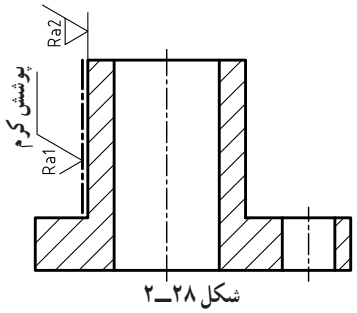
۴ــ۲ــ مشخصات ویژهٔ کیفیت سطح

دربسیاری اوقات روی سطح، کارهای اضافی مانند آب‌کاری فلزی، سخت‌کاری، رنگ‌کاری انجام می‌شود و یا باید با روش‌های ویژه‌ای تولید شود. در این صورت، در بالای خط اضافه شده به بازوی بلند و با زبانی ساده نوشته می‌شود. شکل ۲۷ــ۲ نمونه‌ای را نشان می‌دهد.



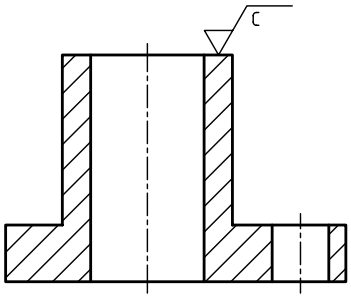
شکل ۲۷ــ۲

اگر مشخص کردن چگونگی سطح، قبل و بعد از عملیات، ضروری باشد، می‌توان مانند شکل ۲۸ــ۲ رفتارکرد.



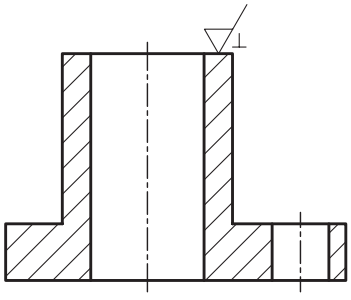
شکل ۲۸ــ۲

۱ــ۴ــ۲ــ طول نمونه : اگر یادآوری طول نمونهٔ مورد آزمایش لازم باشد، آن را در زیر رادیکال، گوشهٔ بالا سمت چپ می‌نویسند (شکل ۲۹ــ۲).



شکل ۲۹ــ۲

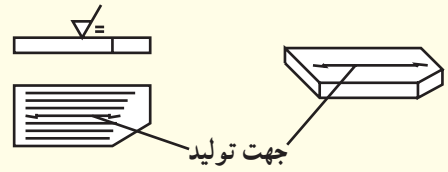
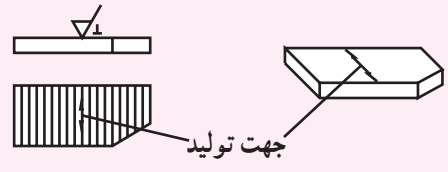
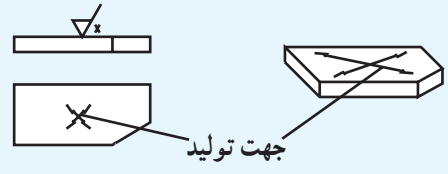
اگر نیاز به کنترل با توجه به جهت تولید باشد[1]، این امر با نشانه‌ای مناسب به علامت کیفیت سطح اضافه می‌شود (شکل ۳۰ــ۲).



شکل ۳۰ــ۲

علامت‌های اضافی و نیز توضیحات مربوطه برای حالتی که ابزار براده برداری، حرکتی ساده دارد، درجدول ۳ــ۲ داده شده است.

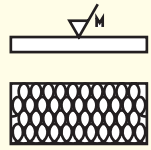
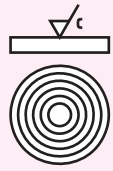
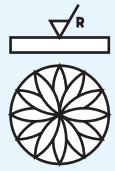
جدول ۳ــ۲ــ خواب های سادهٔ ابزار

نمایش تصویری	نشانه	شرح
	=	علامت جهت تولید برای حالتی که جهت تولید موازی با سطحی است که علامت برای آن به کار رفته است
	⊥	برای حالتی که جهت تولید عمود بر سطحی است که علامت برای آن گذاشته شده است
	X	برای حالتی که جهت تولید نسبت به سطحی که علامت برای آن به‌کار رفته است حالت ضربدری دارد

۱ــ جهت تولید به صورت جهت کنترل، خواب ابزار و جهت شیار هم گفته می‌شود.

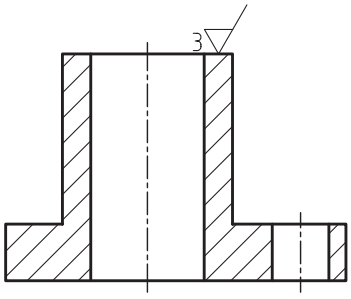
جدول ۴ــ۲ مواردی را که ابزار براده برداری حرکتی پیچیده و ترکیبی دارد، نشان می‌دهد.

جدول ۴ــ۲ــ خواب‌های چند جهته ابزار

نمایش تصویری	نشانه	شرح
	M	**جهت چندتایی است یعنی سطح در جهات مختلف تولید می‌شود و به عبارت دیگر وسیله براده‌برداری حرکتی مرکب دارد**
	C	**جهت تولید نسبت به مرکز صفحه حالتی تقریباً دایره‌ای دارد**
	R	**جهت تولید نسبت به مرکز صفحه حالتی تقریباً شعاعی دارد**

اضافه می‌شود که جهت تولید سطح، همان خواب ابزار یا شیارهای موجود از کارکرد ابزار برسطح است که به‌روش تولید بستگی دارد. پس جهت تولید یا خواب ابزار همان نقش‌هایی است که روی سطح وجود دارد که ممکن است با چشم هم دیده شود.

۲ــ۴ــ۲ــ مقدار مجاز ماشین‌کاری : به ضخامت اضافه‌ای که باید از سطح تراشیده شود مقدار مجاز ماشین‌کاری گویند. اگر بخواهیم آن را مشخص کنیم، مطابق شکل ۳۱ــ۲ رفتار می‌کنیم.



شکل ۳۱ــ۲

۵ــ۲ــ جایگاه نشانه‌ها

جایگاه نشانه‌ها نسبت به علامت کلی مطابق شکل ۳۲ــ۲ خواهد بود.

a ــ مقدار Ra.

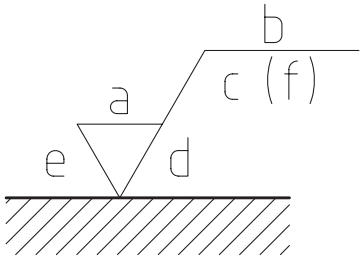
b ــ روش تولید، نوع پوشش، عملیات دیگر.

c ــ طول نمونه.

d ــ جهت تولید، خواب ابزار.

e ــ مقدار مجاز ماشین‌کاری، مقدار کل براده برداری.

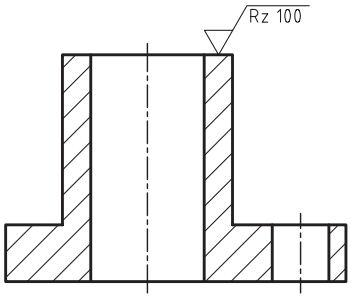
f ــ مقدارهای دیگر زبری سطح که می‌تواند داخل پرانتز نوشته شود.



شکل ۳۲ــ۲

در شکل ۳۳ــ۲ نمونه‌ای دیده می‌شود.

