

فصل

4

ساعت‌های اندازه‌گیری

هدف‌های رفتاری: در این فصل فراگیر با ساختمان، قابلیت تفکیک، نحوه درجه‌بندی و روش

استفاده ساعت‌های اندازه‌گیری آشنا می‌شود به‌طوری‌که در پایان این فصل می‌تواند:

- ۱- ساعت‌های اندازه‌گیری را توصیف کند.
- ۲- کاربردهای ساعت‌های اندازه‌گیری را بیان کند.
- ۳- نحوه درجه‌بندی ساعت‌های اندازه‌گیری را شرح دهد.
- ۴- مقدار اندازه را از روی ساعت بخواند.
- ۵- روش کار با ساعت را بیان کند.
- ۶- حفاظت و نگهداری ساعت‌های اندازه‌گیری را شرح دهد.
- ۷- نگهدارنده ساعت‌های اندازه‌گیری را توصیف کند.
- ۸- انواع ساعت‌های اندازه‌گیری و کاربرد آن‌ها را بیان کند.

عناوین این فصل عبارتند از 8

✓ ساعت‌های اندازه‌گیری

✓ انواع ساعت‌های اندازه‌گیری

ساعت اندازه‌گیری

ازجمله وسایل اندازه‌گیری که هم می‌تواند کار اندازه‌گیری و هم عمل کنترل را انجام دهد ساعت اندازه‌گیری است. این وسایل کاربرد وسیعی در صنعت دارد، از آن جمله :

۱- اندازه‌گیری و کنترل انواع طول، قطر، ارتفاع، ضخامت و ...

۲- کنترل و تنظیم ماشین‌های ابزار

۳- تنظیم قطعات روی ماشین‌های ابزار

۴- تنظیم ابزار روی ماشین‌های ابزار

۵- کنترل قطعات و دستگاه‌ها در هنگام

مونتاژ، نصب و تعمیرات

۶- کنترل قالب‌ها و فیکسچرها

۷- اندازه‌گیری و کنترل تولرانس‌های

ابعادی و هندسی

۸- اندازه‌گیری و کنترل قطعات خودرو



شکل ۱-۶- انواع ساعت اندازه‌گیری

ویژگی‌ها

✓ اندازه‌های کوچک را در مقیاس بزرگ نشان می‌دهد.

✓ نیروی دست اندازه‌گیر روی اندازه‌گیری اثری ندارد.

✓ حرارت دست به آن منتقل نمی‌شود.

✓ فاصله تقسیمات آن بزرگ‌تر است.

✓ خواندن اندازه‌ها راحت‌تر است.

✓ خطای چشمی کم‌تر است.

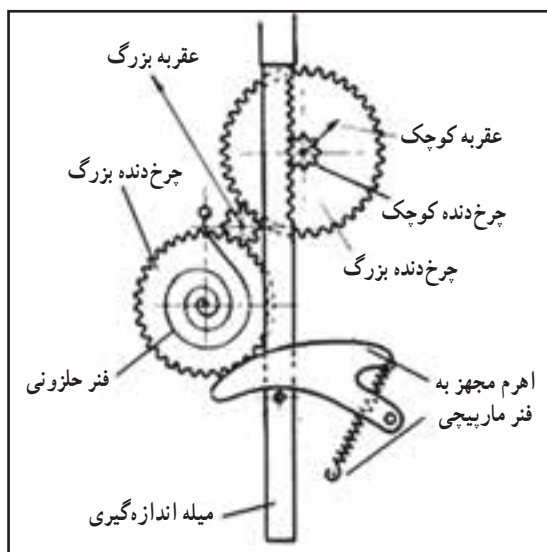
✓ در برابر تغییر اندازه حساس است.

محدودیت‌ها

- ✓ در برابر ضربه بسیار حساس و آسیب‌پذیر است.
- ✓ به تنهایی قابل استفاده نیست (نیاز به نگه‌دارنده جهت نصب دارد).
- ✓ قبل از استفاده نیاز به تنظیم دارد.
- ✓ گستره اندازه‌گیری آن محدود است.

مکانیزم عمل: ساعت‌های اندازه‌گیری با سیستم چرخ‌دنده و اهرم کار می‌کند و مبنای درجه‌بندی آن مشخصات چرخ‌دنده، اهرم و میله‌های رابط در آن است.

