

اندازه‌گیری و کنترل فنی در تولید



اندازه‌گیری و کنترل فنی در تولید

از انتشارات صندوق کارآموزی

در ایجاد صنایع مطمئن و سالم که زیربنای اقتصاد هر جامعه را بمعنی وسیع کلمه تشکیل می‌دهد عواملی دخالت مؤثر و مستقیم دارند که (ماشین، مواد اولیه و نیروی انسانی) نمونه برجسته بشمار می‌روند از این سه عامل مهم، نیروی انسانی ماهر، مرتبه و ارزش اول را حائز است، زیرا در تهیه دو عامل دیگر (ماشین و مواد اولیه) نیز نیروی انسانی ماهر، عامل اصلی و علت وجودی است.

صندوق کارآموزی وابسته به وزارت کار و امور اجتماعی بر طبق قانون، وظیفه تعلیم جوانان فاقد تخصص و کارگران شاغل را تا سطح استانداردهای مهارت از طریق آموزش در دوره‌های تخصصی کوتاه مدت بعهد دارد و برای این منظور از امکانات مرکز کارآموزی ثابت، مراکز کارآموزی سیار، مربیان سیار، تعلیمات ضمن کار و روش ارتقاء مهارت از طریق مکاتبه استفاده می‌کند.

با توجه به این امر که مربی، کتاب و تجهیزات آموزشی در سطح کارگران ماهر فراهم نیست صندوق کارآموزی برای تعلیم مربی و تهیه کتاب‌های فنی و جامع و در عین حال ساده و مفهوم در مورد هر یک از حرفه‌های صنایع، اولویت خاصی قائل است.

کتاب حاضر بمنظور آموزش کارگرانی که به نحوی در امور اندازه‌گیری و کنترل فنی دخالت داشته و یا قسمتی از شعبات مربوط بدان را در حرفه خود اداره می‌کنند تهیه شده و در درجه اول جهت آموزش کارگرانی که در نظام آموزشی و ضوابط صندوق کارآموزی تحت تعلیم قرار می‌گیرند، مورد استفاده قرار خواهد گرفت.

در تألیف و تدوین کتاب، سعی شده که اساس کار بر پایه ساده نویسی قرار گیرد و مطالب فنی، با کم از تصاویر و نقشه‌های روشن و گویا به شیوه‌ای بیان شود که فراگیری آن برای توده کارگر و عموم افراد آسان باشد.

صندوق کارآموزی در صدد است علاوه بر تعلیم و تدارک مربیان حرفه‌ای و آموزش مداوم و همه جانبه کارآموزان و کارگران ماهر، بانشر اینگونه کتاب‌های ساده و مصور، امکان دانش‌اندوزی و حرفه‌آموزی همگان را (اعم از افراد شاغل در صنایع یا علاقه‌مندان به فنون و حرف) فراهم و زیربنای آموزش مداوم غیر کلاسیک را برای همگان ممکن سازد.

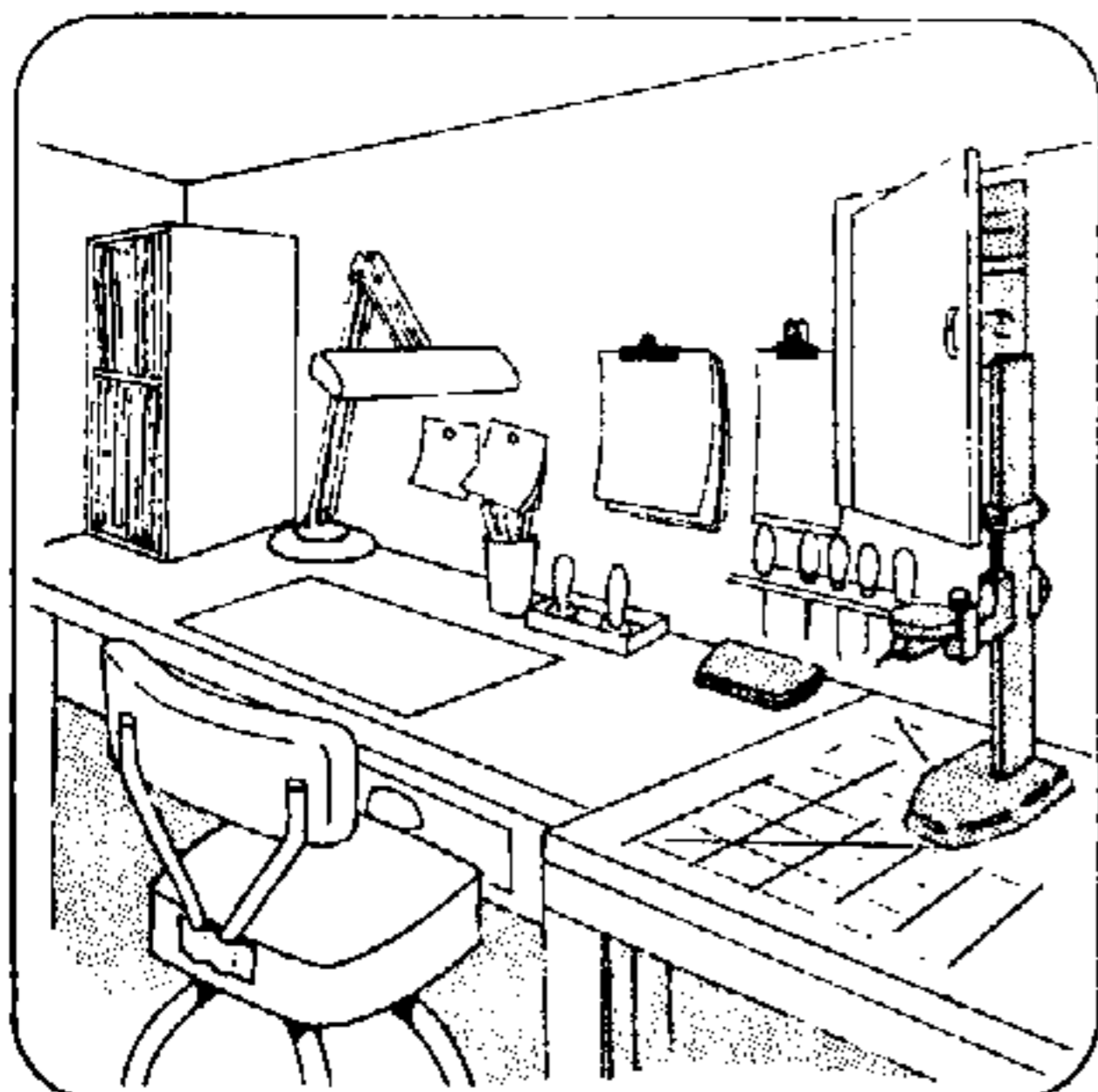
کتاب اندازه‌گیری و کنترل فنی در تولید به کوشش مجتبی سکه‌چی و جمعی دیگر از متخصصان و صاحب نظران صندوق کارآموزی تهیه و تدوین گردیده گامی است در راه تحقق بخشیدن به تعمیم آموزش حرفه‌ای و پاسخی به خواست محسوس و منطقی کسانی که چرخ‌های صنایع کشور را بحرکت در می‌آورند.

امید است این اقدام که برای اولین بار در ایران صورت می‌گیرد، مورد استقبال کارگران و سایر افراد فنی کشور قرار گیرد و بیخاطر داشته باشند که سرویس اطلاعاتی فنی صندوق کارآموزی آماده پاسخگویی بهر گونه سئوالات فنی و حل مشکلات حرفه‌ای است.

فهرست مندرجات

صفحه	عنوان	صفحه	عنوان
۴۴	۱۳ - اندازه‌گیری دندان‌های پیچ و مهره	۱	۱ - روشهای بازرسی
۵۹	۱۴ - استفاده از میکروسکوپ ابزار سازی		۲ - روشهای نگاهداری و کاربرد ابزارهای اندازه‌گیری
۶۴	۱۵ - مقایسه کنندگان	۲	
۶۸	۱۶ - آزمایش ناهمواریهای سطح	۵	۳ - انتخاب صحیح ابزار اندازه‌گیری
۷۲	۱۷ - میزهای گردان و صفحه تقسیمهای مدرج	۷	۴ - تکه‌های اندازه‌گیری و روش کاربرد آنها
۷۳	۱۸ - اندازه‌گیری چرخهای دنداندار اولونت	۱۱	۵ - آزمایش همواری
۷۸	۱۹ - آزمایش گردی اجسام	۱۲	۶ - آزمایش صافی
۷۹	۲۰ - آزمایش سختی	۱۴	۷ - آزمایش گونیائی بودن
۹۳	۲۱ - آزمایشهایی که به قطعه کار آسیب نمی‌رسانند		۸ - درجه بندی خط کش تیغه‌ای بوسیله صفحه صافی
۱۰۶	۲۲ - مدرج کردن صفحه صافی	۱۶	
۱۱۴	۲۳ - کالیبرهای گیرنده	۱۸	۹ - استفاده از ساچمه و میله
۱۱۷	۲۴ - موارد استفاده از اتوکولیماتور	۲۷	۱۰ - استفاده از فرمانهای اندازه‌گیری
۱۴۱	۲۵ - موارد استفاده از دکور زاویه	۳۶	۱۱ - خط کش سینوسی
۱۴۴	۲۶ - موارد استفاده از تلسکوپ	۳۸	۱۲ - اندازه‌گیری با استفاده از نورافکن
۱۴۷	۲۷ - تولرانس‌های هندسی		

روشهای بازرسی



آمادگی و روش کار: سیز بازرسی و وسائل کار را تمیز نگهدارید. نقشه و مشخصات کاری را که برای بازرسی ارائه میشود، تهیه و در دسترس قرار دهید. براساس مقررات موجود، یاروش بازرسی شرکت مربوط بررسی را آغاز کنید. نسبت به وظیفه خود علاقمند و جدی باشید، زیرا اگر در بازرسی مرتکب اشتباه شوید تصحیح آن در آینده بسیار مشکل خواهد بود. اگر شک داشتید بپرسید. هنگامیکه کاری مورد تأیید واقع شد، به کارهای بعدی پردازید.

رد کردن کار

قطعات معیوب را رد کنید. دلیل ناقص بودن قطعه کار را در گزارش مربوط بنویسید. جای نقص فنی قطعه مورد بازرسی را دقیقاً گزارش کنید. عیبها را به سرپرست بازرسی یا قسمت بررسی کالاها گزارش کنید. قطعه کارهایی را که پس از بازرسی عاری از نقص شدهاند، دوباره بازرسی کنید و دقت کنید که برای برطرف کردن نقص موجود در کار، بسایر قسمت‌های آن صدمه‌ای وارد نشود.

عیبهای کوچک

تصمیم گرفتن درباره عیبهای کوچک بستگی دارد به روش کار سازمان و مشخصات مربوط.

امتیازات

در بعضی از قراردادها، برای عیبهای کوچک موجود در کار امتیازاتی برای خریدار در نظر گرفته میشود. گاهی این روش جزئی از سیاست کار شرکت است. برای صرف نظر کردن از نقصی که در کار بچشم میخورد دلیل کافی جستجو کنید.

روش برای تهیه گزارش درباره عیبهای موجود در کار

نقص‌های فنی کارها را براساس مقررات قسمت بررسی مواد در گزارش‌های مربوط ذکر نمائید.

پذیرش

مهر بازرسی: در بیشتر سازمانها بازرسی‌ها مهرهایی ویژه دارند. شماره کارت شناسایی بازرسی نیز در مهر حک شده است. مهر بازرسی را همواره با خود نگهدارید و فقط خودتان از آن استفاده کنید. اگر مهر گم شد، فقدان آنرا گزارش کنید. روش مهرزدن باید بطور وضوح از طرف سازمان مشخص گردد.

اجناسی که خریداری میشوند معمولا در قسمت بازرسی اجناس ورودی مورد بازرسی قرار میگیرند. پس از بدست آوردن اطلاعات مورد نیاز درباره اجناس خریداری شده، آنها را براساس استانداردهای شرکت مورد بازرسی دوباره قرار خواهند داد. گاهی امکان دارد که برای ورود اجناس خریداری شده بکارگاه مهربازرسی مورد نیاز باشد.

قراردادها و سفارش‌های کاری

قبل از بازرسی وسائل، از هم‌آهنگی آنها با قراردادهای تنظیم شده آگاه شوید. شرایط تحویل کار همواره در سفارشنامه کار ذکر میشود. نکات مهمی که در بازرسی وسائل سفارشی باید مورد توجه قرار گیرد بقرار زیر است:

- ۱ - اطمینان از اینکه لوازم ساخته شده دارای خصوصیت‌های مذکور در قرارداد است.
- ۲ - دقت کنید که بسته‌بندی براساس قرارداد انجام گیرد. بکوشید که تحویل شدن اجناس مورد نظر در اوراق مربوط یادداشت شود.
- ۳ - شرایط بازرسی را مورد توجه قرارداد بکوشید که کالاها بر طبق روش‌های پیش‌بینی شده از مراحل بازرسی بگذرند.

روشهای نگاهداری و کاربرد ابزارهای اندازه‌گیری

اساس اندازه‌گیری درازا، مقایسه درازای جسمی است با اندازه‌ای شناخته شده. برای این نوع اندازه‌گیری دوروش بکار برده میشود. روش اندازه‌گیری با واحدهای انگلیسی و روش اندازه‌گیری با واحدهای متریک. در جستجوی واحدی یگانه، از امواج نور بعنوان اندازه‌ای یگانه استفاده میشود. بکار گرفتن امواج نور این برتری را دارد که اندازه‌ها را بسیار دقیق و غیرقابل تغییر اندازه میگیرد. در اندازه‌گیری یگانه‌ای که اندازه‌ها با امواج نور بدست میآید، روشی بوجود آمده است بنام INTERFEROMETRY (تداخل امواج). از تداخل امواج برای اندازه‌گذاری و درجه‌بندیهای وسائل اندازه‌گیری اصلی استفاده میشود. بیشتر وسائل اندازه‌گیری که در اختیار بازرسیها قرار میگیرد، با این روش اندازه‌گیری میشود. بنابراین میتوان مقایسه‌ای را با معیار مطلق بدست آورد. درجه‌بندی و آزمایش ابزارهای اندازه‌گیری احتیاج به وسائل مخصوص دارد. با رعایت بعضی مقررات، بازرسی میتواند ابزارهای اندازه‌گیری خود را در وضع خوبی نگاهدارد.

نکاتی چند درباره مواظبت، استفاده و نگهداری وسائل اندازه‌گیری:

- ۱ - ابزارها را تمیز نگاهدارید و از آنها مواظبت کرده باروش صحیح مورد استفاده قرار دهید.
- ۲ - موقعی که ابزاری مورد استفاده نیست آنرا به جعبه یا پوشش ویژه خود بازگردانید.
- ۳ - داخل جعبه‌های ابزارها را تمیز نگاهدارید زیرا این جعبه‌ها تنها بخاطر نگاهداری ابزارها ساخته شده‌اند.
- ۴ - قطعات ابزارهای اندازه‌گیری را از هم جدا نکنید. اگر ابزاری خوب کار نمیکند، آنرا به قسمت تعمیرات بفرستید.

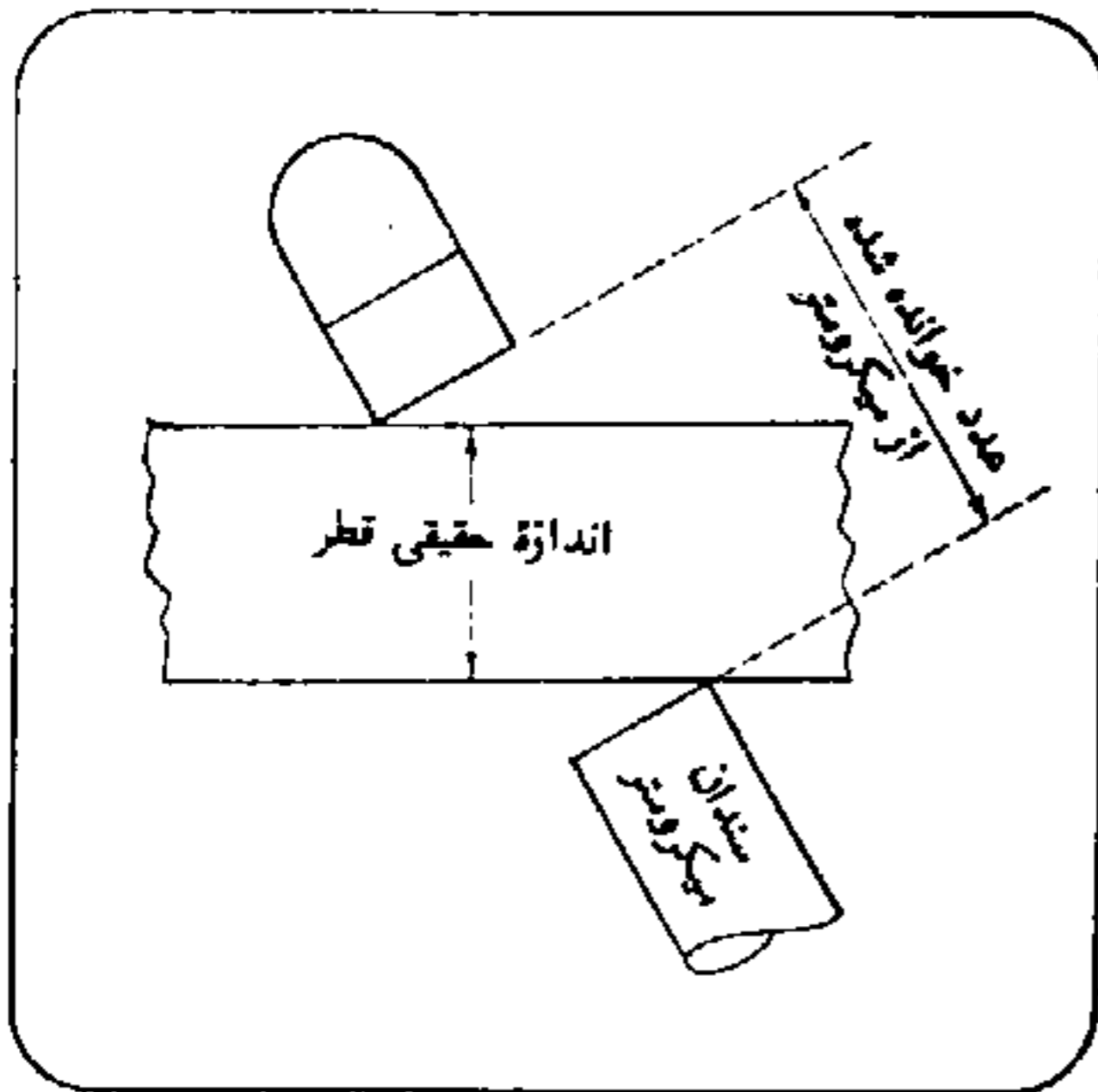
میکرومترها

۱ - سطوح اندازه‌گیری را قبل از استفاده تمیز کنید . دقت کنید که این سطوح فرسوده و معیوب نشده باشند .