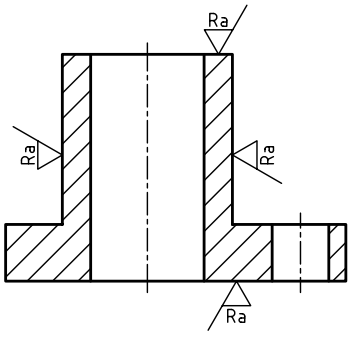
همهٔ اعداد و حروف و نشانه‌های مورد استفاده، مطابق قانون اندازه‌گذاری باید از سمت پایین یا راست خوانده شوند.



شکل ۳۳ــ۲

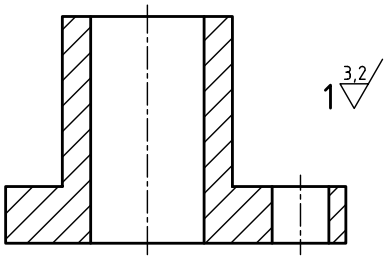
۶ــ۲ــ کاربرد نشانه‌ها

علامت‌ها را روی هر سطحی و بنابر نیاز می‌توان به‌کاربرد. شکل ۳۴ــ۲ وضعیت علامت‌ها را در چهار سطح نشان می‌دهد.



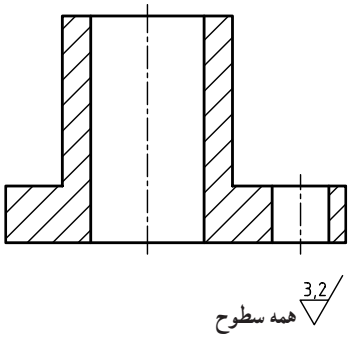
شکل ۳۴ــ۲

اگر پرداخت برای همهٔ سطوح یک قطعه یکسان باشد، درکنار شکل و در جای مناسب، آن را می‌گذاریم. درصورت معین بودن شمارهٔ قطعه، شماره هم اضافه می‌شود (شکل ۳۵ــ۲).



شکل ۳۵ــ۲

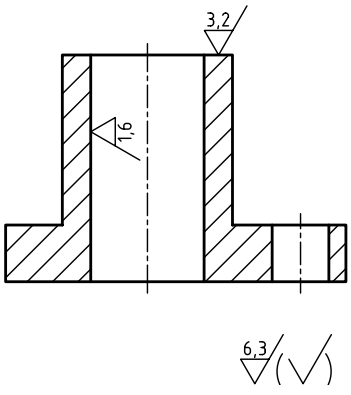
اگر به‌دلیلی از شمارهٔ قطعه استفاده نشود، می‌توان مانند شکل ۳۶ــ۲ کارکرد.



شکل ۳۶ــ۲

درصورت مختلف بودن پرداخت‌ها برای سطوح، پرداخت هر سطح روی خودش و برای آن‌ها که دارای اکثریت‌اند در بیرون گذاشته می‌شود. به دو شکل اساسی توجه کنید.

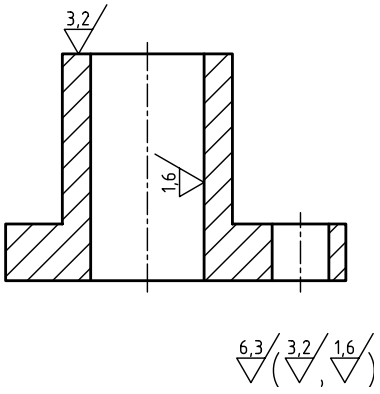
الف) در شکل ۳۷ــ۲، علائم سطوح اقلیت روی آن‌ها گذاشته شده است.



شکل ۳۷ــ۲

در بیرون شکل و در کنار شمارهٔ قطعه علامت اکثریت گذاشته شده است. در یک پرانتز یک علامت مبنا قرار داده شده است. مفهوم علامت مبنای داده شده در پرانتز آن است که برای سطوح اقلیت یا خاص به نقشه مراجعه کنید.

ب) در روش رایج‌تر، همهٔ نشانه‌های پرداخت موجود در نقشه را داخل پرانتز می‌گذارند (شکل ۳۸ــ۲).



شکل ۳۸ــ۲

به شکل ۳۹ــ۲ نگاه کنید.

در مورد آن چند نکتهٔ مهم وجود دارد :

ــ طبق اصول اندازه‌گذاری، پرداخت برای هر سطح، تنها یک بار داده می‌شود.

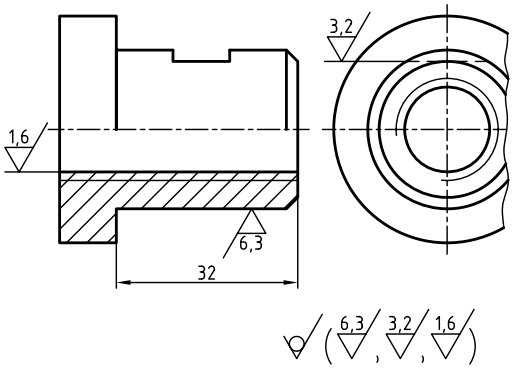
ــ بهترین موقعیت را برای معرفی آن درنظر می‌گیریم.

ــ نوک مثلثی علامت باید روی سطح را نشان دهد نه پشت آن را.

ــ علامت می‌تواند روی خود سطح یا خط نازکی که امتداد آن را مشخص می‌کند گذاشته شود.

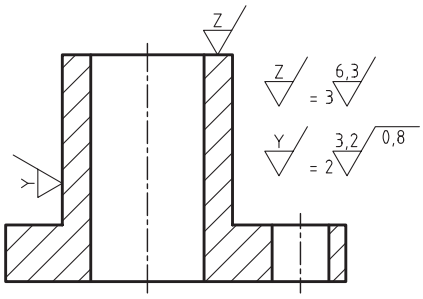
ــ خط رابط می‌تواند به خاطر علامت، بریده شود.

ــ درصورت نیاز، علامت می‌تواند روی خط‌چین یا خط نازک امتداد آن گذاشته شود.



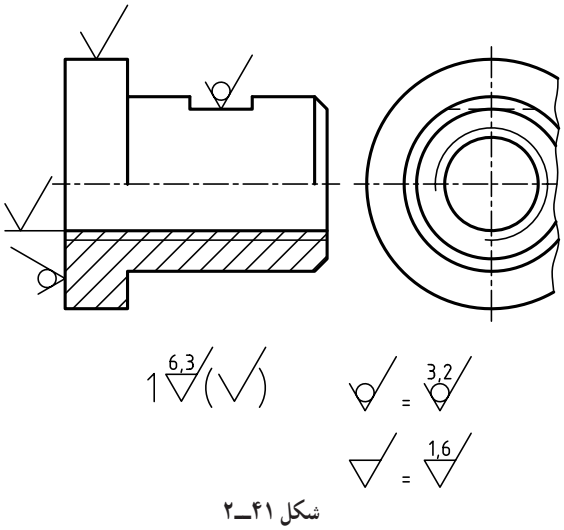
شکل ۳۹ــ۲

اگر علائم مفصل باشند، می‌توان برای جلوگیری از شلوغی، روی نقشه علامت ساده‌ای گذاشت و بعد در کنار نقشه آن را تعریف کرد (شکل ۴۰ــ۲).



شکل ۴۰ــ۲

شکل ۴۱ــ۲، نمونهٔ دیگری را معرفی می‌کند.



شکل ۴۱ــ۲

۷ــ۲ــ جدول استاندارد مقادیر زبری

گفته شد که Ra یا میانگین زبری می‌تواند معرف نوع پرداخت سطح باشد. در نگاه اول روشن است که Ra هر عددی را می‌تواند داشته باشد. این موضوع در عمل اتفاق می‌افتد، اما استاندارد برای سامان‌دهی، دوازده عدد یا مرحله را پیشنهاد کرده است. این اعداد با شماره ۱ تا ۱۲ یا مقادیر میلی‌متری و اینچی مشخص شده‌اند (جدول ۵ــ۲).