ساعت‌های اندازه‌گیری عموماً با چهار عدد چرخ‌دنده با مشخصات زیر طراحی و ساخته می‌شوند:



شکل ۲-۶- قسمت‌های داخلی ساعت

$P = 625 \text{ mm}$

$Z_1 = 16$

$Z_2 = 100$

$Z_3 = 10$

$Z_4 = 100$

P مقدار گام چرخ‌دنده‌ها

Z تعداد دندانه چرخ‌دنده‌ها

ساختمان: ساعت اندازه‌گیری با مکانیزم چرخ‌دنده‌ای معمولاً از قسمت‌های زیر تشکیل می‌شود (شکل ۳-۶):

- ۱- بدنه اصلی که قسمت‌های مختلف ساعت روی آن سوار می‌شود.
- ۲- صفحه پشت ساعت که زبانه سوراخ‌دار آن محل مخصوص بستن ساعت به نگه‌دارنده است.
- ۳- میله اندازه‌گیری که وظیفه انتقال اندازه را به چرخ‌دنده‌های داخلی به عهده دارد و قسمتی از آن که در داخل ساعت قرار دارد دندانه‌دار است.

۴- سر اندازه گیر که برای تماس با قطعه کار پیش بینی شده و قابل تعویض است و به شکل عدسی، کروی، مخروطی، بشقابی، میله ای و ... ساخته می شود.

۵- لاستیک گردگیر برای جلوگیری از نفوذ گرد و غبار به داخل ساعت

۶- راهنمای میله اندازه گیری (غلاف)

۷- انتهای میله اندازه گیری

۸- کلاهک انتهای میله اندازه گیری که حالت محافظ برای انتهای میله اندازه گیری را دارد.

۹- طوقه متحرک

۱۰- شاخک های تولرانسی که روی طوقه متحرک نصب شده و نقش آن برای نشان دادن محدوده تولرانس قطعه روی ساعت

شاخص است.

۱۱- پیچ و زبانه محکم کننده طوقه متحرک

۱۲- صفحه شیشه ای ساعت که معمولاً از

جنس تلق است.

۱۳- صفحه مدرج بزرگ برای نشان دادن

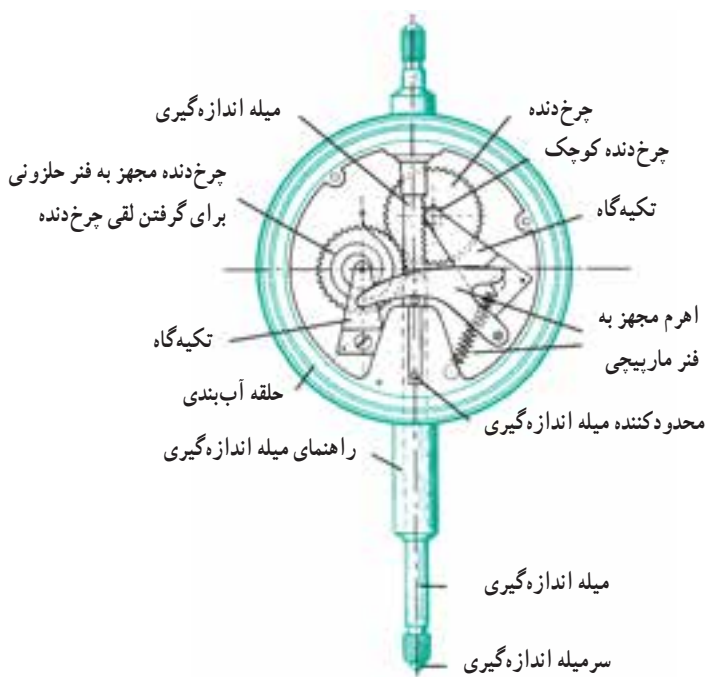
اندازه های کوچک که متحرک است و با عقربه بزرگ کار می کند.

۱۴- عقربه بزرگ برای نشان دادن اندازه های

کوچک که با صفحه بزرگ کار می کند.

۱۵- صفحه کوچک مدرج (دورشماری) که

اندازه های بزرگ را نشان می دهد. این صفحه ثابت است و با عقربه کوچک کار می کند.



شکل ۳-۶- قسمت های مختلف ساعت اندازه گیری

۱۶- عقربه کوچک برای نشان دادن اندازه های بزرگ است که با صفحه کوچک کار می کند.