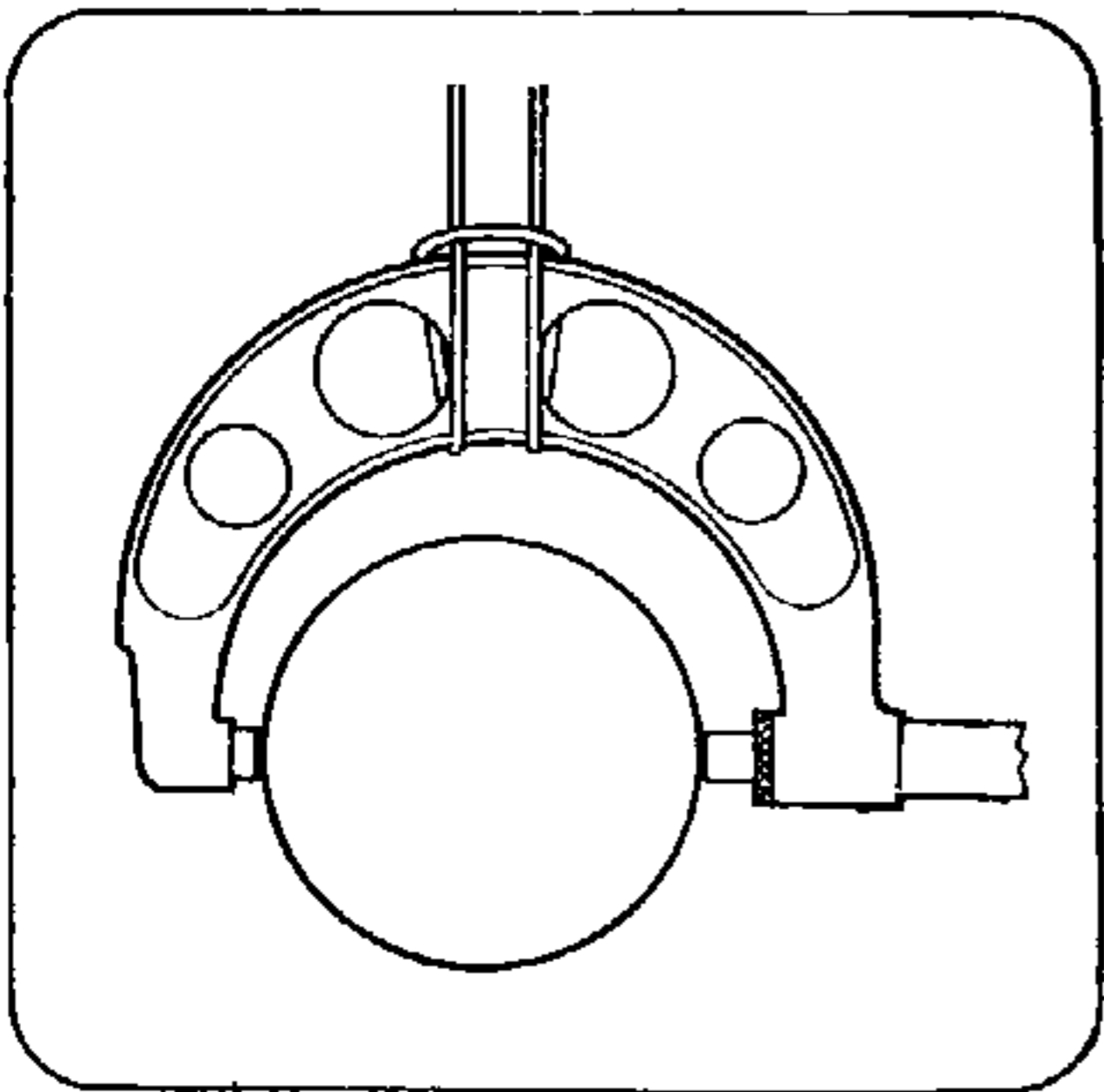
۲ - سعی کنید میکرومتر را زیاد دستمالی نکنید چون حرارت دستها باعث منبسط شدن میکرومتر میشود و دقت آن از بین میرود .

۳ - بهنگام اندازه‌گیری ضامن را بکار ببرید تا فشار یکنواختی بر روی قطعه کار وارد شود و در نتیجه اندازه‌های ثابتی بدست آید .

۴ - مطمئن شوید که سطح فکها با سطح قطعه کار کاملا در تماس است .

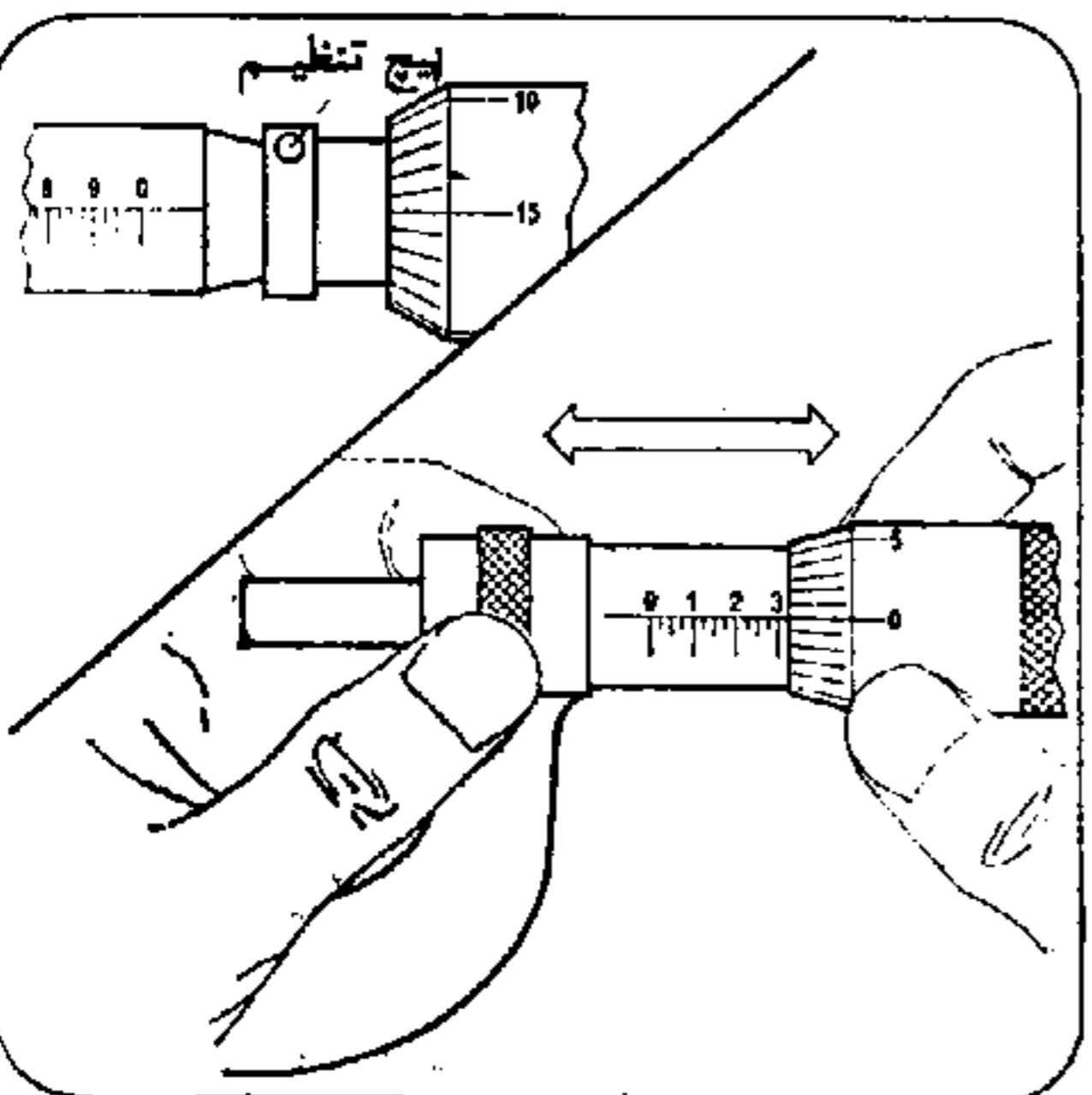


۵ - اگر میکرومترهای بزرگ مانند شکل آویزان شده باشند ، کار با آنها آسانتر است .



۶ - لقی پیچ میکرومتر را آزمایش کنید . برای برطرف کردن لقی میکرومتر از کلید ویژه این کار استفاده کرده مهره تنظیم را بچرخانید .

۷ - میکرومترهای کوچک را با جفت کردن فکها میتوان آزمایش کرد . میکرومترهای بزرگ را باتکه‌های اندازه‌گیری آزمایش میکنند . اگر دقت میکرومتر کم شده باشد ، بوسیله مهره تنظیم لقی پیچ گرفته میشود .



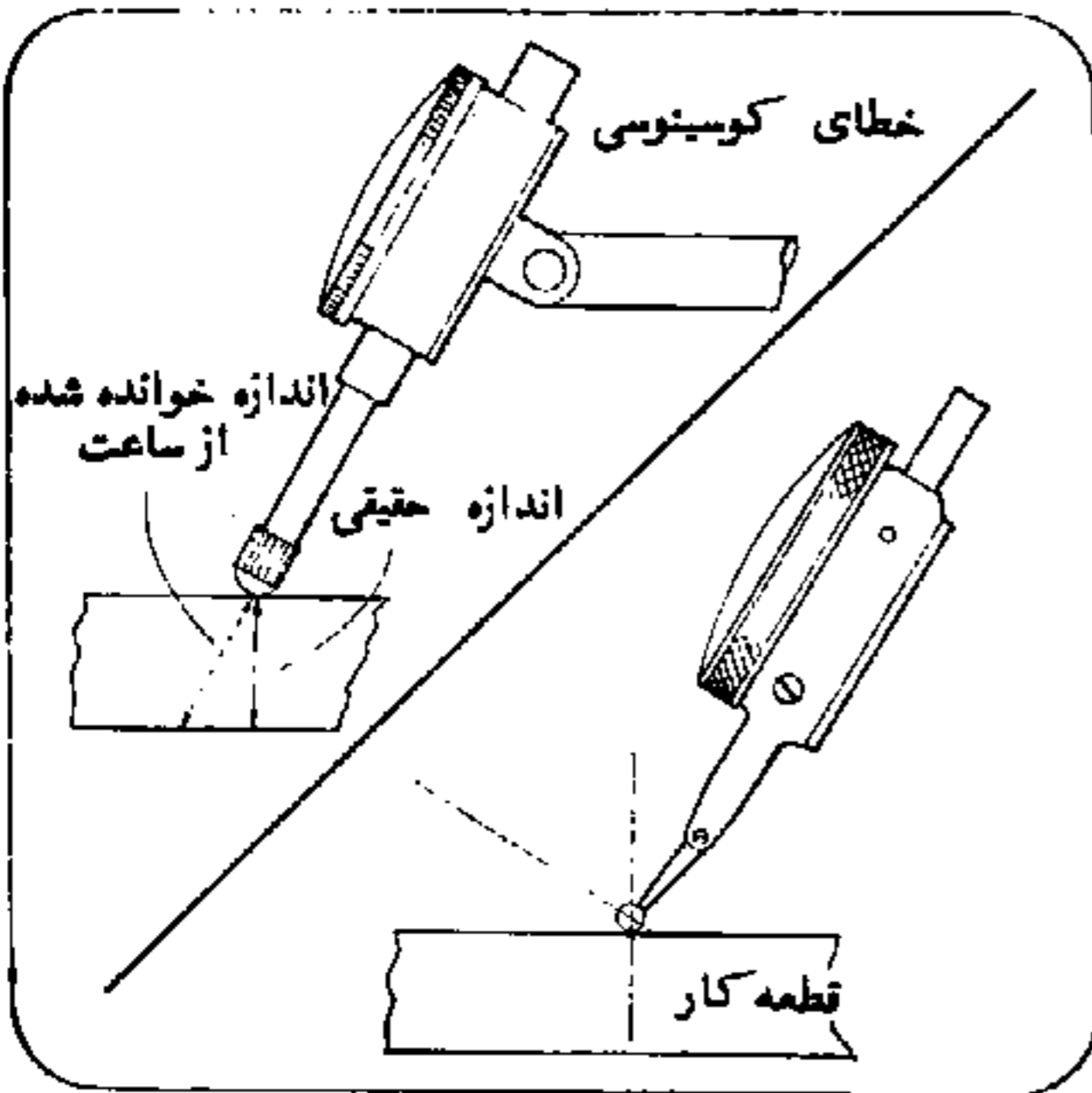
ساعت‌های اندازه‌گیری

۱ - ساعت را تمیز نگه‌دارید و محور آنرا با پارچه تمیز کنید .

هیچوقت به محور روغن نزنید چون روغن باعث جذب گرد و خاک میشود . اگر محور خوب بازی نمیکند ، دوسر آنرا با پارچه تمیز کنید .

۲ - مواظب باشید هیچ نوع ضربه‌ای به ساعت وارد نشود ، و در ساختمان آنها دخالت نکنید .

۳ - در موقع استفاده از ساعت‌های پستونی ، اطمینان حاصل کنید که محور بر قطعه کار عمود است . در موقع استفاده از ساعت‌های اهرمی ، سعی کنید زاویه مابین سوزن ساعت با قطعه کار کوچک باشد . هرچه این زاویه کوچکتر باشد ، اشتباه کوسینوسی کوچکتر خواهد بود .



۴ - ساعت‌های اندازه‌گیری را همواره روی پایه‌ای محکم سوار کنید . سعی کنید آویزش بازوی ساعت کم باشد . هرگز برای سوار کردن ساعت از وسائل نوك تیز استفاده نکنید .

۵ - فراموش نکنید که تغییر دادن طول سوزن ساعت اندازه‌گیری اهرمی ، بزرگ‌نمایی ساعت را نیز تغییر میدهد .