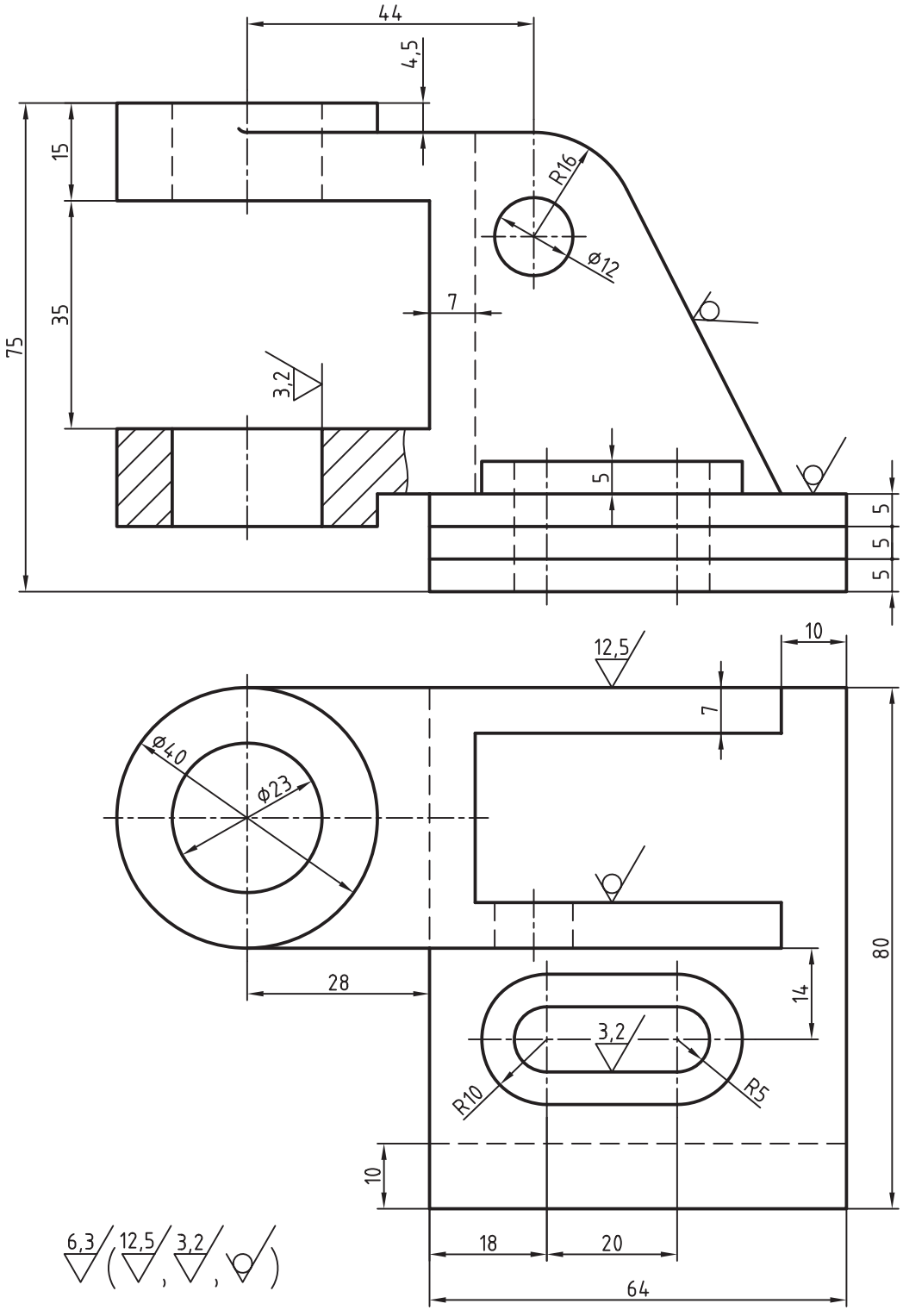
هنگامی که در نقشه عددی برای پرداخت نوشته می‌شود (مانند۳/۲ Ra)، مفهوم آن پرداختی است بین۱/۶ Ra و۳/۲ Ra. به‌عبارت دیگر زبری سطح نباید از۳/۲ Ra بیشتر شود ولی می‌تواند کمتر از آن باشد. حتی به ۱/۶ Ra خیلی نزدیک شود.

جدول ۵ــ۲

عدد درجه زبری	مقدار زبری Ra	
	میکرون اینچ μ″	میکرون متر μm
N۱۲	۲۰۰۰	۵۰
N۱۱	۱۰۰۰	۲۵
N۱۰	۵۰۰	۱۲٫۵
N۹	۲۵۰	۶٫۳
N۸	۱۲۵	۳٫۲
N۷	۶۳	۱٫۶
N۶	۳۲	۰٫۸
N۵	۱۶	۰٫۴
N۴	۸	۰٫۲
N۳	۴	۰٫۱
N۲	۲	۰٫۰۵
N۱	۱	۰٫۰۲۵

شکل ۴۲ــ۲، نقشهٔ نمونه‌ای را نشان می‌دهد.

مفهوم علامت زیر آن یکسان بودن پرداخت برای همهٔ سطوح است، غیراز آن‌ها که در پرانتز داده شده‌اند.



۴۲ــ۲ــ پایهٔ چدنی

۸ــ۲ــ تعیین مقدار زبری یک سطح موجود

در موقع نقشه برداری از قطعات صنعتی، یکی از مواردی که باید مشخص شود، میزان پرداخت سطوح قطعه است. به سخنی کوتاه می‌توان سه روش برای این کار برشمرد :

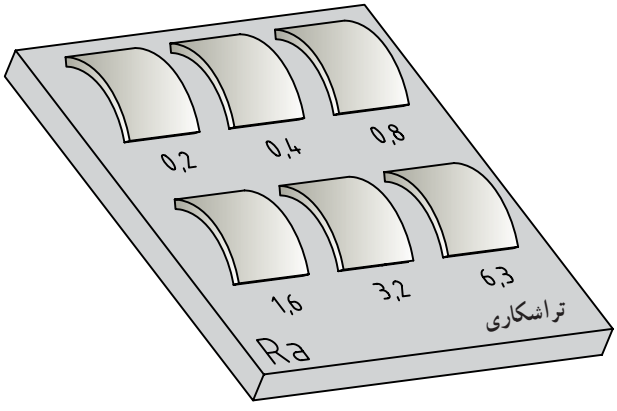
۱ــ روش حسّی : با این روش می‌توان یک برداشت ساده از پرداخت را به دست آورد. یعنی اگر زبری سطحی با دست حس شود و با چشم دیده شود می‌گوییم سطح کمی پرداخت شده است. اگر زبری با دست حس نشود ولی با چشم دیده شود می‌گوییم پرداخت خوب است ولی اگر با چشم هم زبری یا خراش‌های سطح دیده نشد می‌گوییم پرداخت بسیار خوب است.

۲ــ روش مقایسه‌ای : برای هر روش تولید می‌توان یک سطوح مقایسه فراهم کرد. برای نمونه می‌توان پرداخت‌های ممکن از روش تراشکاری را به صورت تکه‌های آماده روی یک صفحه قرار داد.[۱] زیر هر تکه مقدار پرداخت آن قید شده است. اینک ما سطح موجود قطعه را، به شرط آنکه بدانیم از روش تراشکاری تهیه می‌شود می‌توانیم با آن تکه‌ها مقایسه و تعیین پرداخت کنیم.[۲] صفحه‌های مقایسه برای روش‌های تولید ساده موجود است.