۱۷- چرخ دنده ها

۱۸- رابط ها

۱۹- فنرهای مارپیچ و حلزونی

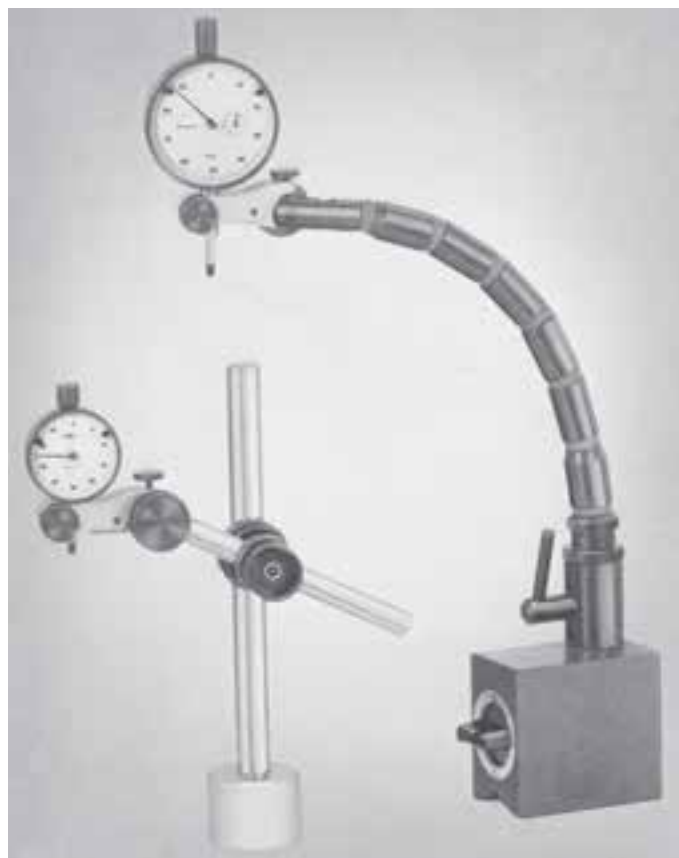
۲۰- اجزای آب بندی برای جلوگیری از نفوذ رطوبت و گرد و غبار به داخل ساعت

۲۱- تکیه گاه ها و راهنماها

۲۲- پیچ و مهره های اتصال

۲۳- سایر اجزا (که بر حسب مورد و توسط کارخانجات سازنده ساعت، روی آن پیش بینی می شود).

محل های بستن ساعت : ساعت ها از دو محل به نگه دارنده بسته می شود :



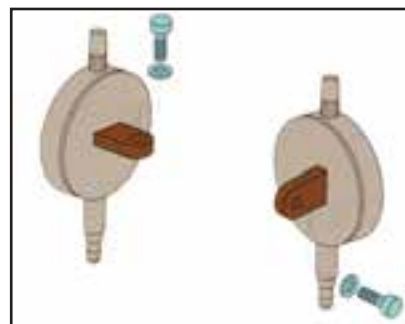
شکل ۵-۶- بستن ساعت از محل گلوبی غلاف میله اندازه گیری

۱- زبانه سوراخ دار صفحه پشت ساعت :

این زبانه مخصوص بستن ساعت به نگه دارنده می باشد.

۲- محل گلوبی غلاف راهنمای

میله اندازه گیری



شکل ۴-۶- بستن ساعت از محل زبانه سوراخ دار پشت ساعت

مشخصات ساعت های اندازه گیری

ساعت های اندازه گیری با قابلیت تفکیک و گستره اندازه گیری مختلف، به شرح زیر ساخته می شود :

الف) سری میلی متری

۱- قابلیت تفکیک : ساعت اندازه گیری میلی متری معمولاً با قابلیت تفکیک از 1° میلی متر تا 0.001° میلی متر ساخته

می شود. البته نوع دیجیتالی آن ها عموماً با قابلیت تفکیک 0.001° و 0.0001° میلی متر ساخته می شوند.

۲- گستره اندازه گیری : گستره اندازه گیری ساعت میلی متری به 100 mm می رسد.

ب) سری اینچی

۱- قابلیت تفکیک : ساعت اندازه گیری اینچی معمولاً با قابلیت تفکیک از 0.001° اینچ تا 0.0001° اینچ ساخته می شود.

ساعت های دیجیتالی نیز با قابلیت تفکیک 0.0001° اینچ ساخته می شوند.

۲- گستره اندازه گیری : گستره اندازه گیری ساعت اینچی به 4 inch می رسد.

توجه : قابلیت تفکیک ساعت ها با گستره اندازه گیری آن ها نسبت عکس دارد، یعنی هرچه قابلیت تفکیک ساعت بالاتر باشد

(دقت آن بالاتر باشد) گستره اندازه گیری آن کم تر است.

نحوه درجه بندی: ساعت‌های اندازه‌گیری بر اساس مشخصات چرخ‌دنده‌ها، طول میله اندازه‌گیری و تعداد تقسیمات صفحات بزرگ و کوچک درجه‌بندی می‌شوند و همان‌گونه که گفته شد، با قابلیت تفکیک مختلفی ساخته می‌شوند. به‌طوری‌که قابلیت تفکیک کولیس‌ها و میکرومترها را پوشش می‌دهند. ذیلاً نمونه‌هایی از آن‌ها شرح داده می‌شود.

ساعت‌های اندازه‌گیری با درجه‌بندی میلی‌متری

۱- ساعت اندازه‌گیری با قابلیت تفکیک ۰/۱ میلی‌متر و گستره اندازه‌گیری ۳۰ میلی‌متر

✓ صفحه بزرگ ساعت ۱۰۰ قسمتی است.