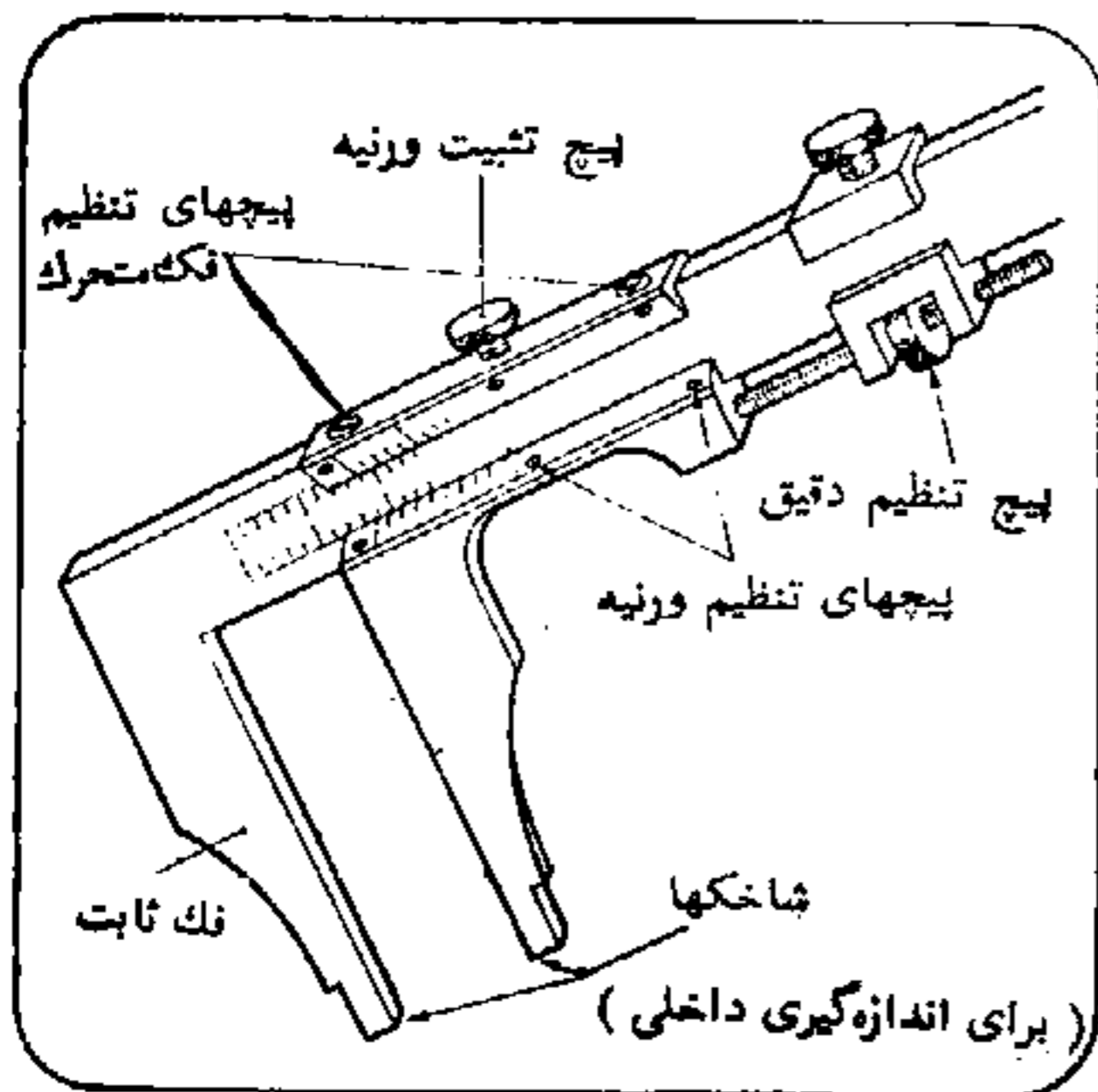
کولیس‌ها

۱ - قبل از بکار بردن کولیس آنرا تمیز کنید و اطمینان حاصل کنید که قسمت‌های متحرك کولیس براحتی حرکت میکنند .

۲ - به کولیس فشار زیاد وارد نیاورید چون باعث از دست دادن دقت آن میشود .

۳ - بباستن فکها و آزمایش فاصله بین فکها در برابر نور ، موازی بودن فکها قابل بررسی است .

۴ - برای اندازه‌گیری داخلی ، شاخک‌های کولیس را باید آزمایش کرد که فرسوده نشده باشند . توالرانس شاخک‌ها را هم باید با میکرومتر آزمود .



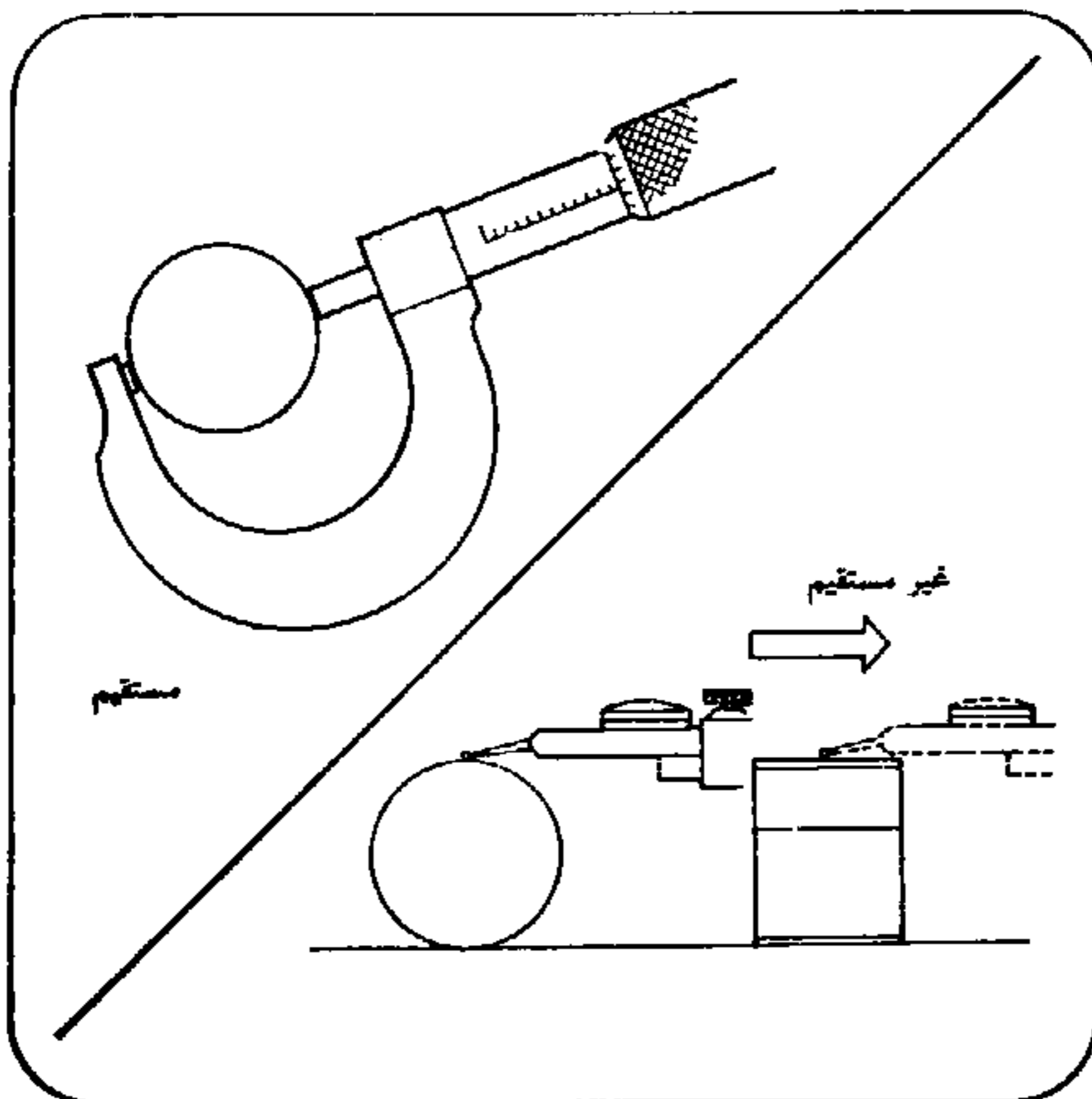
۵ - تنظیم درجه‌بندی کولیس و فاصله آزاد بین قسمت‌هایی که روی هم می‌لغزند ، با پیچ‌هایی که در کولیس پیش‌بینی شده ، قابل تنظیم است . ولی اگر کولیس به تنظیم کلی نیاز دارد آنرا به قسمت تعمیرات بفرستید .

انتخاب صحیح ابزار اندازه‌گیری

سهولت اندازه‌گیری قطعه کار و دقتی که موردنیاز است، بستگی بسیاری به انتخاب صحیح ابزار اندازه‌گیری دارد. طبیعی است که شکل قطعه کار و موقعیت قسمتی که باید اندازه‌گیری شود، تأثیر زیادی در انتخاب ابزار اندازه‌گیری دارد.

نکاتی چند درباره انتخاب ابزار اندازه‌گیری :

- ۱ - ابزار اندازه‌گیری را با در نظر گرفتن تolerانسی که باید بکار برده شود انتخاب کنید.
- ۲ - در صورت امکان، ابزاری را انتخاب کنید که بتوان اندازه‌ها را مستقیماً از روی آن بررسی کرد بدون اینکه نیازی به محاسبات بعدی پیدا شود.
- ۳ - از ابزارهای فرسوده یا معیوب استفاده نکنید.
- ۴ - فراموش نکنید که دقت ابزارهای اندازه‌گیری صدم درصد نیست.



مثالهایی از دقت‌های تخمینی ابزارهای اندازه‌گیری

تذکر: هرچه بعد مورد نظر بزرگ‌تر باشد، بهمان نسبت دقت اندازه‌گیری کمتر خواهد بود.

ابزار	نوع اندازه‌گیری	حدود اندازه	اندازه کوچکترین درجه روی ابزار	اعتماد
خط‌کش	مستقیم	150-600 mm.	0.5 mm.	± 0.5 mm.
خط‌کش عمیق‌سنج	مستقیم	150 mm.	0.5 mm.	± 0.5 mm.
پرگار	انتقالی	150 mm.	ندارد	± 0.5 mm.
کولیس	مستقیم	600 mm.	0.01 mm.	± 0.05 mm.
کولیس (عمق‌سنج)	مستقیم	300 mm.	0.01 mm.	± 0.05 mm.
کولیس (ارتفاع‌سنج)	مستقیم	600 mm.	0.01 mm.	± 0.05 mm.
میکرومترها				
25-50 mm. با کولیس	مستقیم		0.01 mm.	± 0.01 mm.
تا 150 mm. (ساده)	مستقیم		0.01 mm.	± 0.01 mm.
150-300 mm. (ساده)	مستقیم		0.01 mm.	± 0.02 mm.
میکرومترهای داخلی	مستقیم		0.01 mm.	± 0.01 mm.
میکرومترها (عمق‌سنج)	مستقیم		0.01 mm.	± 0.01 mm.
اندازه‌گیرهای تلسکوپ	انتقالی	150 mm.	ندارد	± 0.02 mm.
تکه اندازه‌گیری		100 mm. تا	0.001 mm.	0.0005 mm.
ساعت اندازه‌گیری	مقایسه	5 mm.	0.01 mm.	0.01 mm.
ساعت اندازه‌گیری	مقایسه	1.0 mm.	0.001 mm.	0.001 mm.
گونیا	مقایسه			30 ثانیه
استوانه	مقایسه			5 ثانیه

تکه‌های اندازه‌گیری و روش کاربرد آنها

استفاده از تکه‌های اندازه‌گیری از اوایل قرن بیستم توسعه یافت. این تکه‌ها کاملاً دقیق بوده بطور ردیفی و از فولاد آبدیده ساخته میشوند. سطوح روبروی این تکه‌ها بسیار صاف و صیقلی است (مانند آئینه)

مواظبت از تکه‌های اندازه‌گیری

تمیزی تکه‌های اندازه‌گیری بسیار مهم است. هنگامیکه بکار برده نمی‌شوند باید آنها را در جعبه‌های ویژه خود قرارداد. از دستمالی کردن سطوح صاف و صیقلی تکه‌های اندازه‌گیری خودداری کنید. تکه‌های اندازه‌گیری را باید قبل و بعد از استفاده تمیز کرد.

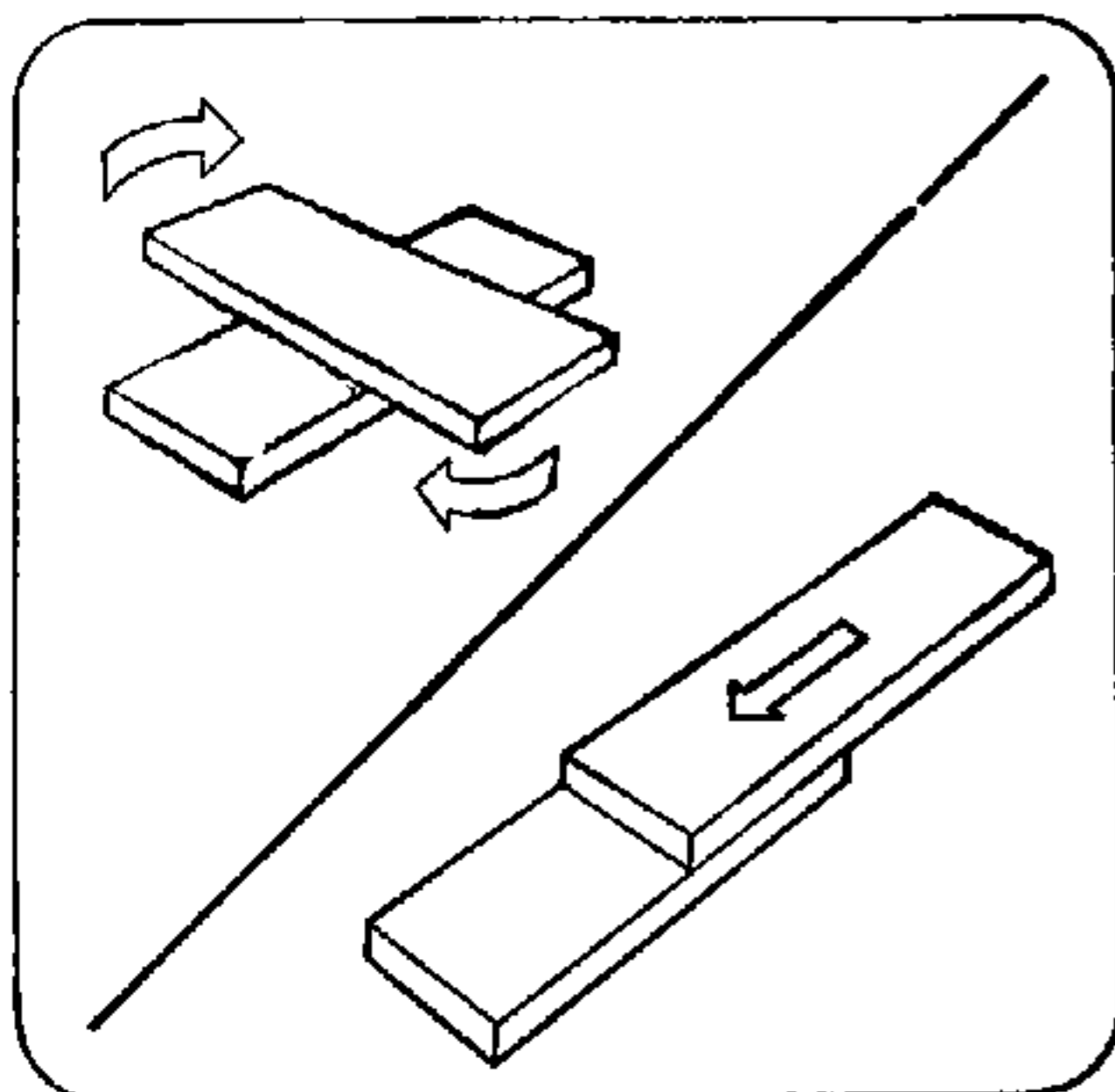
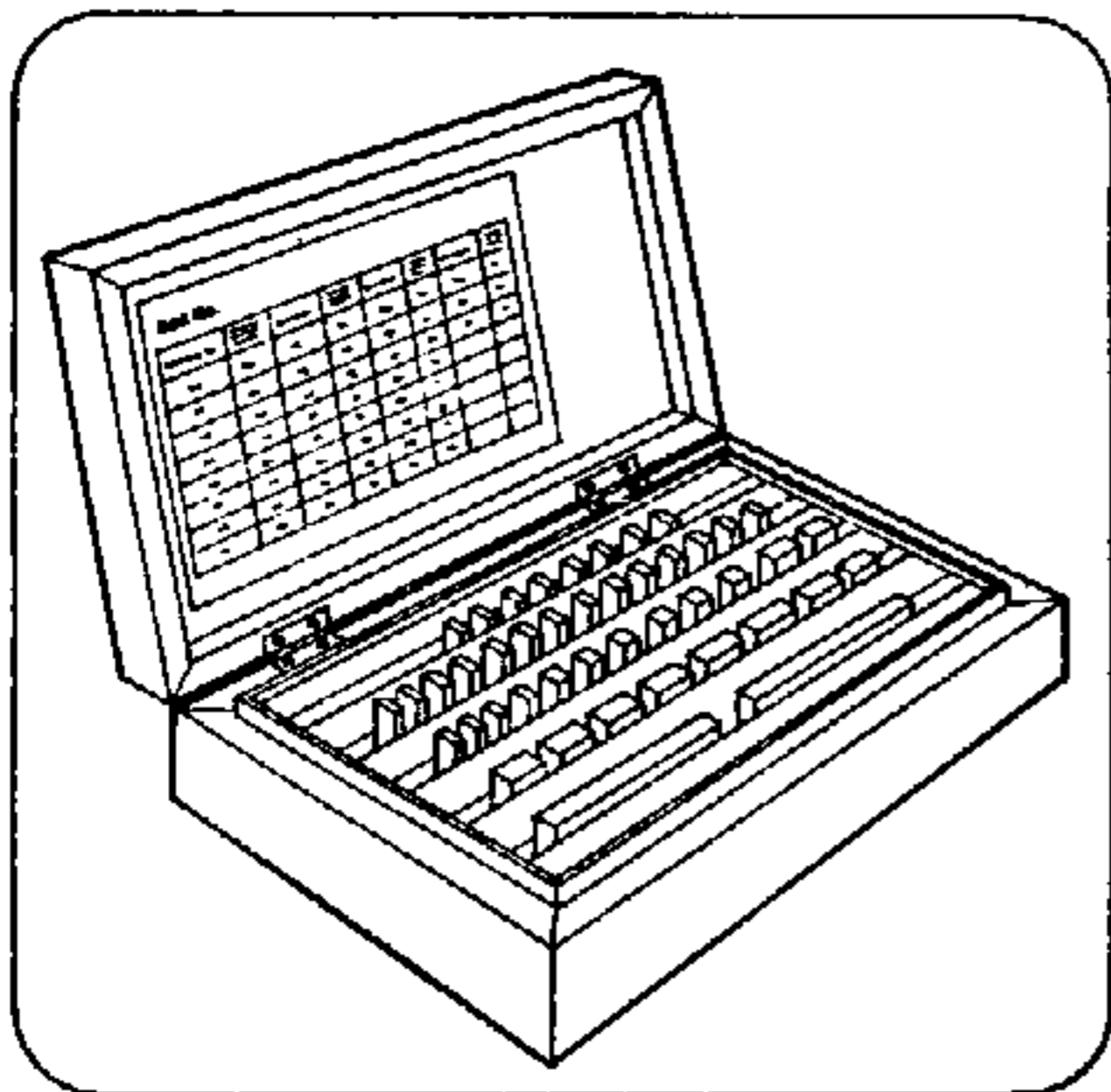
تمیز کردن