۳ــ روش آزمایشگاهی : این اندازه‌گیری به کمک دستگاه زبری سنج انجام می‌شود.

در این‌جا هم دانستن روش تولید یعنی خواب ابزار اهمیت دارد.

در پایان نکتهٔ قابل توجه دیگر آن است که به دلیل رواج علامت پرداخت Ra در اکثر کشورهای جهان و از جمله در ایران، این علامت را به کار بردیم. برای علامت های دیگر مانند Rz که بیشتر در سوئد و آلمان به کار می رود می‌توانید به کتاب های دیگر مراجعه کنید. در دو جدول خیلی مهم، توانایی ماشین‌ها و روش‌های ساخت در ایجاد پرداخت‌های مختلف داده شده است که بررسی دقیق آن‌ها توصیه می‌شود.



a ــ صفحهٔ مقایسه برای تراشکاری

b ــ زبری‌سنج در حال اندازه‌گیری زبری

شکل ۴۳ــ۲

۱ــ صفحهٔ مقایسه در آزمایشگاه اندازه‌گیری دقیق موجود است.

۲ــ از استادان گرامی خواهشمند است در این مورد توضیح بیشتری بدهند.

جدول ۶ــ۲

روش‌های تولید	Ra ۵۰ ۲۵ ۱۲/۵ ۶/۳ ۳/۱۶ ۱/۸ ۰/۹۵ ۰/۴۷۵ ۰/۲۳۸ ۰/۱۱۹ ۰/۰۵۹ ۰/۰۲۵
خان‌کشی	
برقوکاری	
با الماس	
ظریف	
خشن	
تراشکاری	
سنگ زنی خارجی (یا داخلی)	
هونینگ، گونه‌ای از سنگزنی با پرداخت عالی	

روش‌های تولید	Ra ۵۰ ۲۵ ۱۲/۵ ۶/۳ ۳/۱۶ ۱/۸ ۰/۹۵ ۰/۴۷۵ ۰/۲۳۸ ۰/۱۱۹ ۰/۰۵۹ ۰/۰۲۵
نوردکاری	
صفحه‌تراشی	
مته‌کاری	
فرزکاری	
داخل تراشی	

جدول ۷ــ۲

روش‌های تولید		Ra µm	۱	۲	۴	۸	۱۶	۳۲	۶۳	۱۲۵	۲۵۰	۵۰۰	۱۰۰۰	۲۰۰۰
		µm	۰/۰۲۵	۰/۰۵	۰/۱	۰/۲	۰/۴	۰/۸	۱/۶	۳/۲	۶/۳	۱۲/۵	۲۵	۵۰
پرداخت با ابزار نرم پرداخت عالی														
صیقل دادن	جلا دادن با پارچه جلا دادن الکترولیتیک													
سنگزنی دقیق صاف کردن با ابزار غلتان تحت فشار														
سنگ سنباده	سنگزنی خارج از مرکز سنگزنی قائم سنگزنی افقی													
تراشکاری داخلی برای پرداخت خان‌کشی برقو کاری														
ساییدن با جرقه شابرکاری														
تراشکاری	با الماس با فولاد کاربید ظریف خشن													
فرزکاری فرزکاری شیمیایی														
صفحه تراشی	ظریف خشن													
کشیدن از داخل یک قید														
نورد	سرد گرم													
ریخته‌گری	پلاستیک فلزات													
مته‌کاری تمیزکاری با ذرات شن سوهان‌کاری														
ریخته‌گری	در قالب پخته در بوته در ماسه													
اره‌کاری آهنگری برش با شعله														

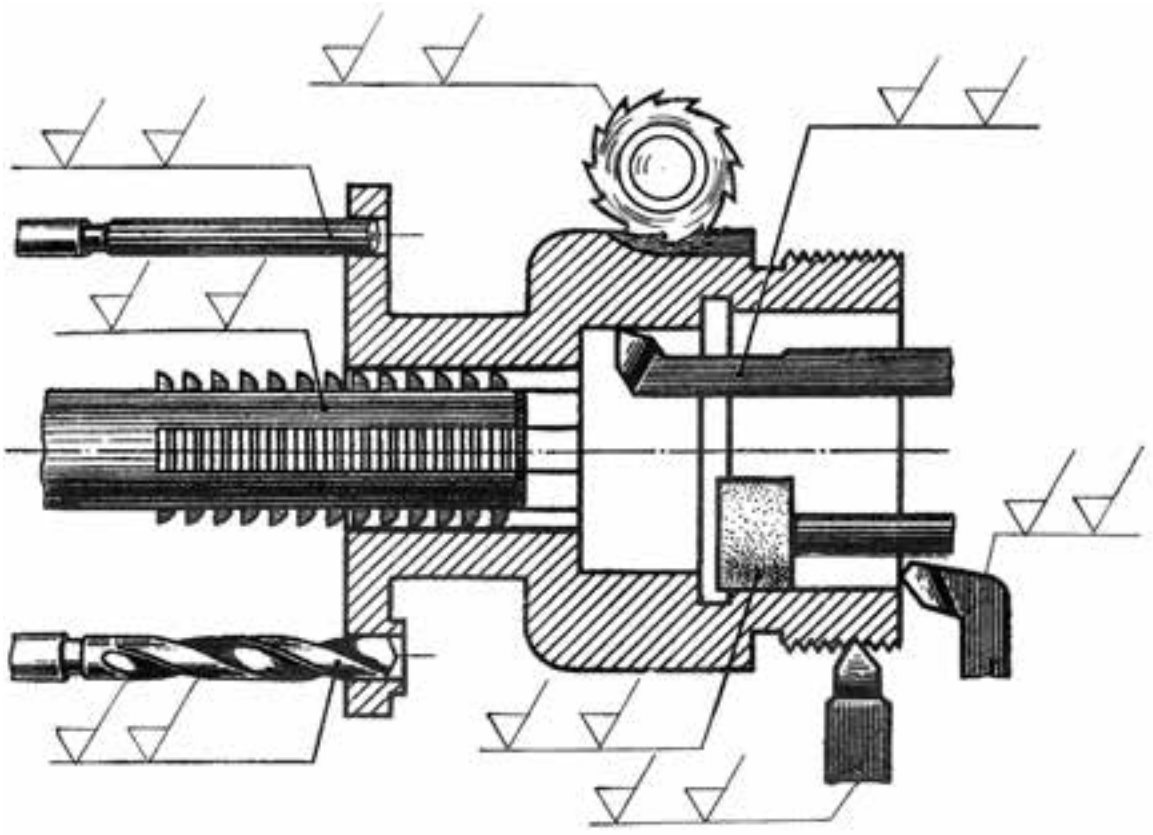
خلاصهٔ مطالب مهم

۱ــ هر سطح باید به آن اندازه پرداخت شود که بتواند کار خود را به‌خوبی انجام دهد.
۲ــ پرداخت‌کاری یعنی کندن ذرات بسیار ریز از سطح، به منظور صاف و هموار کردن آن.
۳ــ نمونه، طولی از سطح است عمود برخواب ابزار با پنج اندازهٔ استاندارد.
۴ــ مهم‌ترین سنجه‌های پرداخت سطح، Ra و Rz است.
۵ــ Ra میانگین ارتفاعات زبری و Rz میانگین بلندترین ارتفاعات زبری به تعداد ۵ درطول نمونه است.
۶ــ Ra معیار نمایش زبری رایج‌تر است که واحد آن μm است.
۷ــ علامت پایه برای نمایش پرداخت سطح دو خط مورب با زاویهٔ ۶۰ درجه است.
۸ــ کلیهٔ علائم و نشانه‌ها با خط نازک رسم می‌شوند.
۹ــ برای نوشتن مشخصات ویژهٔ کیفیت سطح، یک خط اضافی به بازوی بلندتر وصل می‌شود.
۱۰ــ خواندن علائم و نشانه‌ها مطابق قانون اندازه‌گذاری است.
۱۱ــ استاندارد، پرداخت را به ۱۲ مرحله از ۰/۰۲۵ μm تا ۵۰ μm تقسیم کرده است.