✓ هر واحد آن نشان دهنده ۰/۱ میلی‌متر است.

$$10 \text{ mm} \times 100 = 1000$$

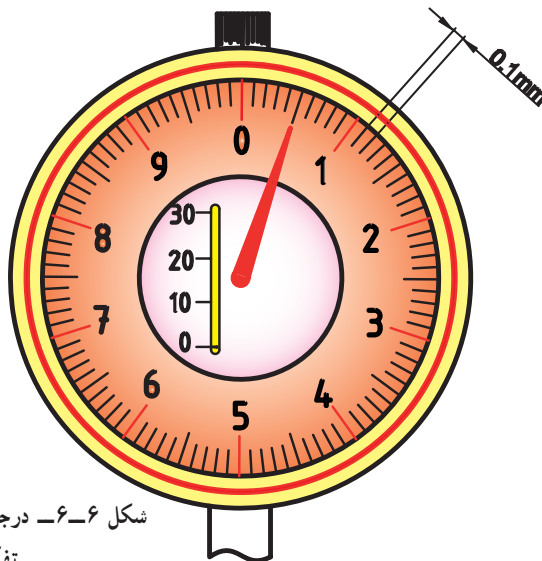
✓ بنابراین هر دور صفحه بزرگ معادل ۱۰ میلی‌متر است.

✓ صفحه کوچک سه قسمتی است.

✓ هر واحد آن نشان دهنده ۱۰ میلی‌متر است.

$$30 \text{ mm} \times 10 = 300$$

✓ بنابراین گستره اندازه‌گیری ساعت ۳۰ میلی‌متر است.



شکل ۶-۶- درجه‌بندی ساعت اندازه‌گیری با قابلیت تفکیک ۰/۱ میلی‌متر

مثال

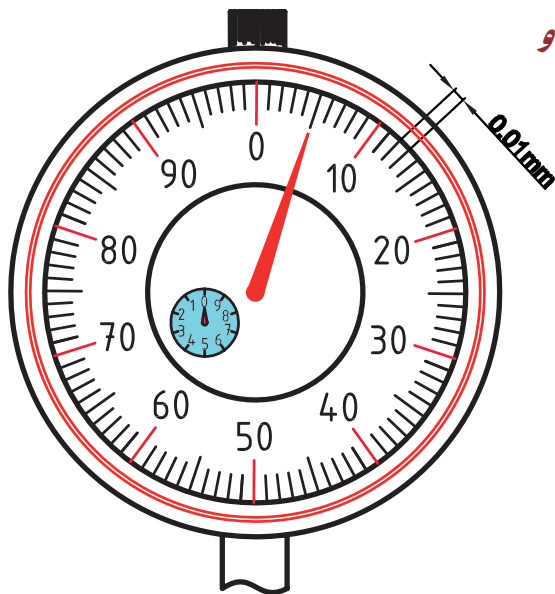
در یک ساعت اندازه‌گیری با مشخصات $(30-0/1)$ mm عقربه کوچک کمی جلوتر از عدد ۲۰ صفحه دورشمار و عقربه بزرگ آن دقیقاً روی خط بیست و چهارمین فاصله از صفحه بزرگ قرار دارد. مقدار اندازه چند میلی‌متر است؟

$$20/00$$

$$24 \times 0/1 = 24 \text{ mm}$$

$$20 + 24/4 = 22/4 \text{ mm}$$

مقداری که ساعت نشان می‌دهد ←



۲- ساعت اندازه‌گیری با قابلیت تفکیک ۰/۰۱ میلی‌متر و

گستره اندازه‌گیری ۱۰ میلی‌متر

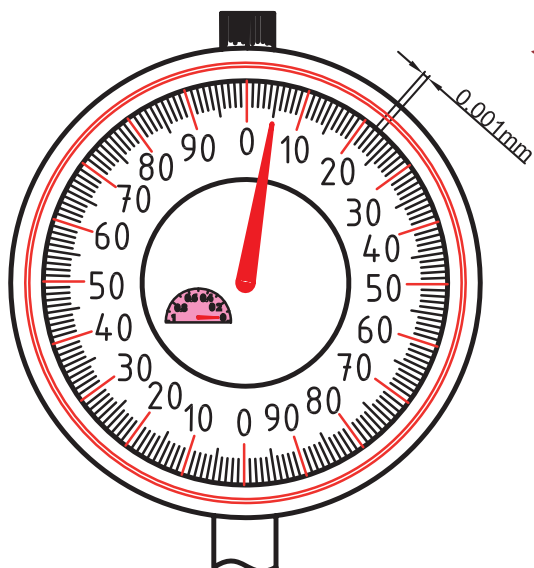
- ✓ صفحه بزرگ ساعت ۱۰۰ قسمتی است.
- ✓ هر واحد آن نشان‌دهنده ۰/۰۱ میلی‌متر است.
- ✓ بنابراین هر دور صفحه بزرگ معادل ۱ میلی‌متر است.
- $1 \text{ mm} = 100 \times 0/01$
- ✓ صفحه کوچک ساعت ۱۰ قسمتی است.
- ✓ هر واحد صفحه کوچک معادل ۱ میلی‌متر است.
- ✓ بنابراین گستره اندازه‌گیری ساعت ۱۰ میلی‌متر است.
- $10 \text{ mm} = 1 \times 10$