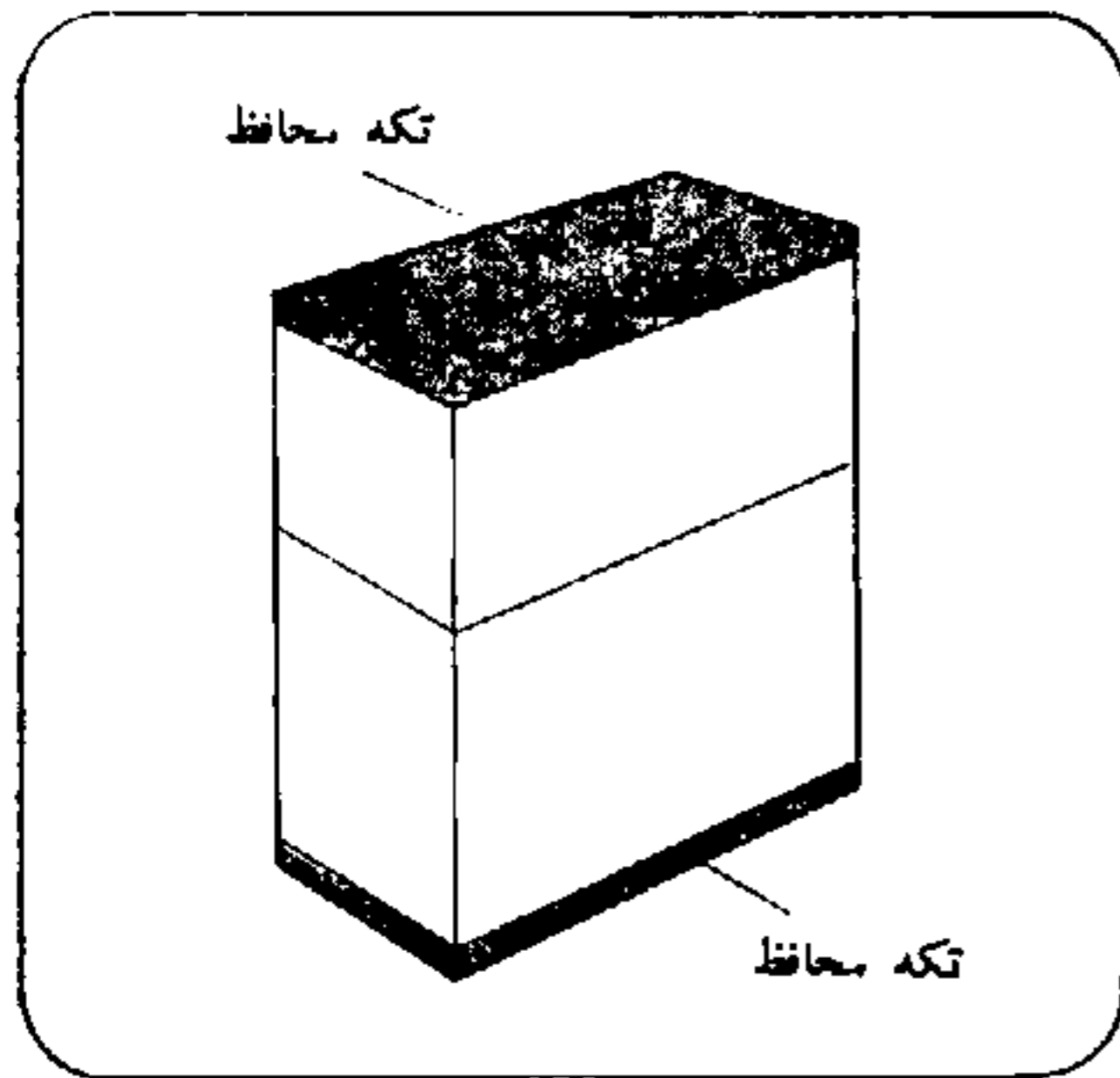
در شرایط معمولی می‌توان تکه‌های اندازه‌گیری را با دستمالی نرم و لطیف تمیز کرد، ولی اگر تکه اندازه‌گیری روغنی شد، برای تمیز کردن آن می‌توان از کربن تتراکلورید استفاده کرد.

ایمنی: به مقررات مربوط به محلولهای شیمیایی توجه کنید.

جفت کردن تکه‌های اندازه‌گیری

ابتدا تکه‌هایی را که می‌خواهید باهم جفت کنید انتخاب کرده سطوح مربوط را با دستمالی لطیف تمیز کنید. اول دوتا از بزرگترین تکه‌ها را انتخاب کنید. آنها را برهم عمود کرده با فشاری جزئی در یک خط قرار دهید تا باهم جفت شوند. تکه‌ها را از تکه بزرگتر شروع کرده بترتیب باهم جفت کنید. تکه‌هایی را که اندازه آنها از 1025 میلیمتر کمتر است با روش لغزاندن روی هم جفت کنید.





استفاده از حفاظهای تکه‌های اندازه‌گیری

برای جلوگیری از خراشید شدن سطوح بدون پوشش تکه‌ها، معمولاً حفاظی به روی سطوح می‌نغزاندند. این حفاظها معمولاً از 5 تا 2 میلیمتر ضخامت دارند و پس از فرسود شدن باسانی قابل تعویض اند. استفاده از حفاظها عمر تکه‌های اندازه‌گیری را زیاد میکند.

استفاده از جداول درجه بندی

درجه بندی تکه‌های اندازه‌گیری بازرسی بوسیله مقایسه آنها با تکه‌های اندازه‌گیری مادر انجام میشود. تکه‌های اندازه‌گیری مادر با تولرانسی معادل یک چهارم هزارم میلیمتر ساخته میشوند. انحراف اندازه تکه‌های اندازه‌گیری از اندازه‌های اسمی، در یک جدول درجه بندی که در حقیقت جدول خطای اندازه‌ها میباشد، ثبت میگردد. برای کارهای بسیار دقیق استفاده از جدول درجه بندی ضروری است. ابتدا اندازه‌های اسمی ترکیب تکه‌های اندازه‌گیری جمع زده میشود. اندازه بدست آمده اندازه اسمی تکه‌های جفت شده است. سپس میانگین خطای تکه‌های اندازه‌گیری جمع زده میشود (با در نظر گرفتن منفی یا مثبت بودن علامت). مجموع خطای میانگین به اندازه اسمی تکه‌های جفت شده اضافه یا از آن کم میشود. بدین ترتیب اندازه حقیقی تکه‌های ترکیب شده بدست می‌آید.

جعبه شماره	
اندازه اسمی (به اینچ)	میانگین خطای اندازه اسمی در 68°F 10 ⁻⁶
0.1001	-15
0.1002	-5
0.1003	-25
0.1004	-12
0.1005	-18
0.1006	-15
0.1007	-22
0.1008	-14
0.1009	-8

نتیجه خطاهای جمع شده

بی توجهی در ترکیب کردن تکه های اندازه گیری ممکن است خطاهائی پدید آورد . قسمت های زیرمی توانند مسبب اصلی خطاها باشند :

- ۱ - انحراف از اندازه حقیقی .
- ۲ - تمیز نبودن سطوحی که روی هم لغزانده میشوند .
- ۳ - انبساط تکه ها در اثر بی حفاظ بودن و قرار گرفتن در برابر نور شدید یا دستمالی شدن زیاد .

با توجه به نکات زیر میتوان خطا را کاست :

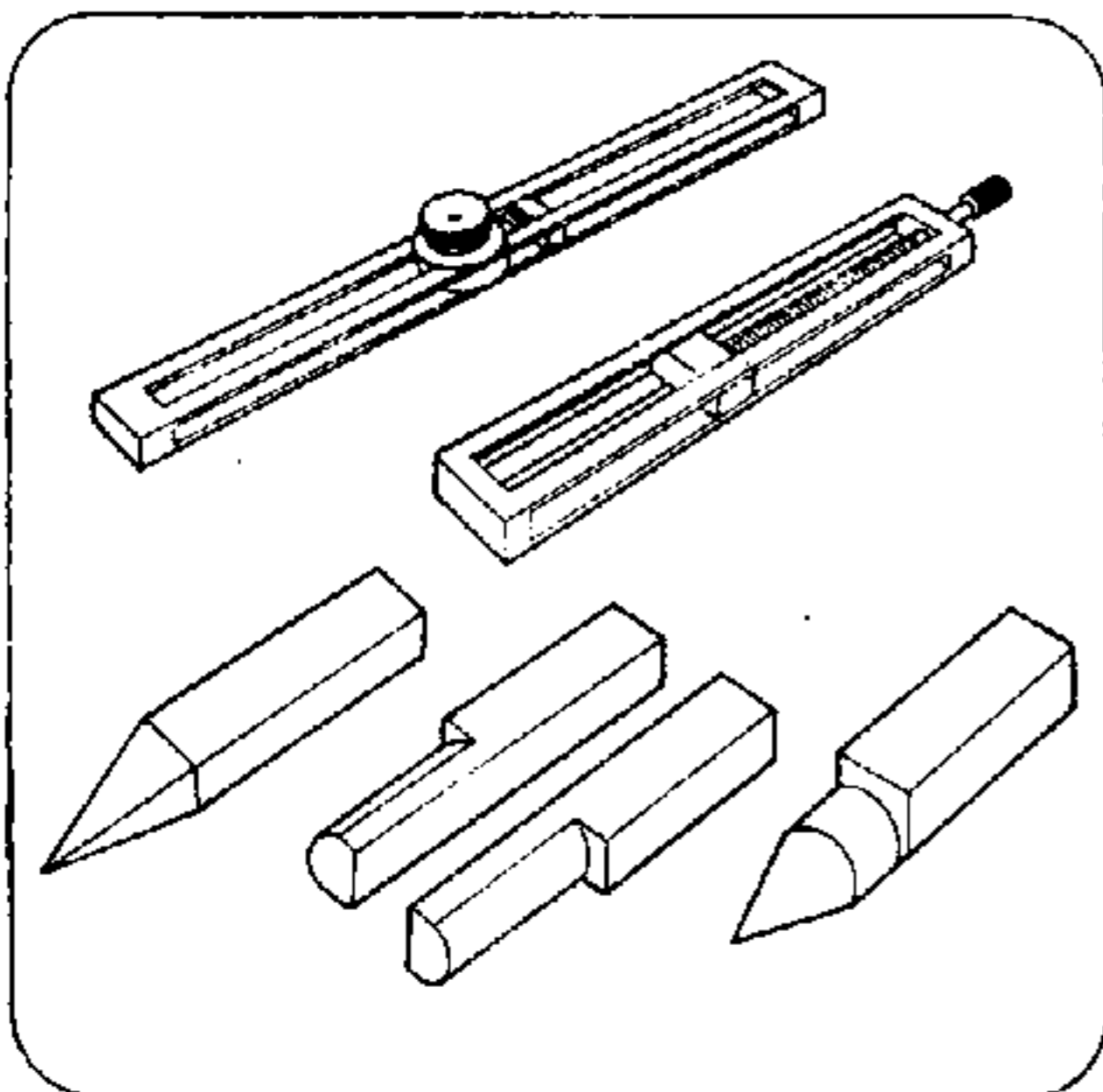
- ۱ - استفاده از جدول درجه بندی .
 - ۲ - پاک نگاه داشتن سطوح تکه های اندازه گیری .
 - ۳ - دستمالی نکردن زیاد تکه ها و بازگرداندن آنها به جعبه های ویژه خود پس از کاربرد .
- اگر متوجه شدید که تکه های اندازه گیری خراشیده شده اند ، بایک متخصص مشورت کنید .
فراموش نکنید که تکه های اندازه گیری معیاری برای اندازه گیری های شما میباشند .

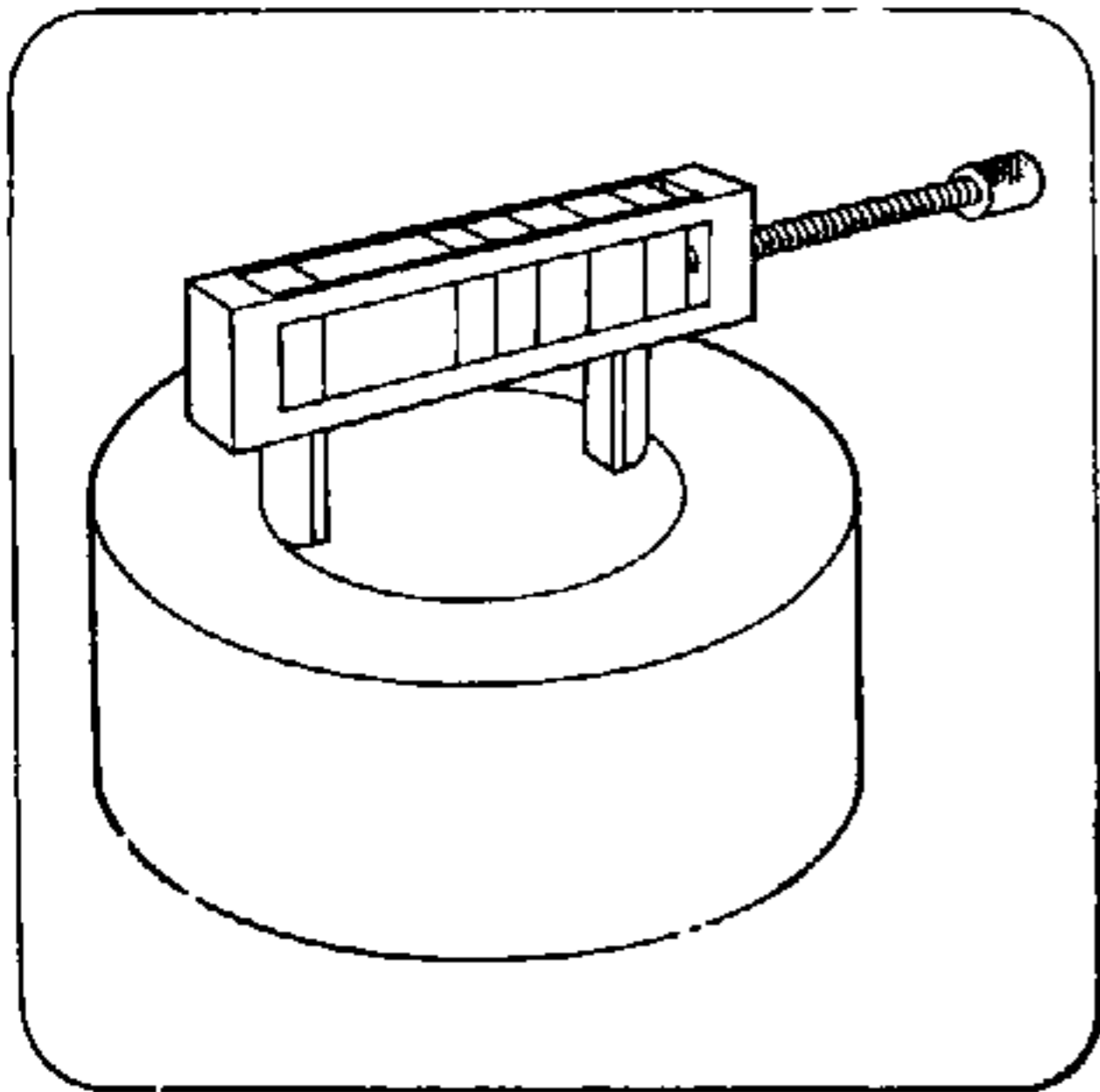
لوازم فرعی تکه های اندازه گیری

برای گسترش میدان کاربرد تکه های اندازه گیری بعضی لوازم فرعی طرح شده است . با استفاده از این لوازم می توان اندازه گیری های گوناگونی را ، مانند اندازه گیری ابعاد داخلی و خارجی و خط کشی های دقیق انجام داد . موارد روش کاربرد لوازم فرعی در شکل های زیر نشان داده شده است :