خود را بیازمایید

۱ــ هرسطح به چه میزان پرداخت می‌شود؟
۲ــ پرداخت‌کاری را تعریف کنید.
۳ــ خواب ابزار چیست؟
۴ــ نمونه چیست و با چه طول‌هایی قابل انتخاب است؟
۵ــ Ra وRz را تعریف کنید.
۶ــ با رسم نمودار، چگونگی به دست آوردن Ra را توضیح دهید.
۷ــ با رسم نمودار، چگونگی به دست آوردن Rz را توضیح دهید.
۸ــ در مورد نشانهٔ مبنا و چگونگی ترسیم آن دقیقاً توضیح دهید.
۹ــ مفهوم نشانهٔ $\overset{3/2}{\nabla}$ دقیقاً چیست؟
۱۰ــ مفهوم نشانهٔ $\overset{3/2}{\underset{1/6}{\nabla}}$ چیست؟
۱۱ــ درمورد نشانهٔ ∇ دقیقاً توضیح دهید.
۱۲ــ مفهوم نشانهٔ $\nabla\left(\overset{1/6}{\nabla}\right)\left(\overset{3/2}{\nabla}\right)$ چیست؟
۱۳ــ اگر بلندی اعداد ۳/۵ باشد، مقادیر پهنای خط رسم نشانه‌ها، H_1 و H_2 چیست؟
۱۴ــ برای حالتی که جهت تولید عمود برسطح باشد، علامت چیست؟ برای جهت چندتایی؟
۱۵ــ اگر علایمی مفصل باشد و در نقشه برای آن‌ها جای کافی نباشد چه باید کرد؟
۱۶ــ هرچه درمورد جدول زبری Ra می‌دانید بنویسید.
۱۷ــ با توجه کامل به شکل ۴۴ــ۲، کارهای زیر را انجام دهید :
الف) عملیات مختلف براده برداری چه هستند؟ آن‌ها را نام ببرید و در نقشه بنویسید.

ب) با مراجعه به جدول ۶ــ۲ حدود دقت‌های پرداخت سطح را استخراج کنید و در جای پیش‌بینی شده، روی علامت‌ها بنویسید.



شکل ۴۴ــ۲

۱۸ــ مقدار عددی Ra معادل N_8 چیست؟ مقدار اینچی آن چه‌قدر؟

۱۹ــ پرداخت کلیهٔ سطوح یک قطعه یکسان است، با رسم شکل چگونگی بیان آن را توضیح دهید.

۲۰ــ یک کُرهٔ فولادی به قطر ۴۰، که روی آن مهرهٔ M۱۲ به عمق ۲۴ ایجاد شده است باید آب کُرم داده شود. اما پیش از آن باید سطح کُره با۱/۶ Ra پرداخت شود. پرداخت آب کُرم هم ۰/۸ Ra خواهد بود. شکل و خواسته‌ها را نمایش دهید.

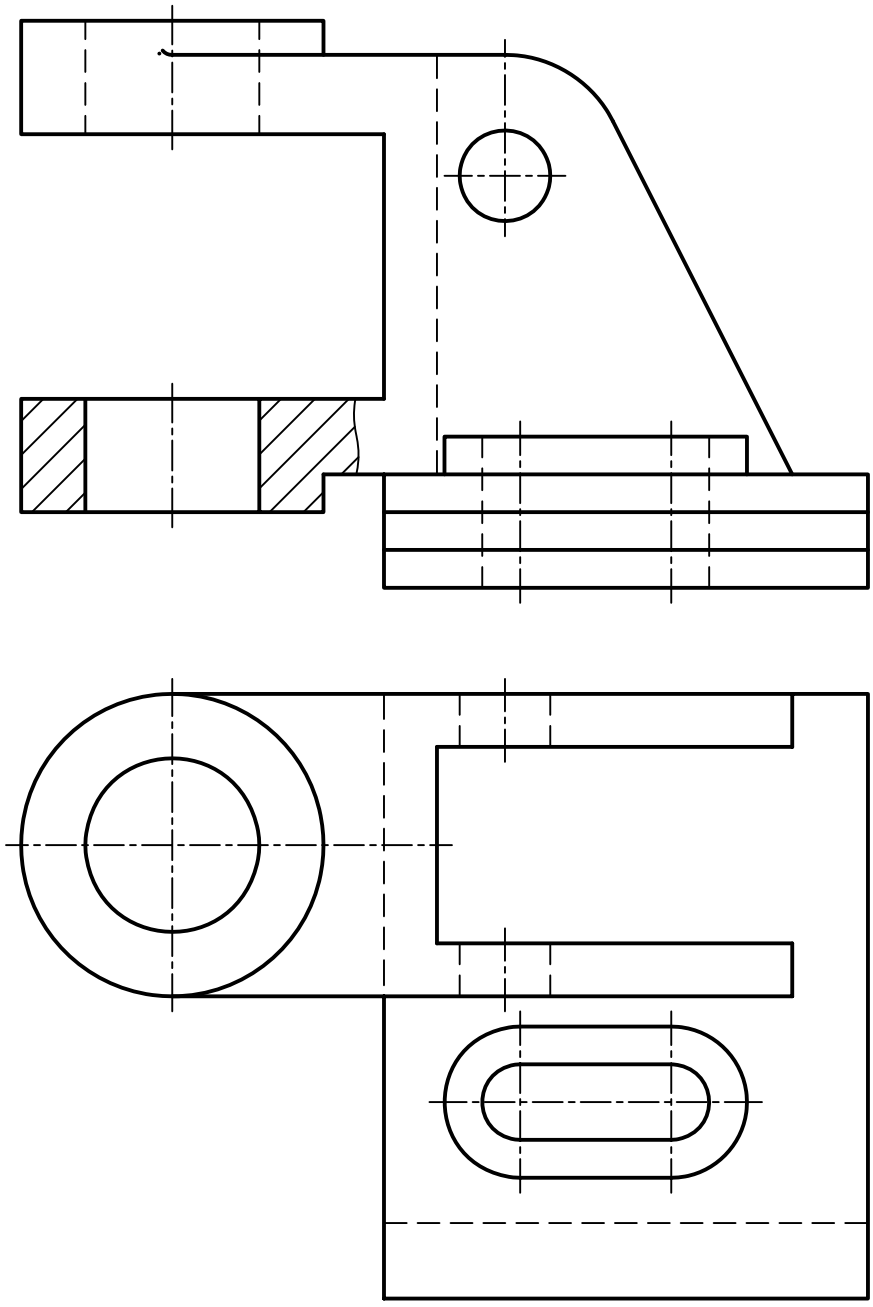
ارزشیابی عملی

۱ــ شکل‌های ۱۷ــ۲ تا ۴۱ــ۲ را به‌طور دقیق روی کاغذ A_4 رسم کنید.

قبل از انجام کار باید از شکل‌های ۴۵ــ۲ تا ۵۱ــ۲ کپی روی کاغذ A_4 تهیه و کارهای خواسته شده روی آنها انجام شود[1].