شکل ۶-۷- ساعت اندازه‌گیری با قابلیت تفکیک ۰/۰۱ میلی‌متر



مثال

- در یک ساعت اندازه‌گیری با مشخصات $mm (10 - 0/01)$ عقربه کوچک کمی جلوتر از عدد ۷ صفحه دورشمار و عقربه بزرگ آن دقیقاً ۶۷ فاصله از صفحه بزرگ را طی نموده است. مقدار اندازه چند میلی‌متر است؟
- مقداری که صفحه دورشمار نشان می‌دهد.
- $67 \times 0/01 = 0/67$
- مقداری که از روی صفحه بزرگ خوانده می‌شود.
- مقداری که ساعت نشان می‌دهد.
- $7/67 \text{ mm} = 0/67 + 7$



۳- ساعت اندازه‌گیری با قابلیت تفکیک ۰/۰۰۱ میلی‌متر و

گستره اندازه‌گیری ۱ میلی‌متر

- ✓ صفحه بزرگ ساعت ۲۰۰ قسمتی است.
- ✓ هر واحد آن نشان‌دهنده ۰/۰۰۱ میلی‌متر است.
- ✓ بنابراین هر دور صفحه بزرگ معادل ۰/۲ میلی‌متر است.
- $0/2 \text{ mm} = 200 \times 0/001$
- ✓ صفحه کوچک ساعت ۵ قسمتی است.
- ✓ هر واحد صفحه کوچک معادل ۰/۲ میلی‌متر است.
- ✓ بنابراین هر دور صفحه کوچک معادل ۱ میلی‌متر است.
- $1 \text{ mm} = 5 \times 0/2$

شکل ۸-۶- درجه‌بندی ساعت اندازه‌گیری با قابلیت تفکیک ۰/۰۰۱ میلی‌متر

توجه: از آن جا که از این ساعت پیش تر برای عملیات کنترل استفاده می شود لذا درجه بندی دو طرف خط صفر با عدد یک شروع شده است.

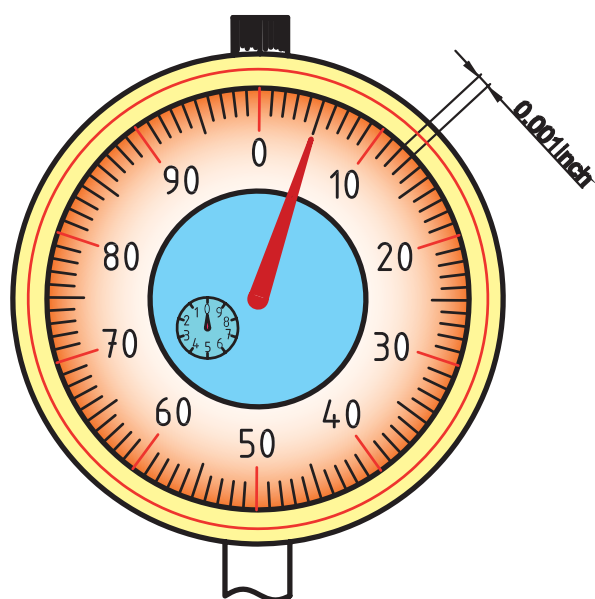
مثال

در یک ساعت اندازه گیری با مشخصات $mm (1-0.001)$ عقربه کوچک کمی جلوتر از عدد $8/0$ صفحه دورشمار و عقربه بزرگ آن روی عدد ۴۸ صفحه بزرگ ساعت قرار دارد. مقدار اندازه چند میلی متر است؟

مقداری که صفحه دورشمار نشان می دهد. $8/0$

مقداری که صفحه بزرگ نشان می دهد. $48 \times 0.001 = 0.048$

مقداری که ساعت نشان می دهد. $0.048 + 8/0 = 8.048 mm$



ساعت های اندازه گیری با درجه بندی اینچی

۱- ساعت اندازه گیری با قابلیت تفکیک 0.001 اینچ

و گستره اندازه گیری ۱ اینچ

- ✓ صفحه بزرگ این ساعت ۱۰۰ قسمتی است.
- ✓ هر تقسیم آن نشان دهنده 0.001 اینچ است.
- ✓ بنابراین هر دور صفحه بزرگ معادل 0.1 اینچ است.
- $0.001 \times 100 = 0.1 inch$
- ✓ صفحه کوچک این ساعت می تواند ۱۰ قسمتی باشد.
- ✓ هر واحد آن نشان دهنده 0.1 اینچ است.
- ✓ بنابراین گستره اندازه گیری این ساعت ۱ اینچ است.
- $0.1 \times 10 = 1 inch$