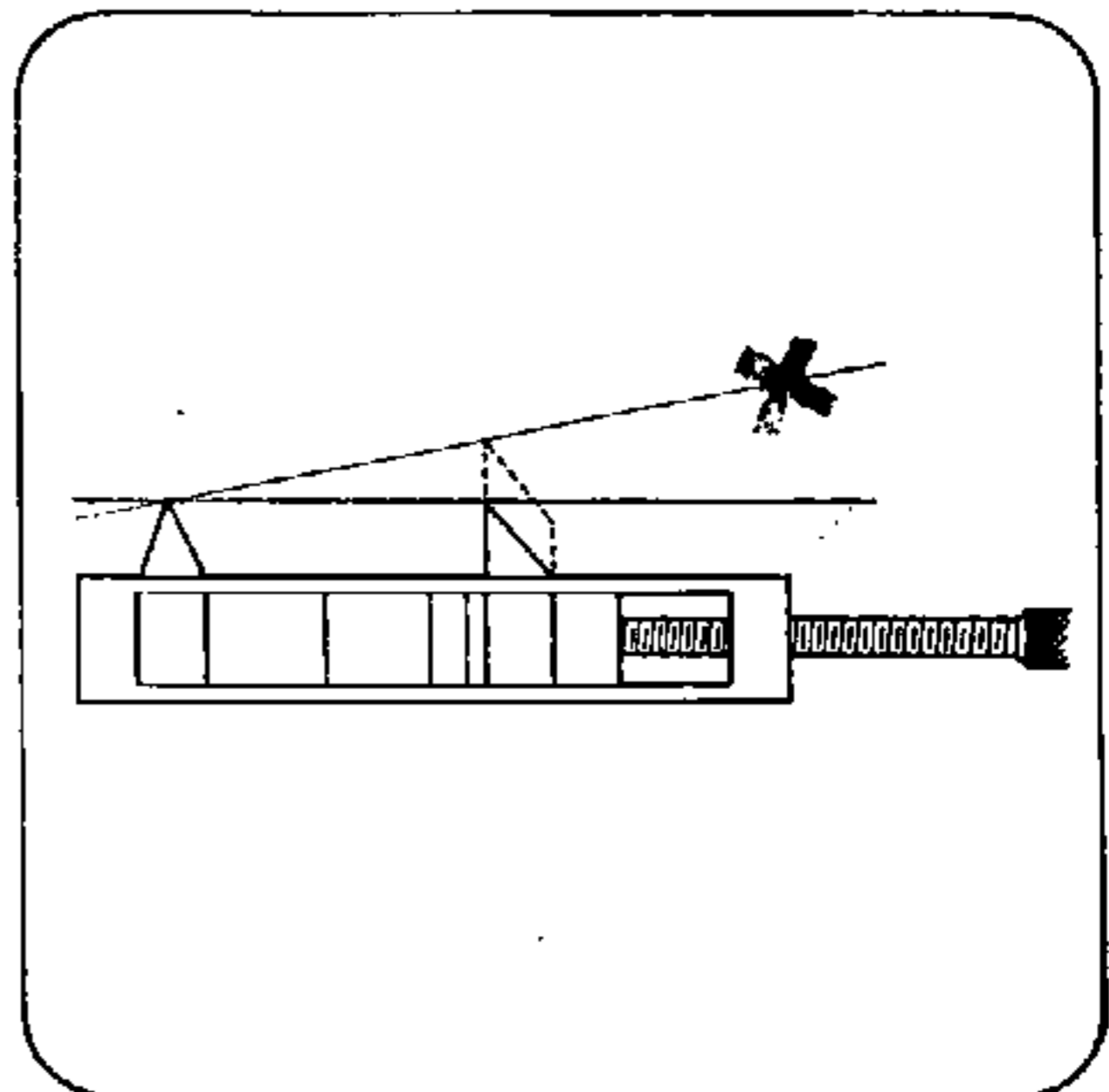
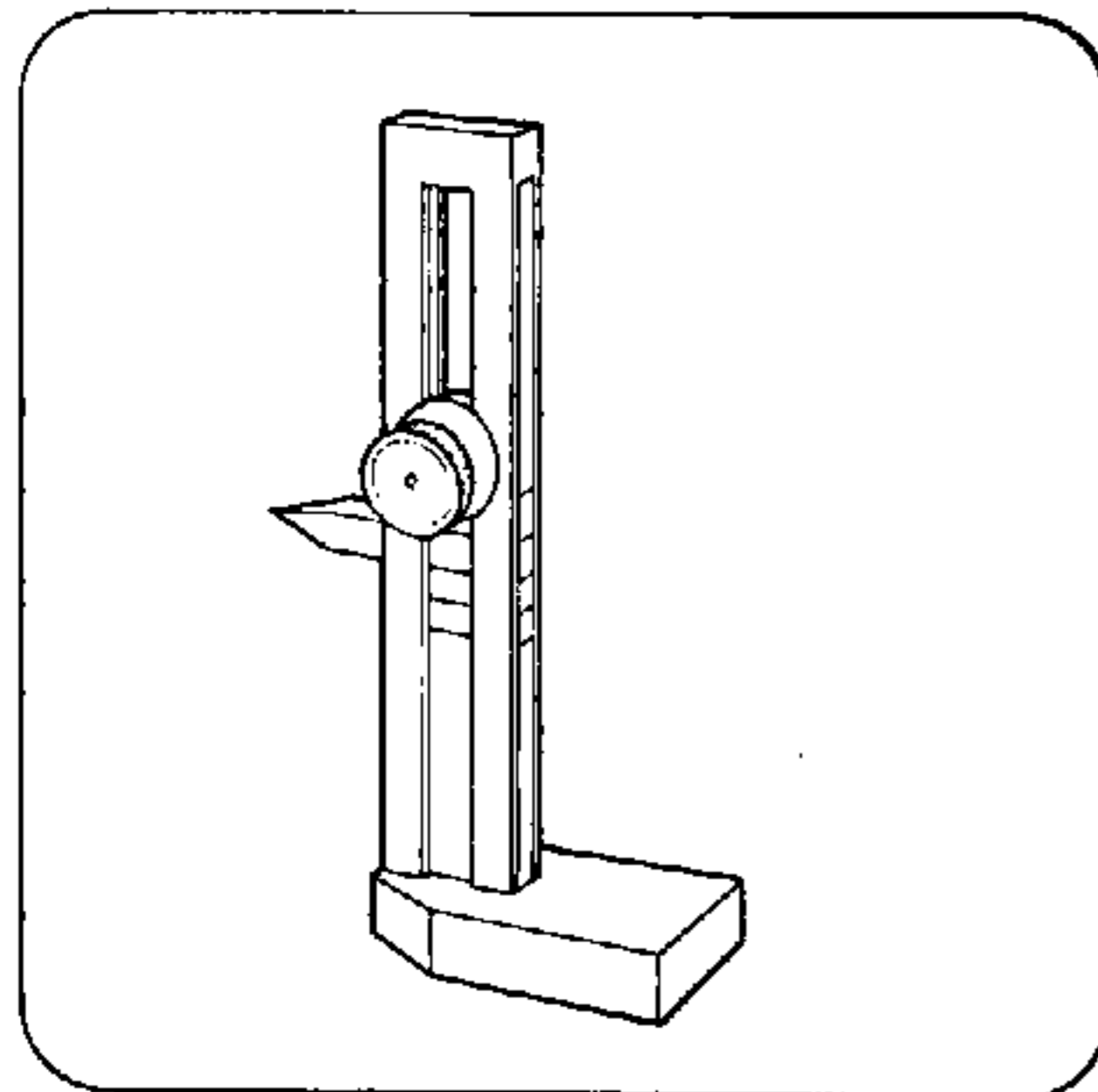
۱ - ساختن وسیله نشانه گذاری

- الف) فک و گیره مناسبی انتخاب کنید .
- ب) اندازه تکه های اندازه گیری مورد نیاز را حساب کنید .
- ج) طبق دستورات قبلی تکه های اندازه گیری را روی هم بلغزانید .
- د) فکها را روی دوسر تکه های جفت شده قرار دهید .
- ه) تکه های جفت شده را در گیره گذاشته دوسر فکها را با استفاده از خط کش تیغه ای در یک امتداد قرار دهید .



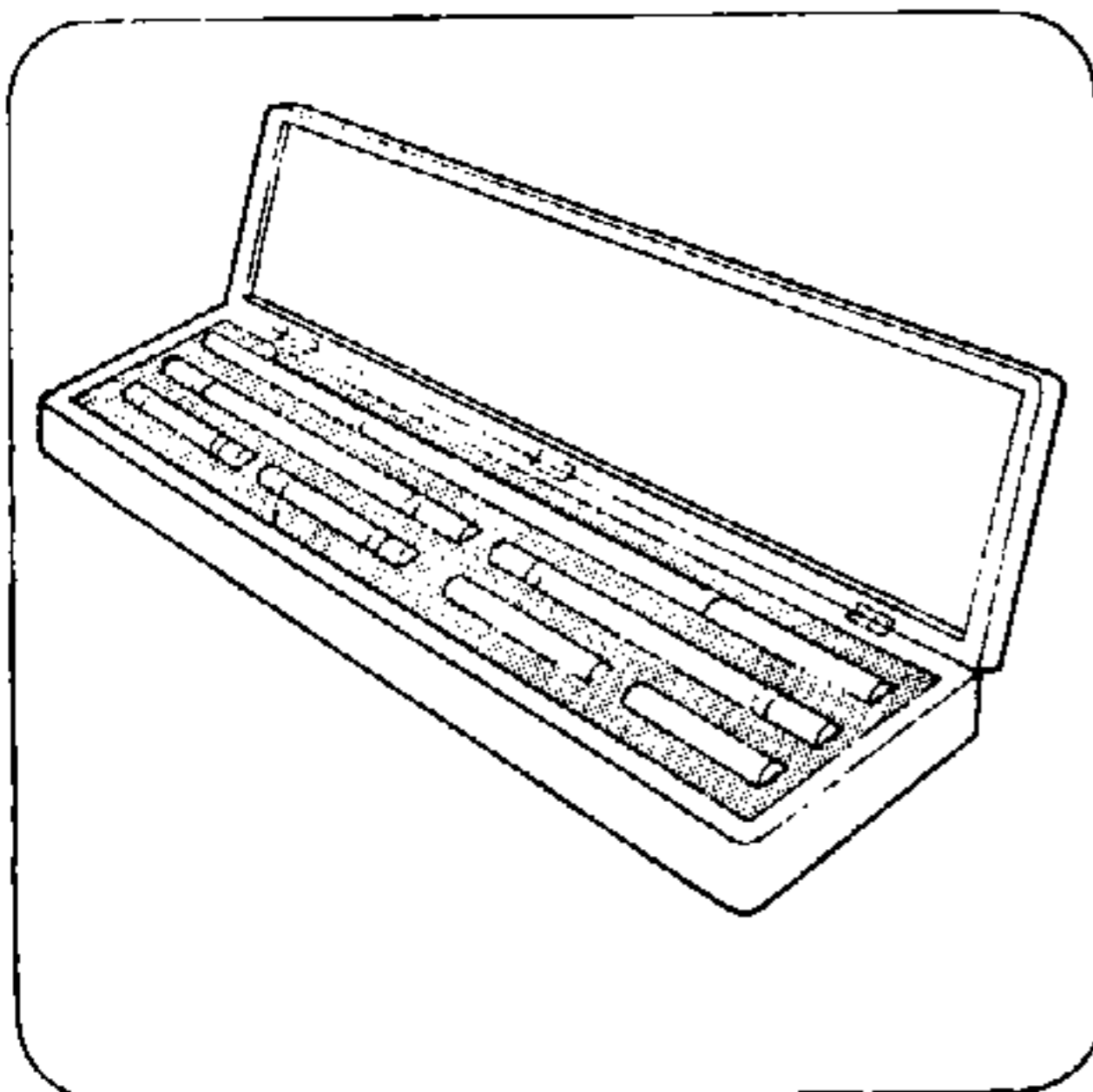


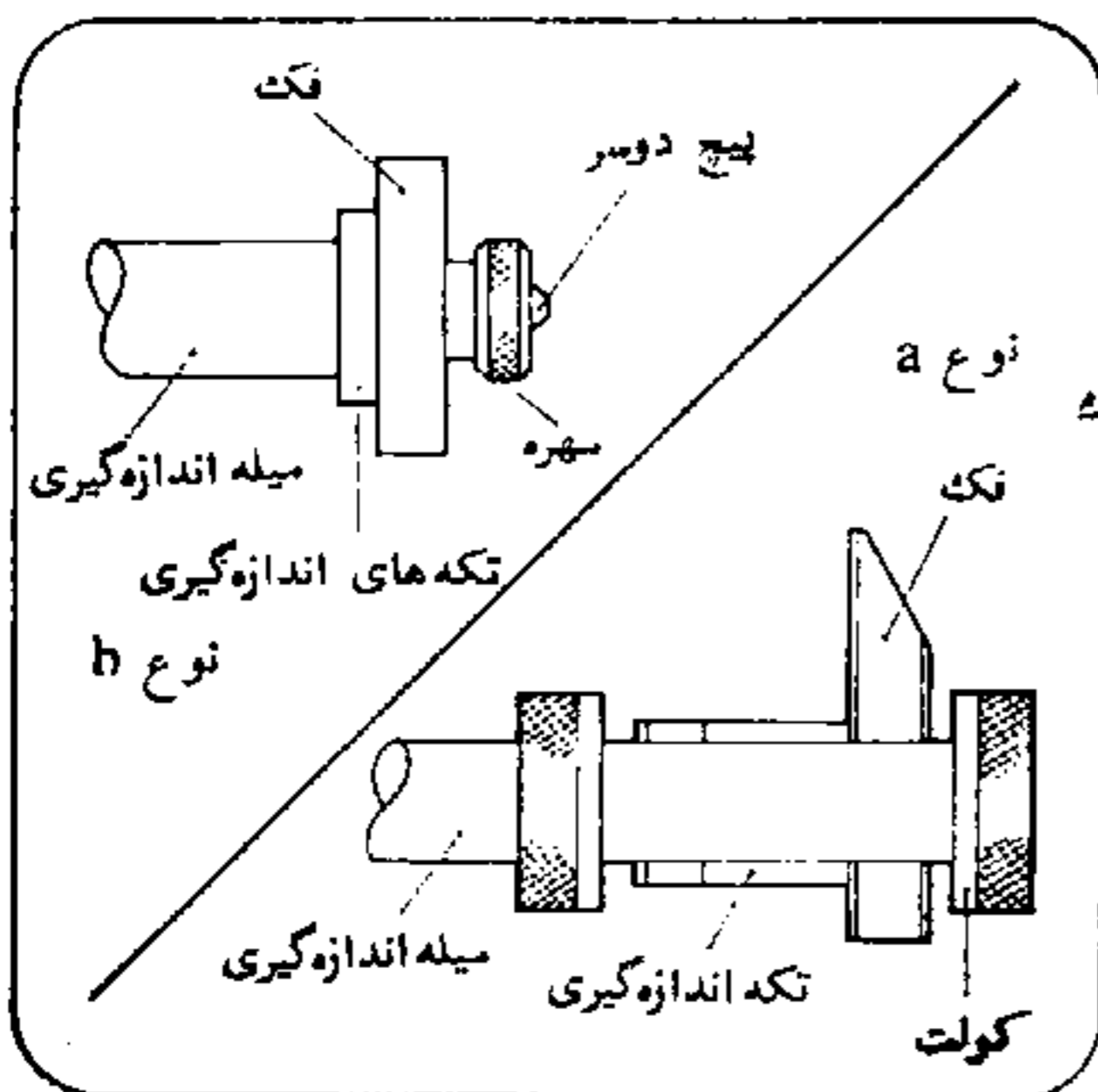
(و گیره را سفت کنید .
 فراموش نکنید که بهنگام ساختن پرگار باید
 فکها حتماً در یک امتداد قرار داشته باشند تا از خطای
 کوسینوسی جلوگیری شود .