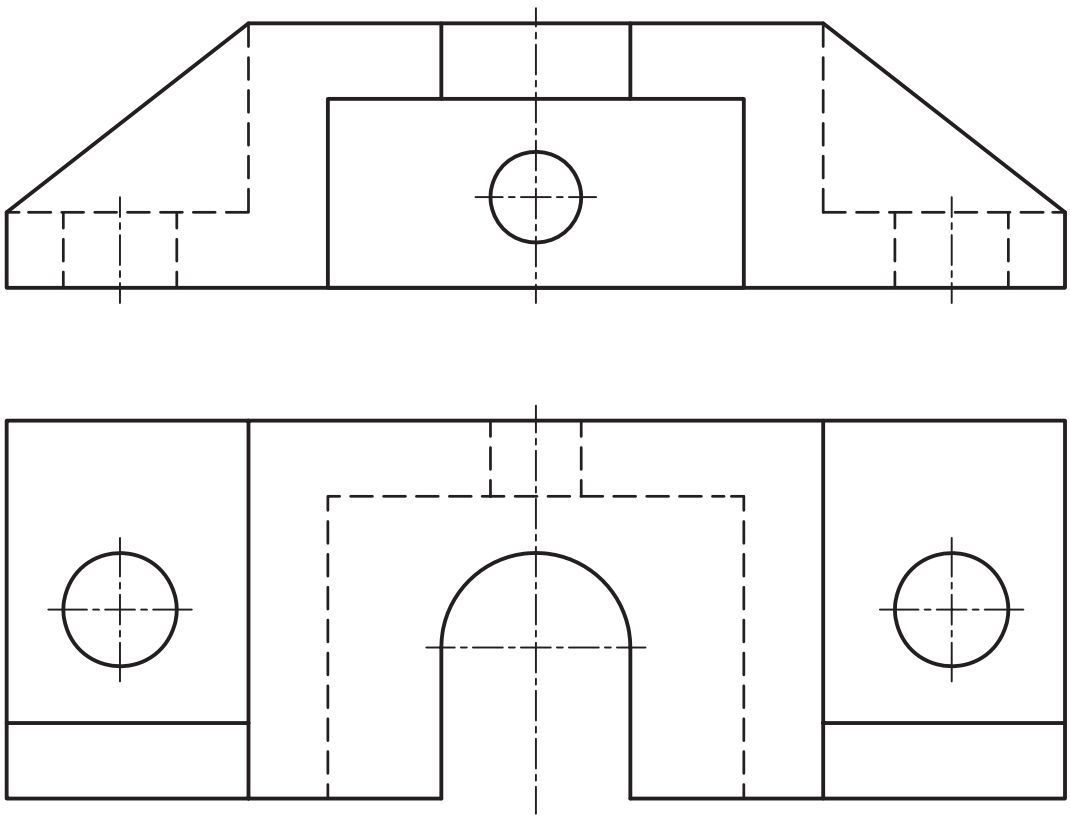
۲ــ همهٔ نشانه‌های موجود روی شکل ۴۲ــ۲ را روی شکل ۴۵ــ۲ مجدداً رسم کنید. اگر می‌خواهید جای علامتی را تغییر دهید، با استاد مشورت کنید.

۱ــ هر نقشه حتماً باید روی یک برگ کاغذ A۴ شامل کادر و جدول تکثیر شده باشد.



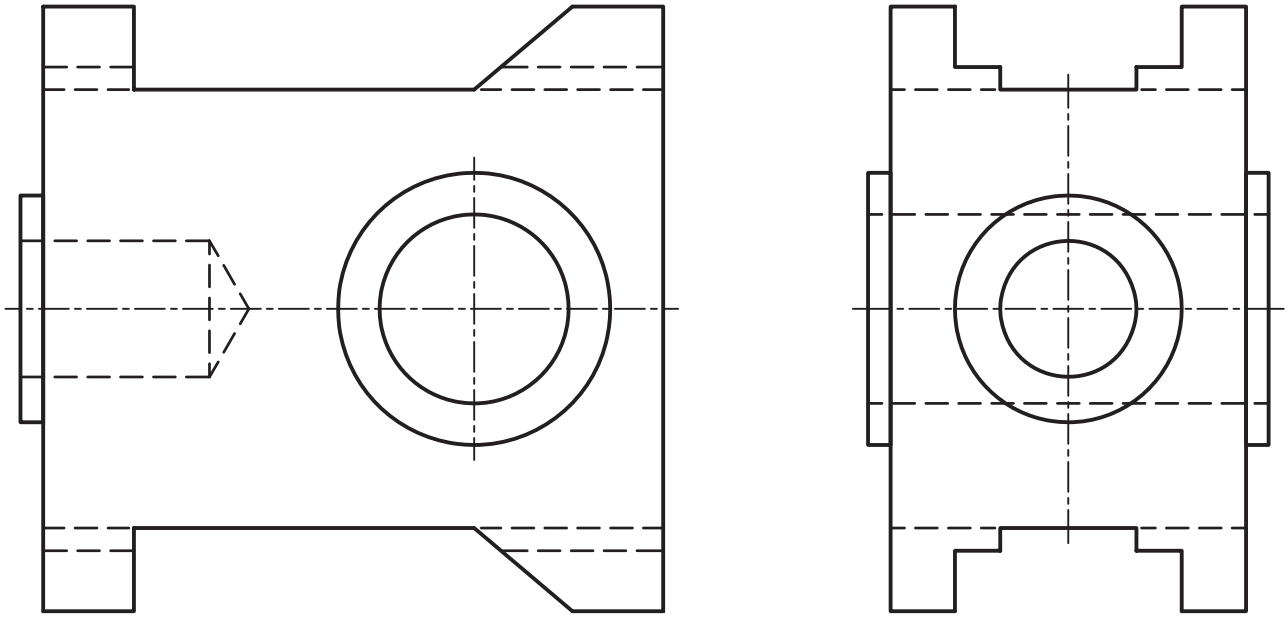
شکل ۴۵ــ۲ــ پایه چدنی

۳ــ برای بدنهٔ چدنی، شکاف U شکل با پرداخت ۳/۲، سوراخ‌ها با پرداخت ۱/۶، کف قطعه با پرداخت ۶/۳ و بقیه با پرداخت خوب حاصل از تولید (شکل ۴۶ــ۲).