شکل ۹-۶- درجه بندی ساعت اندازه گیری با قابلیت تفکیک ۱ / اینچ

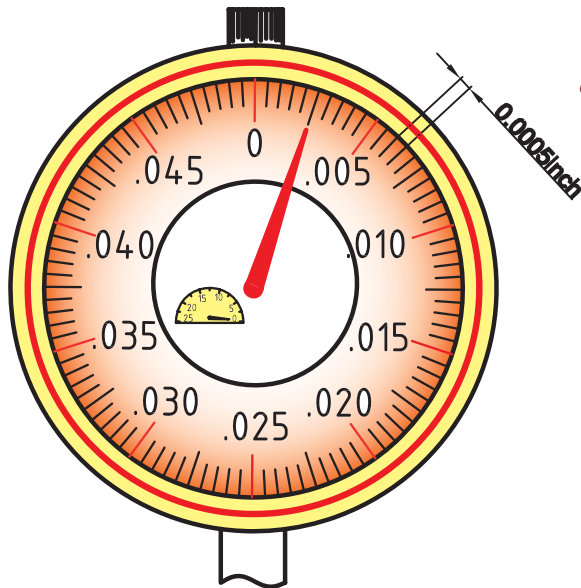
مثال

در یک ساعت اندازه گیری با مشخصات $inch (1-0.001)$ عقربه کوچک کمی جلوتر از خط سوم صفحه دورشمار است و عقربه بزرگ آن روی عدد ۴۴ صفحه بزرگ ساعت قرار دارد. مقدار اندازه چه مقدار می باشد؟

مقداری که صفحه دورشمار نشان می دهد. $3/0 inch$

مقداری که صفحه بزرگ نشان می دهد. $44 \times 0.001 = 0.044 inch$

مقداری که ساعت نشان می دهد. $0.044 + 3/0 = 3.044 inch$



۲- ساعت اندازه‌گیری با قابلیت تفکیک ۰/۰۰۰۵ اینچ

و گستره اندازه‌گیری ۰/۲۵ اینچ

- ✓ صفحه بزرگ این ساعت ۱۰۰ قسمتی است.
- ✓ هر تقسیم آن نشان‌دهنده ۰/۰۰۰۵ اینچ است.
- ✓ بنابراین هر دور صفحه بزرگ معادل ۰/۰۵ اینچ است.
- $0.0005 \times 100 = 0.05 \text{ inch}$
- ✓ صفحه کوچک این ساعت ۵ قسمتی است.
- ✓ هر واحد آن معادل ۰/۰۵ اینچ است.
- ✓ بنابراین گستره اندازه‌گیری این ساعت ۰/۲۵ اینچ است.
- $5 \times 0.05 = 0.25 \text{ inch}$

شکل ۱۰-۶ درجه‌بندی ساعت اندازه‌گیری با قابلیت تفکیک ۰/۰۰۰۵ اینچ



مثال

در یک ساعت اندازه‌گیری با مشخصات (۰/۰۰۰۵-۰/۲۵) inch عقربه بزرگ، پس از پیمودن سه دور کامل از صفحه کوچک چهارده فاصله از صفحه بزرگ را نیز بعد از سومین دور طی نموده و ایستاده است. مقدار اندازه بر حسب اینچ چه مقدار می‌باشد؟

$$3 \times 0.05 = 0.15 \text{ inch}$$

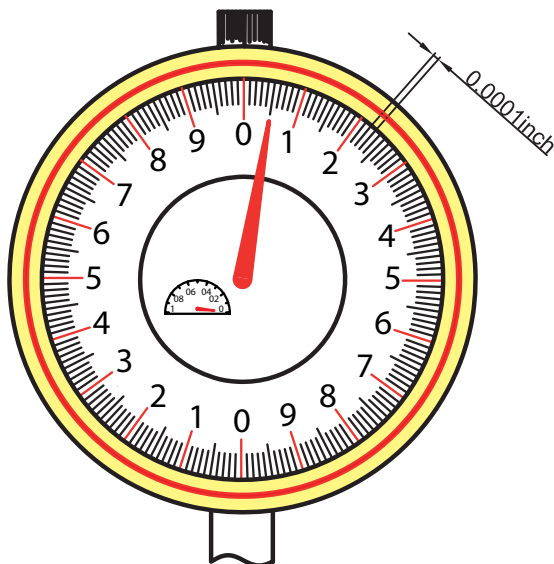
$$14 \times 0.0005 = 0.0070 \text{ inch}$$

$$0.15 + 0.0070 = 0.1570 \text{ inch}$$

مقداری که صفحه دورشمار نشان می‌دهد.