۲ - میله‌های اندازه‌گیری ترکیبی

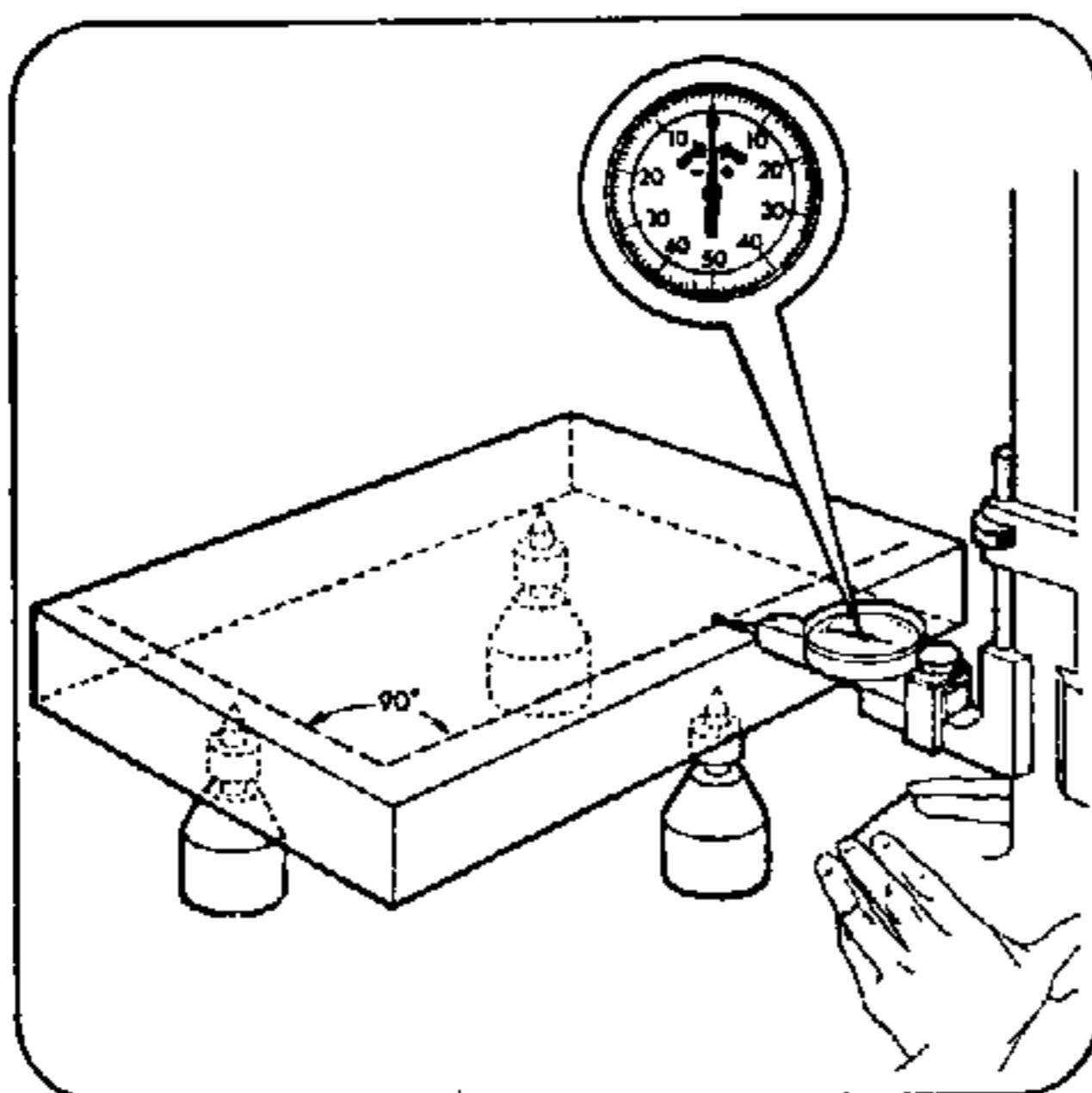
برای معیارهای دقیق اندازه‌گیری‌های بیش از 100 میلی‌متر
 از میله‌های اندازه‌گیری ترکیبی استفاده میشود. این میله‌ها
 معمولاً ردیفی عرضه میشوند و حدود اندازه‌های آنها از
 25 تا 750 میلی‌متر است . برش این میله‌ها دایره‌ای
 شکل است ، (با قطری معادل 22 میلی‌متر). طول این
 میله‌ها با دقت معین شده و دوسر آنها کاملاً صاف است.
 در هر یک از دوسر این میله‌ها سوراخی قلاویز شده است
 تا بتوان میله‌ها را بهم وصل کرد . این میله‌ها در
 سه درجه ساخته میشوند : میله‌مادر ، (برای آزمایش





میلله های دیگر) ، میلله بازرسی و میلله کارگاهی . این میلله ها نیز مانند تکله های اندازه گیری ، با جدول درجه بندی عرضه میشوند . مواظبت و نگهداری میلله ها مانند تکله های اندازه گیری است . برای میلله ها هم لوازم فرعی موجود است . با ترکیب میلله ها و تکله های اندازه گیری اندازه گرفتن اندازه های بیشماری امکان پذیر است .

آزمایش همواری



برای آزمایش همواری اجسام روشهای گوناگونی موجود است، مانند : خط کش تیغه ای، اتوکولیماتور ، ساعت اندازه گیری و غیره . اما متداولترین روش استفاده از ساعت اندازه گیری است ، بشرط اینکه اندازه قطعه کار مناسب باشد .

۱ - حاضر کردن قطعه کار

الف) قطعه کار را کاملاً تمیز کنید

ب) سه پایه قابل تنظیم را طوری روی صفحه صافی قرار دهید که در حدود قطعه کار مثلی را ایجاد کند .

ج) قطعه کار را روی پایه ها قرار دهید . سطح مورد بررسی را بسمت بالاتر قرار دهید .

د) با تنظیم پایه ها ، سطح قطعه کار را با صفحه صافی موازی کنید . این عمل را بصری انجام دهید .

۲ - آزمایش کردن سطح قطعه کار

الف) ساعت اندازه گیری را روی پایه ای استوارسوار کنید . کف پایه را تمیز کنید .

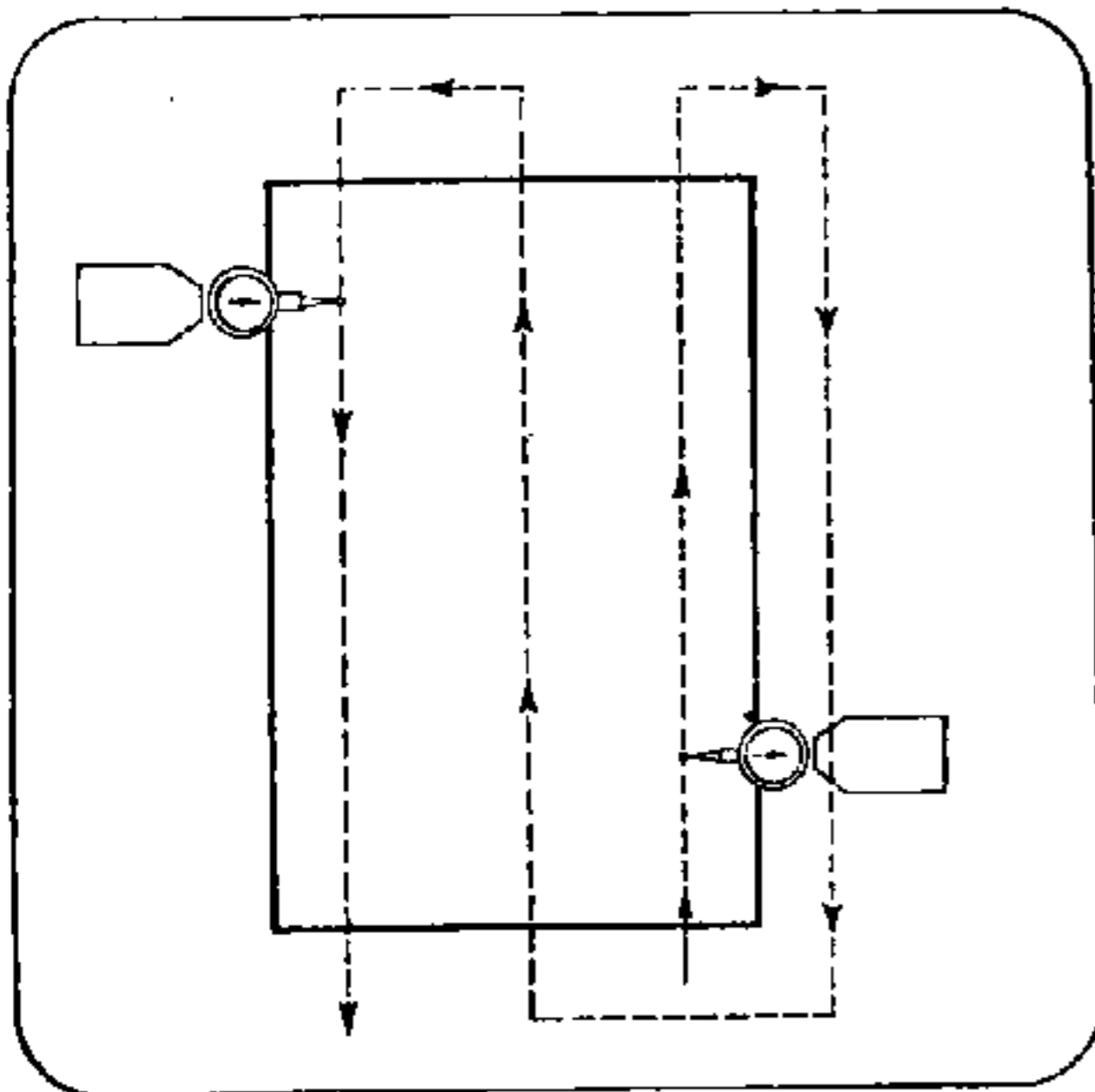
تذکره : مواظب باشید که ساعت اندازه گیری زیاد از پایه آویزان نباشد .

ب) سوزن ساعت اندازه گیری را روی قطعه کار قرار دهید و با چرخاندن سوزن دور لبه سطح کار و با تنظیم پایه ها ، رقم ثابتی روی ساعت بدست آورید .

ج) ساعت اندازه گیری را طوری قرار دهید که سطحی دیگر ، عمود بر سطح ترازشده را بشود آزمایش کرد . پایه ها را همانند بالا تنظیم کنید .

د) ساعت اندازه گیری را بجای اول خود بازگردانید و دوباره پایه ها را تنظیم کنید .

تذکره : این روش بدین منظور است که سطح قطعه کار از دو جهت برهم عمود باشند .



ه) اندازه‌گیری را با طول بزرگ قطعه کار شروع کرده سوزن ساعت را درگیر کنید. عقربه ساعت را روی صفر بیاورید.

و) سوزن را از قطعه کار جدا کنید و ساعت را در جهت (ه) حرکت دهید. ساعت را آزمایش و اگر لازم بود تنظیم کنید.

تذکر: ساعت در جهتی مشخص روی صفر گذاشته شده است مسیر عبورهای بعدی باید در این جهت باشد. مسیر حرکت‌های ساعت در شکل مشخص شده است. ز) ساعت را روی تمام سطح بحرکت درآورید. مقدار و جهت انحراف از صفر را ملاحظه کنید.

آزمایش صافی

در بسیاری از موارد کفایت صافی اجسام را بوسیله خط‌کش تیغه‌ای آزمایش کرد، ولی باروشی که در

زیر شرح داده میشود دقت بیشتری بدست می‌آید.

استفاده از خط‌کش تیغه‌ای و تکه‌های اندازه‌گیری

۱- آماده کردن:

الف) سطح زیر آزمایش و خط‌کش تیغه‌ای را تمیز کنید.

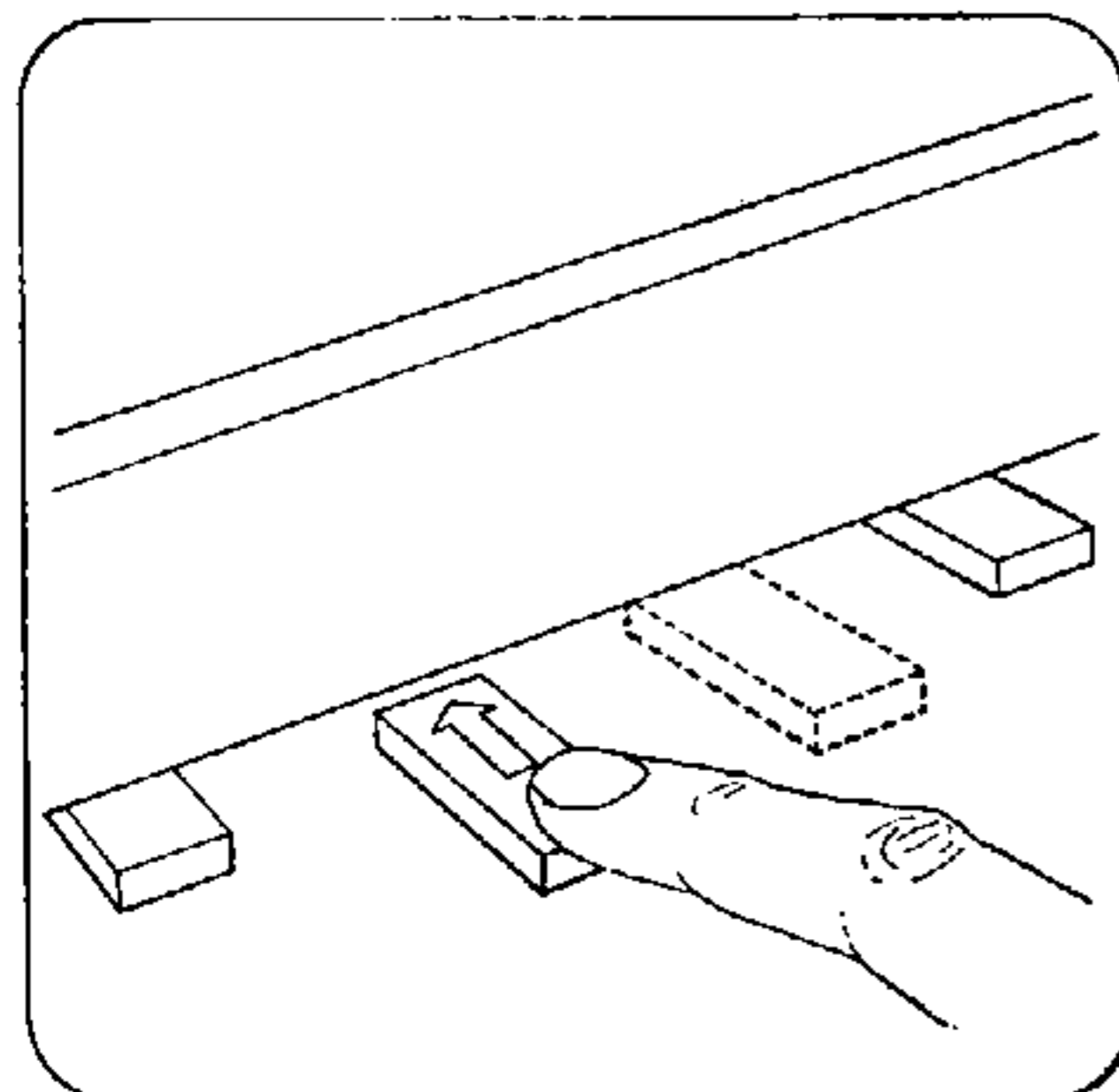
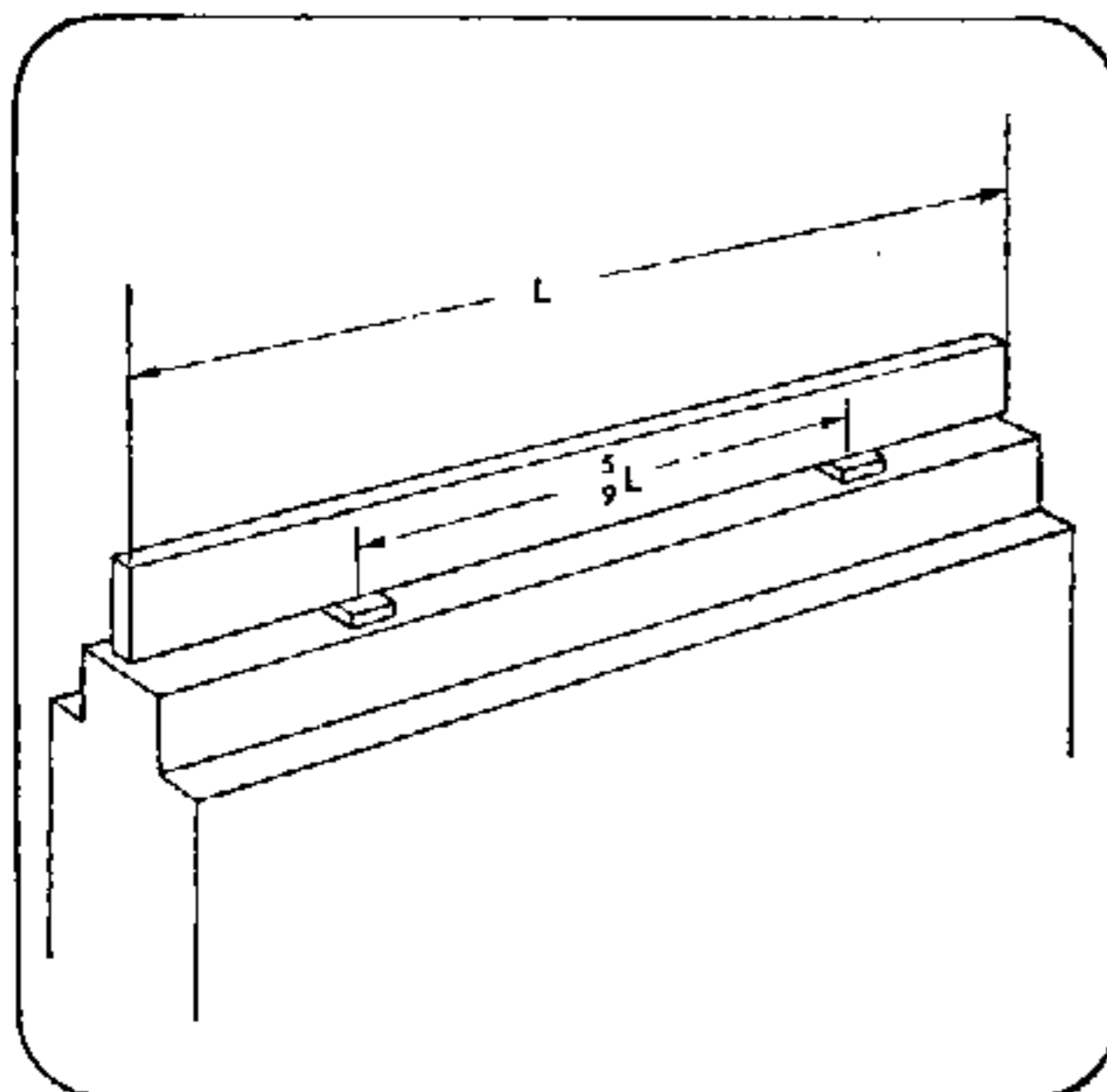
ب) دو ترکیب از تکه‌های اندازه‌گیری انتخاب کنید و خط‌کش تیغه‌ای را روی آنها سوار کنید. (مانند شکل)

تذکر: ترکیب تکه‌های اندازه‌گیری بایدطوری باشد که انحرافات مثبت و منفی را بتوان اندازه‌گیری کرد.