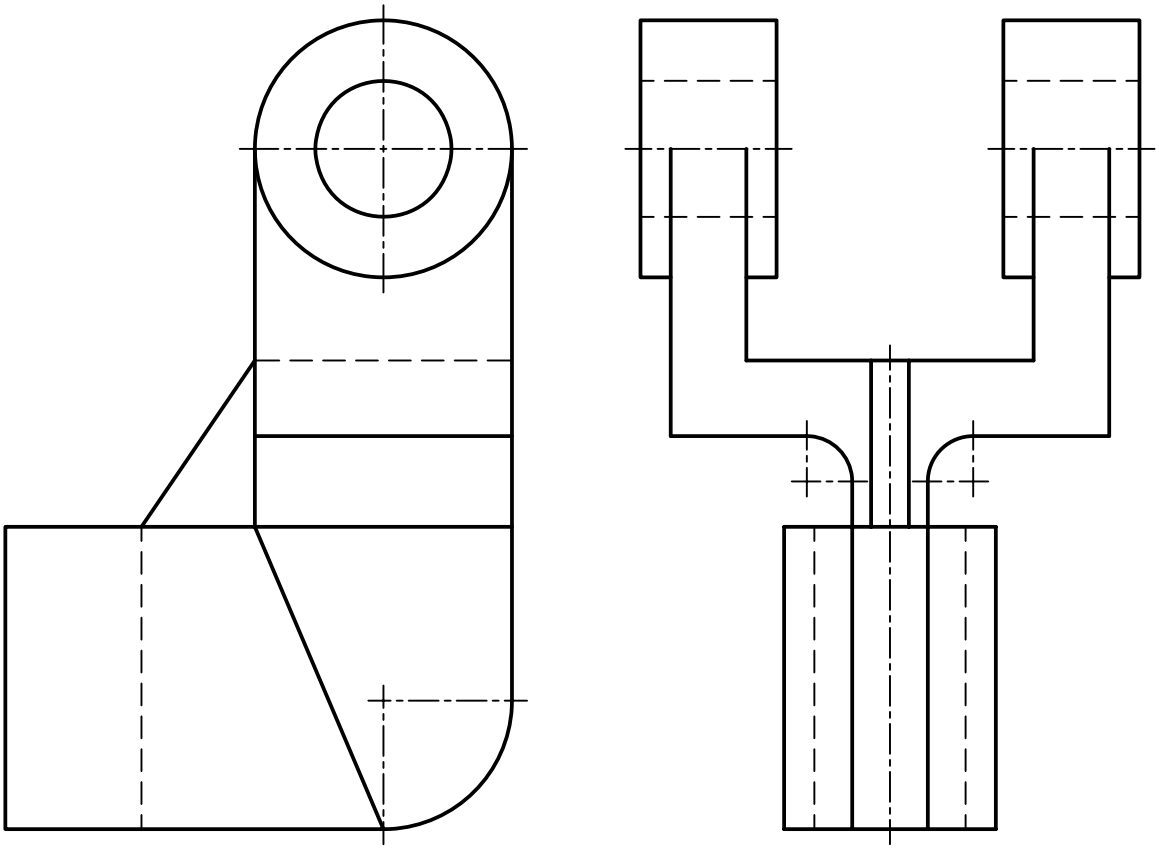
شکل ۴۶ــ۲ــ بدنه چدنی

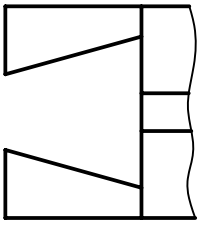
۴ــ برای پایهٔ شکل ۴۷ــ۲، سوراخ بزرگ در نمای روبه‌رو با پرداخت ۱/۶، سوراخ بن بست با ۱/۶، کف و دیواره‌های شیارهای موجود در نمای نیمرخ با ۳/۲ و بقیهٔ سطوح با دستور تولید خوب علامت گذاری شود.



شکل ۴۷ــ۲ــ پایهٔ آلومینیمی

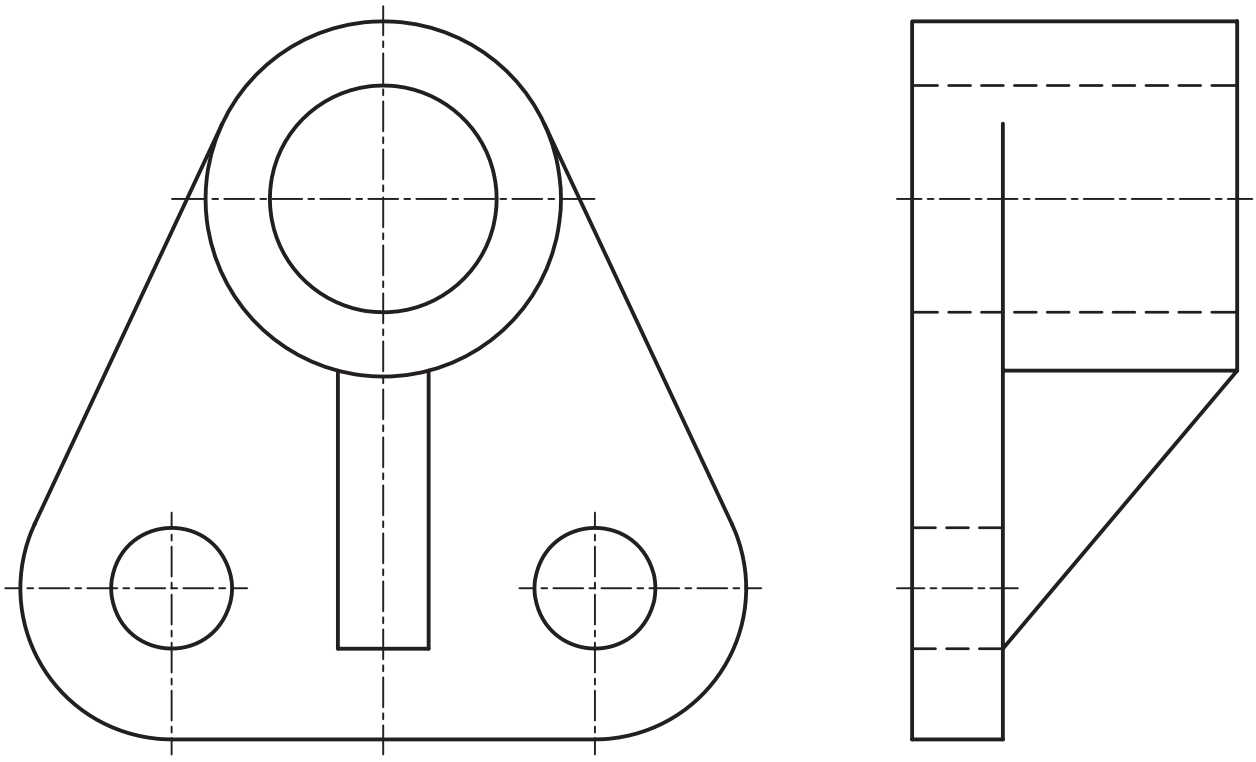
۵ــ برای اهرم دو شاخهٔ چدنی در شکل ۴۸ــ۲، سطوح داخلی سوراخ‌ها با پرداخت ۱/۶، سطح داخل شیار و دیواره‌های آن با ۳/۲، سطوح پیشانی استوانه‌ها با ۳/۲ و بقیهٔ سطوح با دستور تولید خوب.





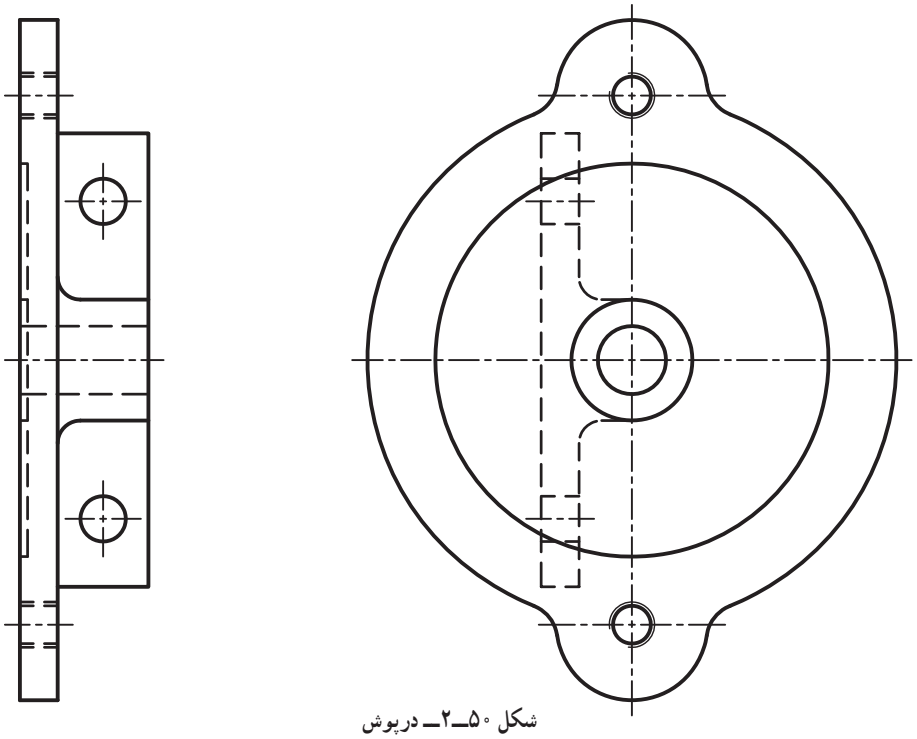
شکل ۴۸ــ۲ــ اهرم دوشاخه از چدن

۶ــ برای دیوار کوب آلومینیم، ابتدا خط‌های محور را رسم کنید. برای آن پرداخت‌های مناسب را خود درنظر بگیرید و نقشه را اندازه‌گذاری کامل کنید.