مقداری که صفحه بزرگ نشان می‌دهد.

مقداری که ساعت نشان می‌دهد.



۳- ساعت اندازه‌گیری با قابلیت تفکیک ۰/۰۰۰۱ اینچ

و گستره اندازه‌گیری ۰/۱ اینچ

- ✓ صفحه بزرگ این ساعت ۲۰۰ قسمتی است.
- ✓ هر تقسیم آن نشان‌دهنده ۰/۰۰۰۱ اینچ است.
- ✓ بنا براین هر دور صفحه بزرگ معادل ۰/۰۲ اینچ است.
- $0.0001 \times 200 = 0.02 \text{ inch}$
- ✓ صفحه کوچک این ساعت ۵ قسمتی است.
- ✓ هر واحد آن معادل ۰/۰۲ اینچ است.
- ✓ بنابراین گستره اندازه‌گیری این ساعت ۰/۱ اینچ است.
- $5 \times 0.02 = 0.1 \text{ inch}$

شکل ۱۱-۶ درجه‌بندی ساعت اندازه‌گیری با قابلیت تفکیک ۰/۰۰۰۱ اینچ

توجه: از آن جا که از این ساعت پیش تر برای عملیات کنترل استفاده می شود لذا درجه بندی دو طرف خط صفر با عدد یک شروع شده است.

مثال

در یک ساعت اندازه گیری با مشخصات $1/100000$ inch عقربه بزرگ پس از پیمودن ۲ دور کامل از صفحه بزرگ، روی خط سی و چهارم از نیمه اول صفحه ایستاده است. مقدار اندازه بر حسب اینچ چه مقدار می باشد؟

مقداری که صفحه دور شمار نشان می دهد. $2 \times 0/02 \quad 0/04 \text{ inch}$

مقداری که صفحه بزرگ نشان می دهد. $34 \times 0/0001 \quad 0/0034 \text{ inch}$

مقداری که ساعت نشان می دهد. $0/04 \quad 0/0034 \quad 0/0434 \text{ inch}$

نگهدارنده های ساعت اندازه گیری: ساعت های اندازه گیری به تنهایی کاربرد نداشته و لازم است روی نگهدارنده مناسب سوار شوند تا قابل استفاده باشند. در این خصوص انواع مختلفی از پایه ها ساخته شده و به بازار عرضه شده است از آن جمله :

*** نگهدارنده میله ای با پایه آهن ربایی:** این نوع پایه تشکیل شده است از پایه، آهن ربا، کلید قطع و وصل آهن ربا، میله عمودی، میله افقی و بند و بست ها که ساعت به آن بسته می شود (شکل ۱۲-۶).



شکل ۱۲-۶- نگهدارنده میله ای با پایه آهن ربایی

***نگهدارنده میله‌ای مفصلی با پایه آهن‌ربایی:** این نوع نگهدارنده قابلیت انعطاف‌پذیری بیشتری نسبت به نوع قبل دارد و دارای پایه آهن‌ربایی، میله مفصلی، پیچ و بند و بست نگهدارنده ساعت است (شکل ۶-۱۳).

***نگهدارنده انعطاف‌پذیر:** از انعطاف‌پذیرترین نگهدارنده‌های ساعت است. این وسیله تشکیل شده است از پایه آهن‌ربایی، کلید قطع و وصل، اهرم و بادامک تثبیت‌کننده موقعیت، استوانه‌های سر مخروطی، کابل و بند و بست نگهدارنده ساعت (شکل ۶-۱۴).



شکل ۶-۱۴- نگهدارنده انعطاف‌پذیر

شکل ۶-۱۳- نگهدارنده مفصلی

***نگهدارنده میله‌ای با پایه چدنی:** این نوع نگهدارنده دارای پایه وزین چدنی میله‌ها، بند و بست برای اتصال میله و اتصال ساعت است و می‌تواند موقعیت مناسب و خوبی برای ایجاد نماید (شکل ۶-۱۵).



شکل ۶-۱۵- نگهدارنده میله‌ای با پایه چدنی

***نگهدارنده میله‌ای با پایه شیاردار:** این نوع نگهدارنده مانند نوع قبل می‌باشد با این تفاوت که پایه آن دارای شیاردار T شکل بوده و میله عمودی ساعت می‌تواند در طول آن جابه‌جا شود (شکل ۶-۱۶).

***نگهدارنده ثابت مجهز به صفحه صافی:** این نگهدارنده تشکیل شده از میز مجهز به سطح صاف فلزی جهت استقرار قطعه کار، ستون که کاملاً بر پایه عمود است و بند و بست نگهدارنده ساعت (شکل ۶-۱۷).