ج) ترکیب‌ها را طوری قرار دهید که فاصله بین آنها $\frac{5}{9}L$ طول خط‌کش تیغه‌ای باشد (برای حداقل کمانش)

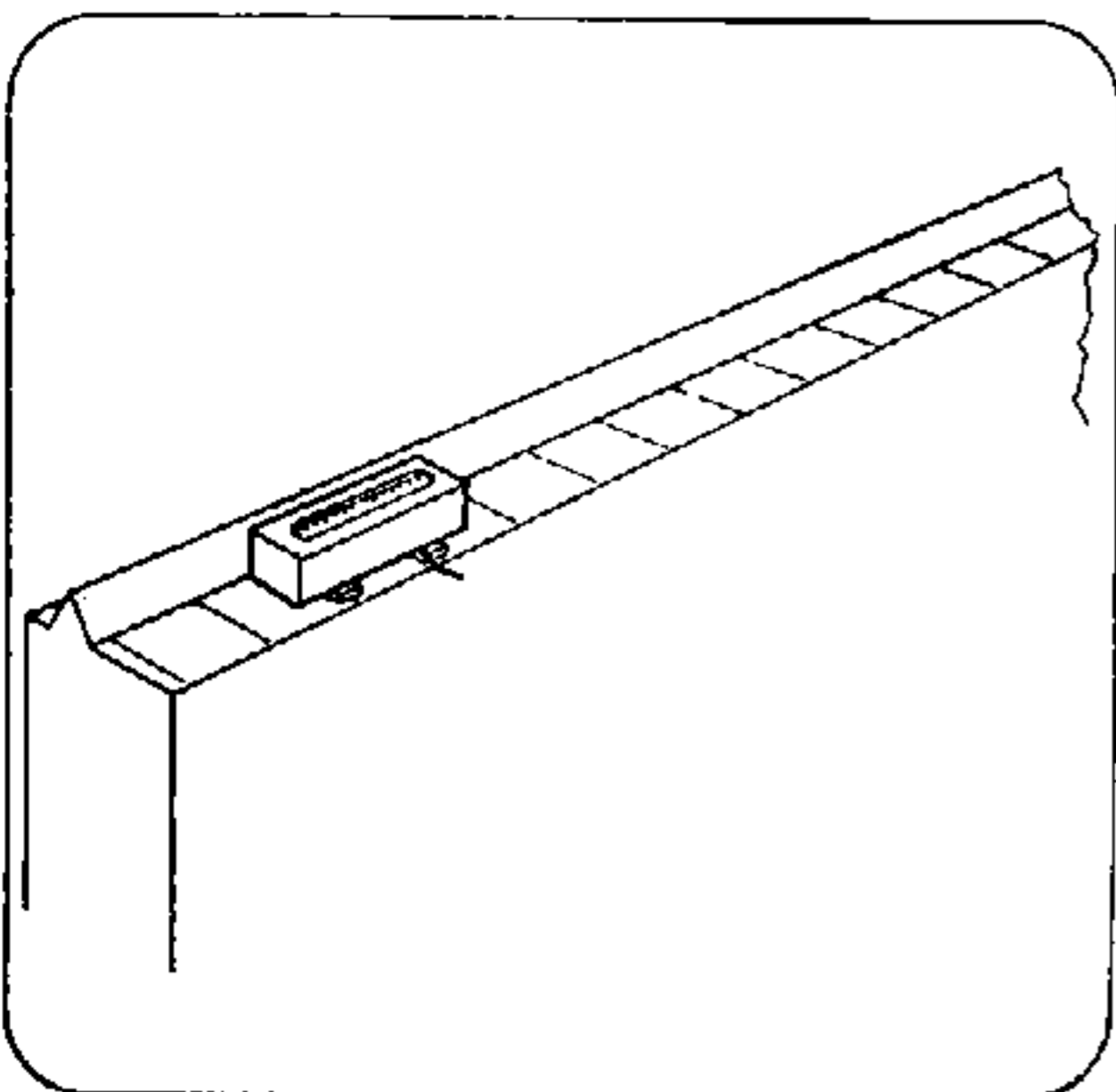
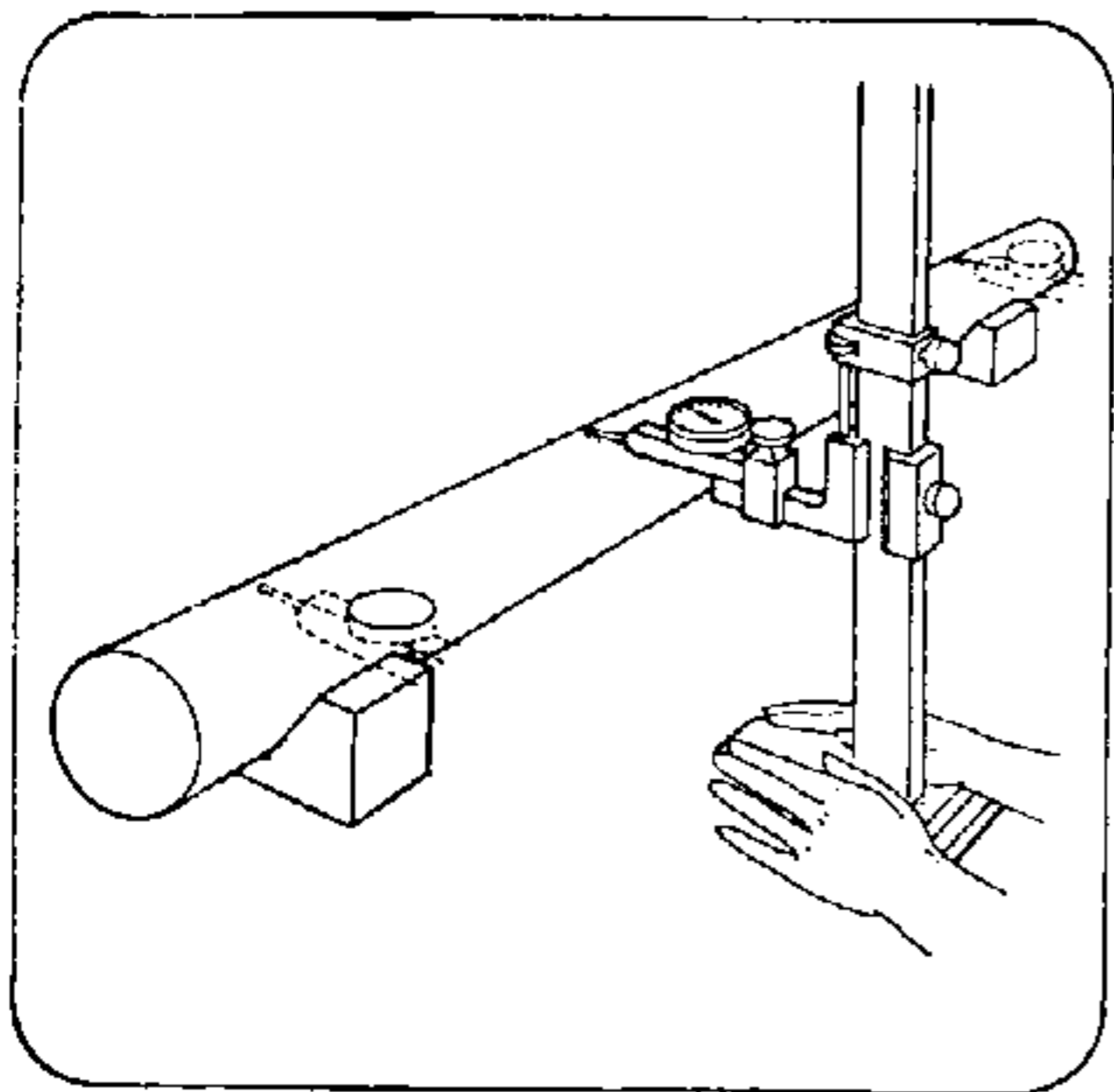
۲- اندازه‌گیری فاصله بین قطعه کار و خط‌کش تیغه‌ای تمام طول سطح قطعه کار را بررسی کنید و مقدار خطای مثبت و منفی را اندازه‌گیری کنید.

۳- خطاها را با مشخصات لازمه مقایسه کنید تذکر: برای این نوع آزمایش‌ها تکه‌های اندازه‌گیری ویژه موجود است.



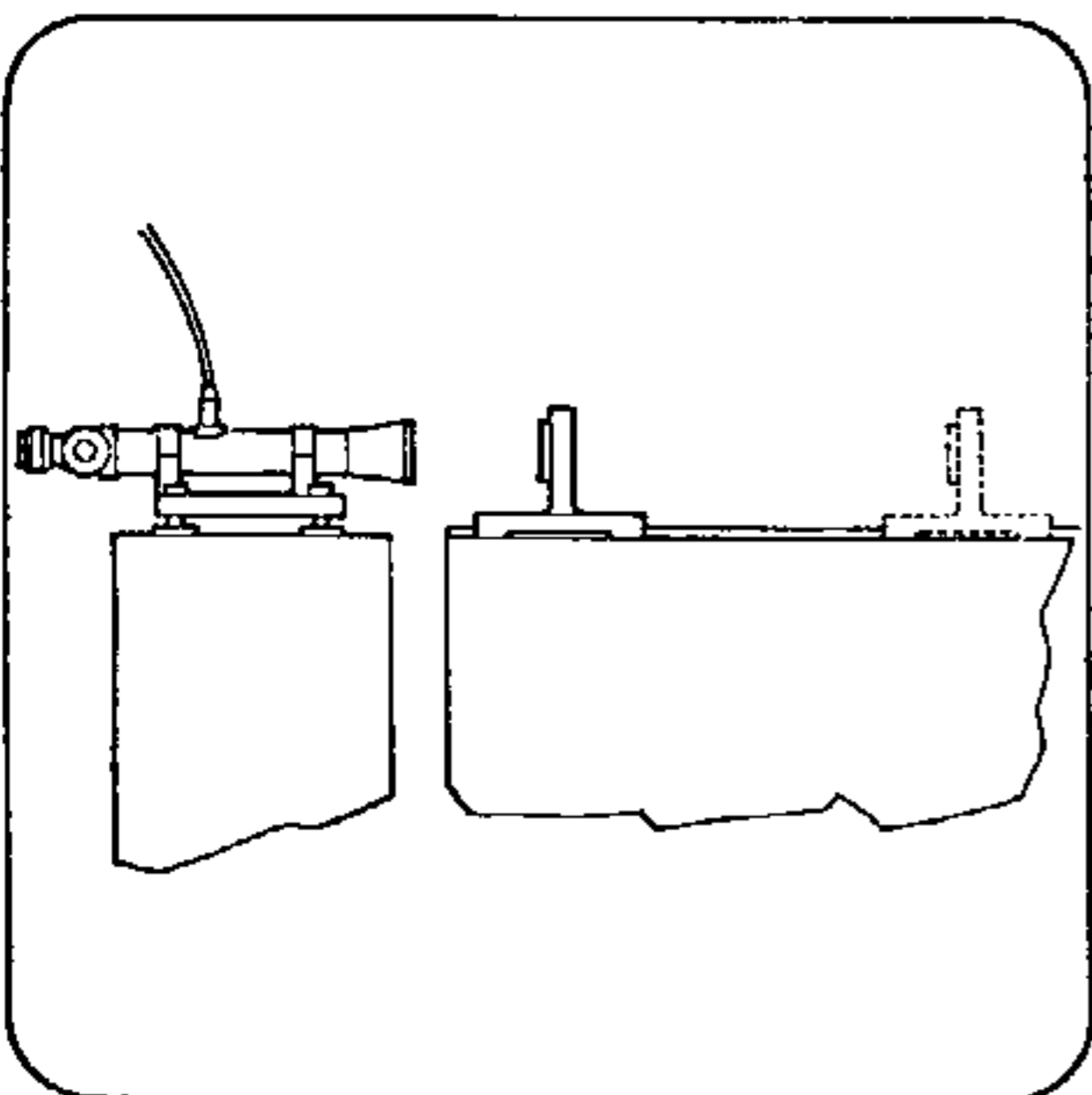
روشهای دیگر

۱- ساعت اندازه گیری با صفحه مرجع (رفرنس پلیت)



۲- باقراز

به قسمت «درجه بندی صفحه صافی» مراجعه کنید.



۳- اتوکولیماتور (AUTO-COLLIMATOR)
(به قسمت استفاده از اتوکولیماتور) مراجعه کنید.

آزمایش گونیائی بودن

گرچه آزمایش گونیائی بودن اجسام معمولا بوسیله گونیا انجام میگردد، ولی مواردی پیش میآید که باید از روشهای دقیقتری پیروی کرد، مانند آزمایش باقرارهای زاویه‌ای، اتوکولیماتور و غیره. یکی از ساده‌ترین روشهای کارگاهی برای کارهای معمولی استفاده از استوانه و تکه‌های اندازه‌گیری است.

۱- آماده کردن :

الف) سطوح قطعه کار را تمیز کنید.

ب) صفحه صافی را تمیز کنید و قطعه کار را طوری روی آن بگذارید که کاملا روی صفحه صافی بخوابد.

ج) گونیا را انتخاب کرده تمیز کنید.

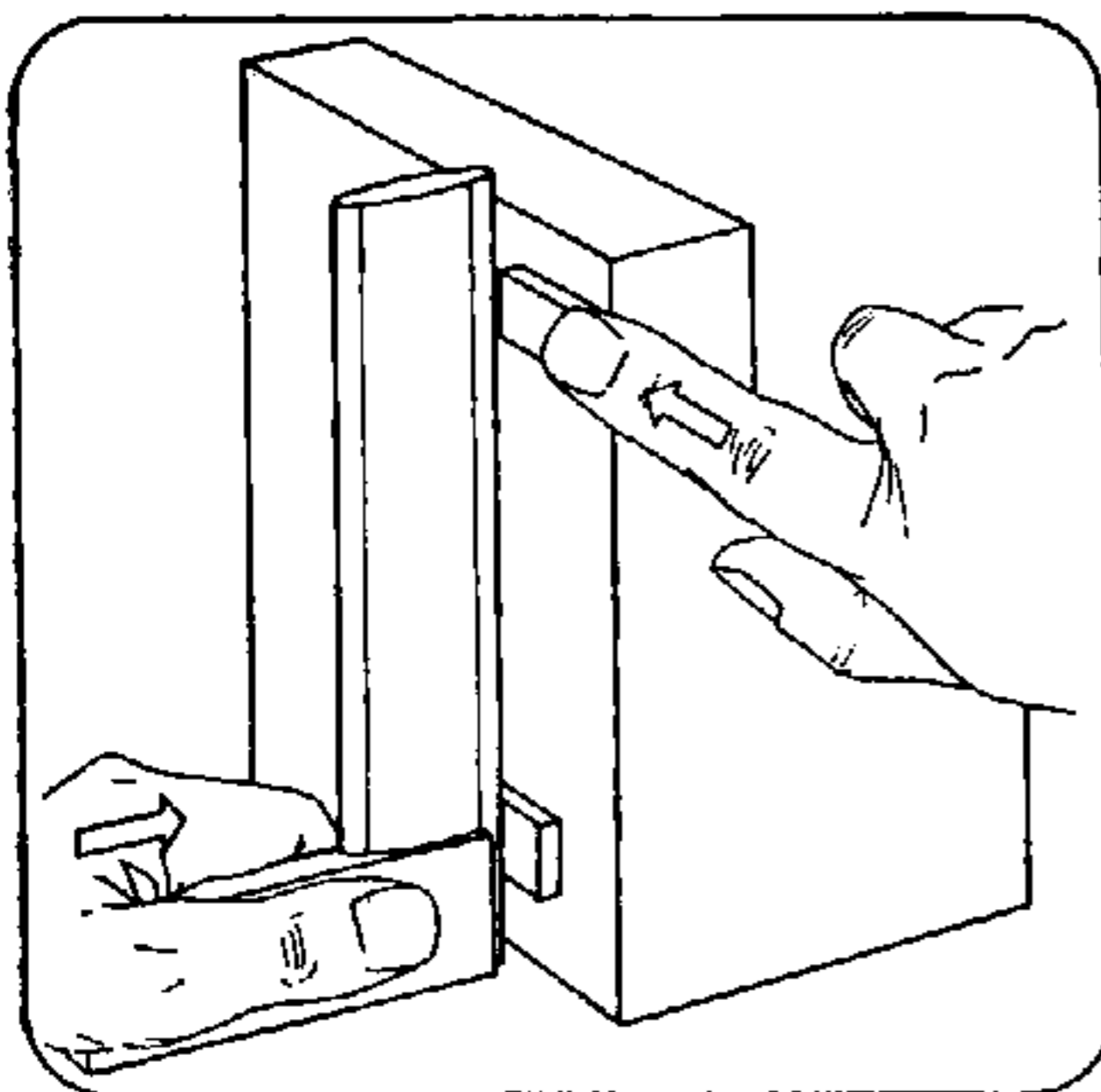
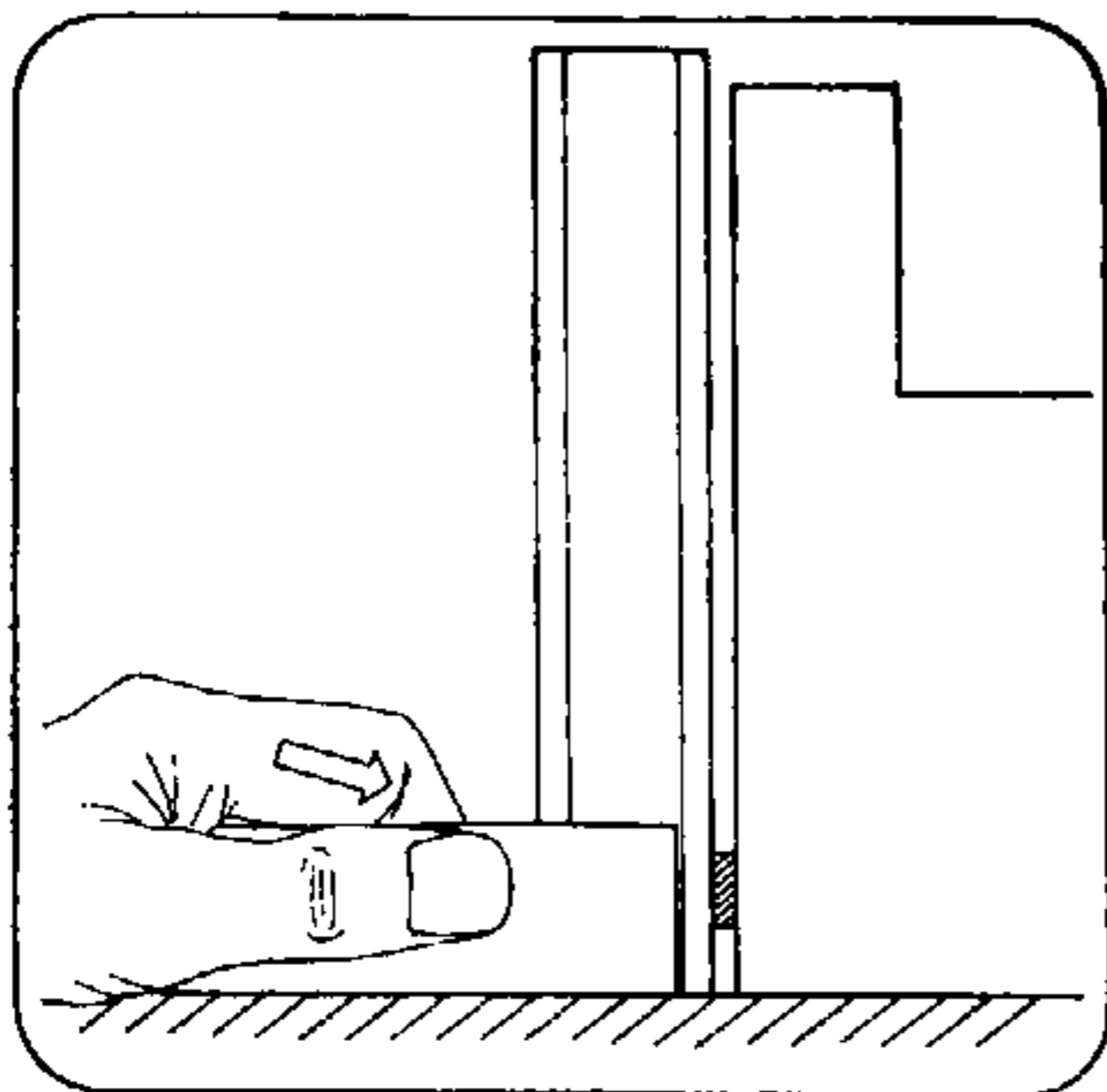
۲- آزمایش گونیائی بودن قطعه کار