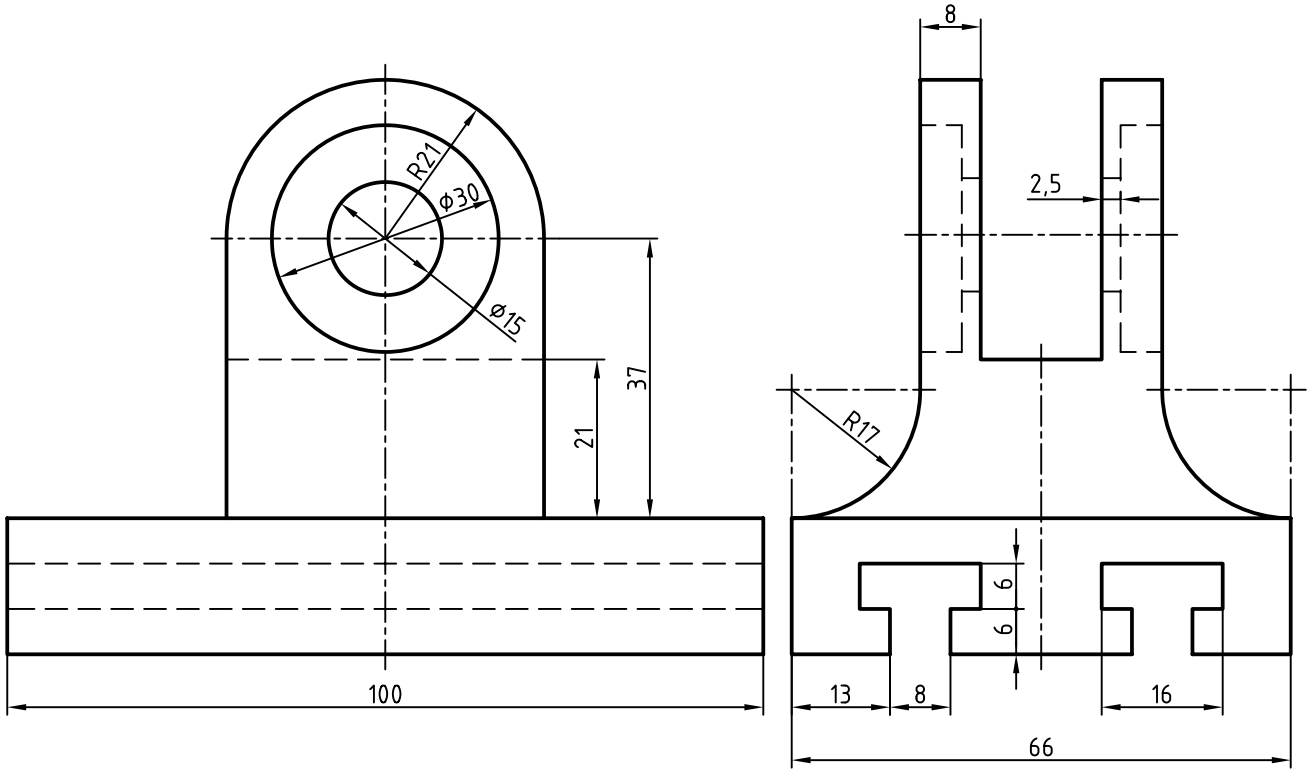
شکل ۴۹ــ۲ــ دیوارکوب

۷ــ برای درپوش آلومینیم شکل ۵۰ــ۲، سوراخ وسط با پرداخت ۱/۶ و قید آنکه برقوزده می‌شود. برای کف پرداخت ۳/۶ و دستور تولید با فرز. برای کف برجستگی روی آنکه شامل دو سوراخ است پرداخت ۶/۳ و برای سوراخ‌های آن پرداخت ۳/۲. سایر پرداخت‌ها خوب و حاصل از تولید است.



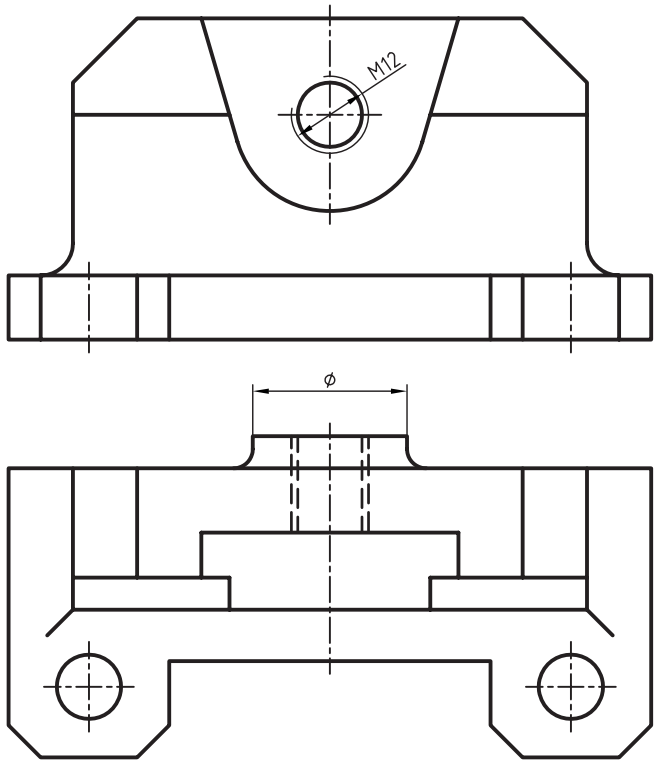
شکل ۵۰ــ۲ــ درپوش

۸ ــ برای یاتاقان چدنی که به‌طورکامل اندازه‌گذاری شده است، کارهای خواسته شده را انجام دهید. شیارهای T شکل باپرداخت ۶/۳ برای همهٔ سطوح، سوراخ های استوانه‌ای با پرداخت ۳/۲، کف جسم با پرداخت ۱۲/۵ و بقیهٔ سطوح با دستور تولید خوب (شکل ۵۱ ــ۲).



شکل ۵۱ــ۲ــ یاتاقان چدنی

۹ــ برای بدنه شکل ۵۲ ــ۲، سوراخ‌ها با پرداخت ۱/۶، همراه با دستور برقوکاری درنظر گرفته شود. کف جسم با پرداخت ۳/۲ به روش فرزکاری، برای دیگر سطوح دستور تولید خوب و پرداخت موجود ۶/۳. این نقشه باید اندازه‌گذاری کامل شود (شکل ۵۲ ــ۲).



شکل ۵۲ــ۲ــ بدنه از چدن

تحقیق کنید

۱ــ آیا معیارهای دیگری برای تعیین زبری وجود دارد؟

۲ــ دستگاه‌های زبری سنج چه مواردی را کنترل می‌کنند؟

۳ــ آیا رابطه یا نموداری برای تبدیل Ra به Rz و برعکس وجود دارد؟