الف) گونیا را محکم روی صفحه صافی قرار دهید. یک تکه اندازه‌گیری انتخاب کنید (مثلا یک تکه 2.5 میلیمتری)، و آنرا بین ساق گونیا و سطح قطعه کار قرار دهید.

ب) گونیا را حرکت دهید تا تکه اندازه‌گیری در نزدیکی‌های پائین سطح قطعه کار گیر کند.

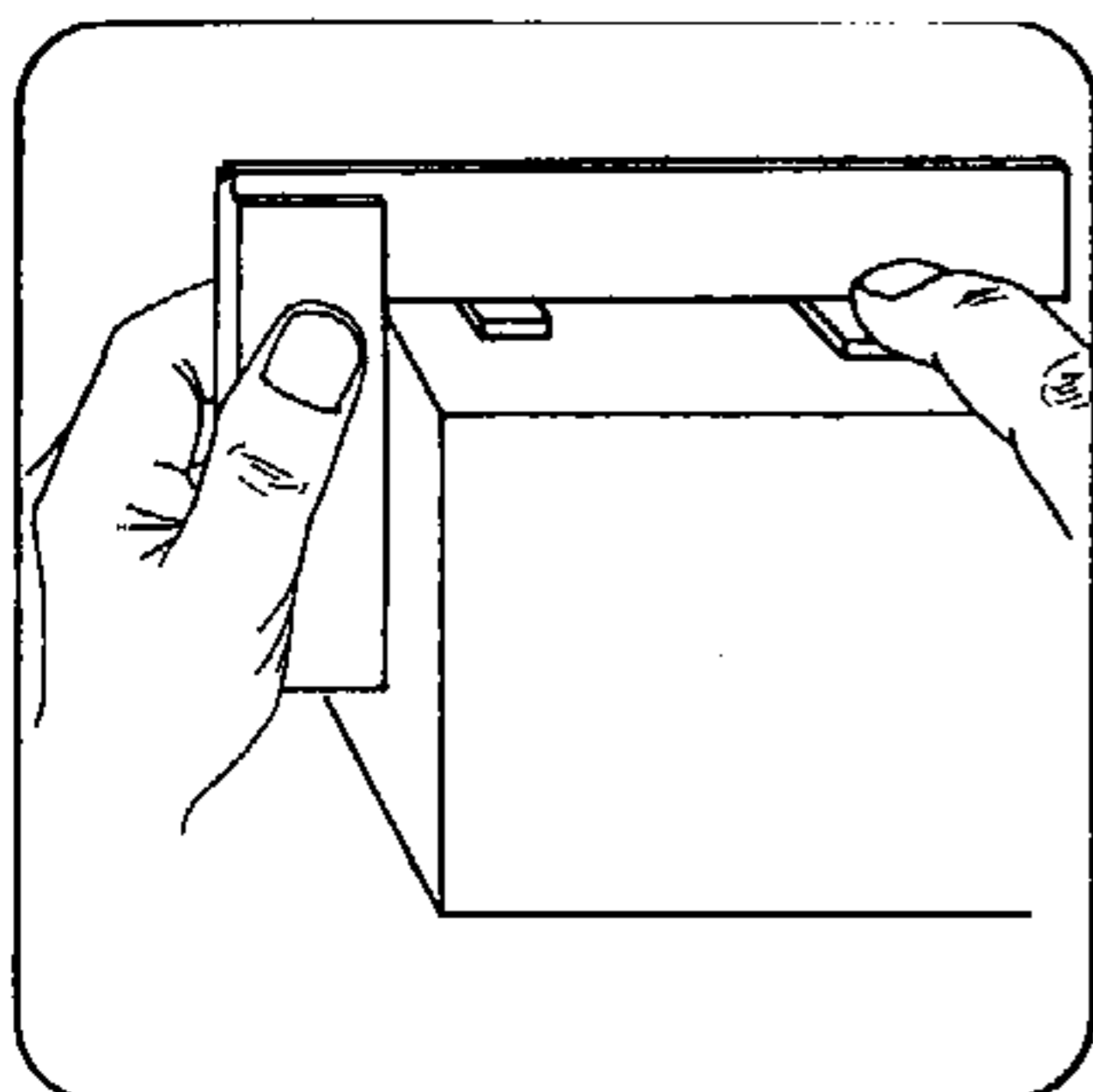
تذکر: گونیا باید با سطح زیر آزمایش زاویه 90 درجه بسازد.

ج) یک تکه اندازه‌گیری 2.6 میلیمتری انتخاب کنید و آنرا در قسمت بالا بین قطعه کار و گونیا قرار دهید.



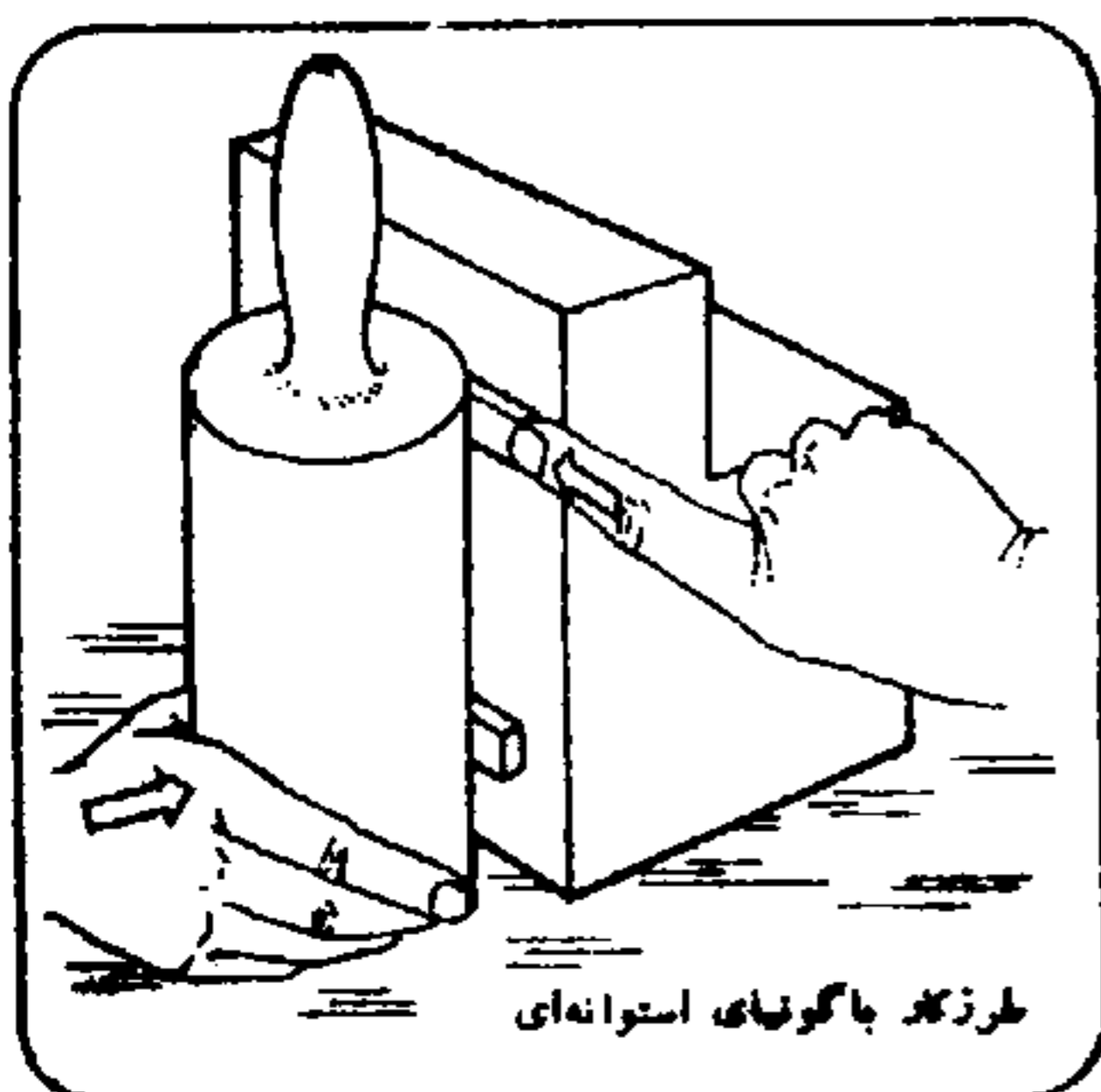
- ۱) اگر تکه براحتی وارد فاصله میشود ، تدریجاً تکه‌های کلفت‌تری بین قطعه کار و گونیا قرار دهید .
- ۲) اگر تکه وارد فاصله نمیشود ، تکه‌های کوچکتری را به تدریج وارد فاصله کنید .
- ۳) مقدار و جهت خطا را از اختلاف دو تکه حساب کنید .

روشهای دیگر



کاربرد استوانه

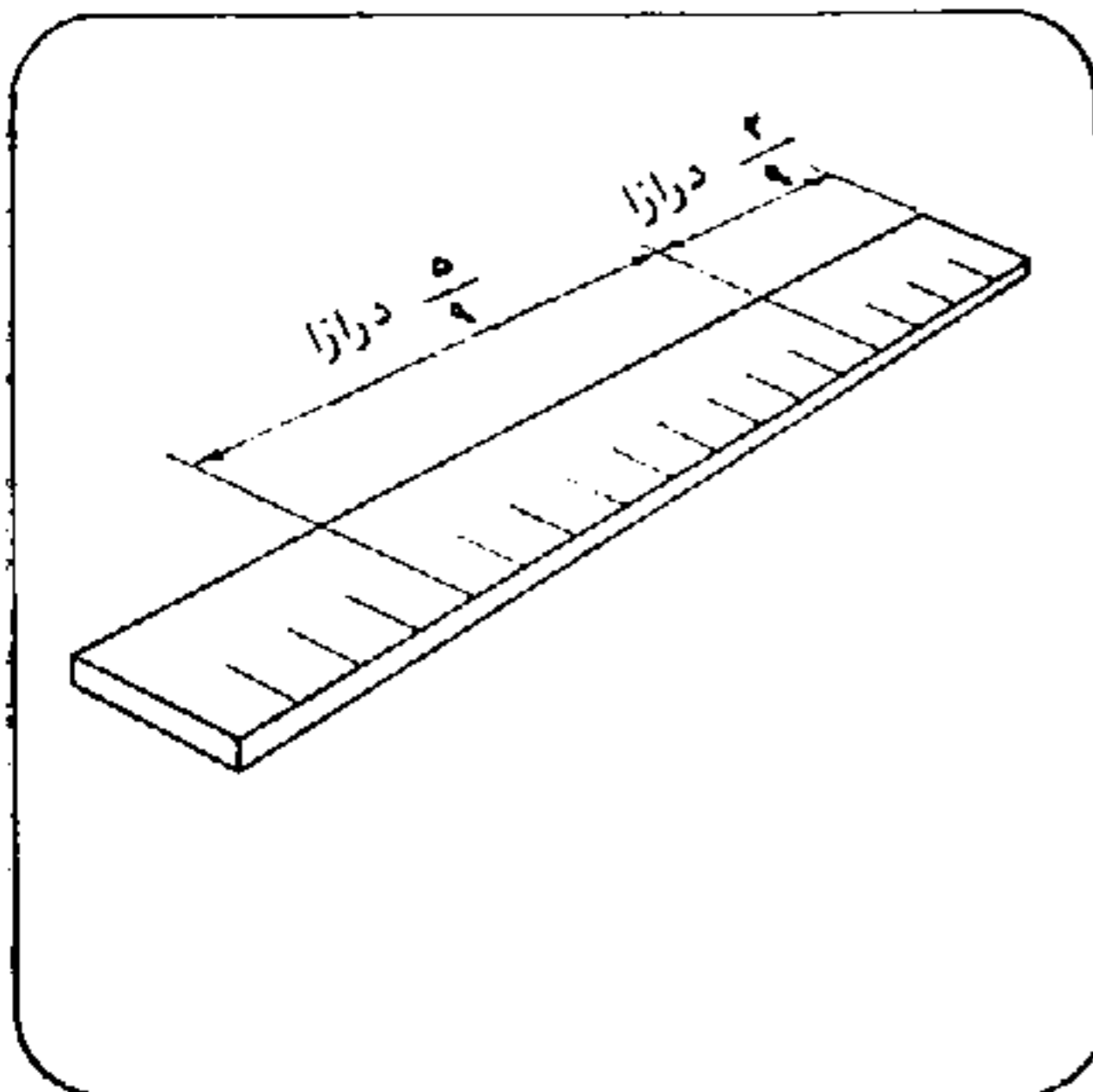
استفاده از استوانه دقت آزمایش را بیشتر میکند .



طرزکار با گونیای استوانه‌ای

درجه‌بندی خط کش تیغه‌ای بو بیله صفحه‌صافی

ساده‌ترین روش آزمایش خط‌کش تیغه‌ای ، با سطحی که دقت آن مشخص است انجام می‌گیرد . مقدار دقت خط‌کش تیغه‌ای را بافیلرها یا تکه‌های اندازه‌گیری نیز بدست می‌آورند .



۱ - آماده کردن خط‌کش تیغه‌ای

الف) خط‌کش تیغه‌ای و صفحه صافی را تمیز کنید .

ب) خط‌کش تیغه‌ای را روی میز کار قرار دهید . به فاصله‌ای برابر $\frac{2}{9}$ طول خط‌کش تیغه‌ای ، از دو سر آن علامت‌گذاری کرده خط بکشید .

ج) فاصله بین دو خط کشیده شده را اندازه‌گیری و آنرا به قسمت‌های مساوی تقسیم و خط‌کشی کنید .

د) دو ترکیب از تکه‌های اندازه‌گیری را انتخاب کنید که اندازه‌های آن‌ها با هم فرق داشته باشد . فرق بین اندازه‌های تکه‌های اندازه‌گیری بستگی دارد به تعداد تقسیماتی که روی خط‌کش تیغه‌ای انجام شده است . مثلاً اگر تعداد بخشها 10 باشد، دو ترکیب با اندازه‌های 0.51 و 0.50 انتخاب کنید .

ه) تکه‌های اندازه‌گیری را روی صفحه صافی قرار دهید و خط‌کش تیغه‌ای را روی آنها بگذارید . تکه‌های اندازه‌گیری را طوری تنظیم کنید که دو خط کشیده شده روی خط‌کش تیغه‌ای ، با آنها در یک امتداد قرار گیرند (مانند شکل)