***نگهدارنده ثابت مجهز به صفحه صافی شیاردار:** این نگهدارنده با پایه سنگینی که دارد موقعیت آن ثابت و بدون لرزش و ارتعاش است. این نگهدارنده تشکیل شده از پایه مجهز به صفحه صافی، ستون و بند و بست نگهدارنده ساعت (شکل ۶-۱۸).



شکل ۶-۱۸ — نگهدارنده ثابت مجهز به صفحه صافی فلزی شیاردار



شکل ۶-۱۷ — نگهدارنده ثابت مجهز به صفحه صافی



شکل ۶-۱۶ — نگهدارنده میله‌ای با پایه شیاردار

***نگهدارنده ثابت مجهز به صفحه صافی گرانیته:** استفاده

از صفحه صافی گرانیته برای این نگهدارنده کاربرد از آن را نسبت به سایر نگهدارنده‌ها متمایز نموده و کاربرد آن برای آزمایشگاه‌های مترواژی و کالیبراسیون مناسب شده است. این نوع نگهدارنده از صفحه صافی گرانیته، ستون و بند و بست ساعت تشکیل شده است (شکل ۶-۱۹).



شکل ۶-۱۹ — نگهدارنده ثابت مجهز به صفحه صافی گرانیته

آماده‌سازی ساعت اندازه‌گیری برای انجام کار: همان‌طوری که قبلاً توضیح داده شد، برای استفاده از ساعت‌های

اندازه‌گیری لازم است قبل از استفاده، آن‌ها را تنظیم و آماده بهره‌برداری نماییم. لذا، بر حسب نوع استفاده اندازه‌گیری یا کنترل آن‌را مطابق زیر آماده می‌کنیم:

الف) آماده‌سازی و تنظیم ساعت برای اندازه‌گیری

۱- با توجه به ابعاد قطعات مورد اندازه‌گیری، ساعت اندازه‌گیری با قابلیت تفکیک و گستره اندازه‌گیری مناسب انتخاب

می‌کنیم.

۲- ساعت اندازه‌گیری را روی نگه‌دارنده مناسب سوار می‌کنیم.

۳- مجموعه را روی صفحه صافی قرار می‌دهیم.

۴- سر میله اندازه‌گیری ساعت روی صفحه صافی آورده شود، به گونه‌ای که اولاً بر صفحه صافی مماس باشد، ثانیاً بر آن عمود

گردد و ثالثاً عقربه بزرگ ساعت به اندازه یک‌چهارم دور صفحه بزرگ تحت فشاردگی قرار گیرد تا لقی بین چرخ‌دنده‌ها و خلاصی ساعت گرفته شود.

۵- با استفاده از طوقه متحرک، صفر صفحه بزرگ را زیر عقربه بزرگ می‌آوریم.

۶- به وسیله پیچ و زبانه مخصوص، طوقه متحرک را قفل می‌کنیم.

با انجام مراحل فوق ساعت اندازه‌گیری برای کار اندازه‌گیری آماده است.



شکل ۲۰-۶- آماده‌سازی ساعت برای عملیات اندازه‌گیری

ب) آماده‌سازی و تنظیم ساعت برای کنترل

- ۱- با توجه به دقت مورد نیاز برای عمل کنترل ساعت اندازه‌گیری، با قابلیت تفکیک مناسب انتخاب می‌کنیم.
- ۲- ساعت اندازه‌گیری را روی نگه‌دارنده مناسب سوار می‌کنیم.
- ۳- مجموعه را روی صفحه صافی قرار می‌دهیم.
- ۴- بلوک‌سنجه (بلوک‌سنجه در فصل هشتم شرح داده می‌شود) را، به ضخامت اندازه‌اسمی قطعات مورد کنترل، انتخاب می‌کنیم.
- ۵- بلوک‌سنجه را روی صفحه صافی می‌گذاریم.
- ۶- سر میله اندازه‌گیری ساعت روی بلوک‌سنجه آورده شود، به گونه‌ای که اولاً بر سطح بلوک‌سنجه مماس باشد، ثانیاً بر آن عمود گردد و ثالثاً عقربه بزرگ ساعت در حدود نصف گستره اندازه‌گیری ساعت تحت فشردگی قرار گیرد تا لقی بین چرخ‌دنده‌ها و خلاصی ساعت گرفته شود و در عملیات کنترل بتوان اندازه‌های کم‌تر و یا بیش‌تر از تولرانس را به راحتی قرائت نمود.
- ۷- با استفاده از طوقه متحرک صفر صفحه بزرگ را زیر عقربه بزرگ می‌آوریم.
- ۸- به وسیله پیچ و زبانه مخصوص طوقه متحرک را قفل می‌کنیم.
- ۹- با استفاده از شاخک‌های تولرانسی مقدار تولرانس قطعه را در دو طرف صفر صفحه بزرگ ساعت قرار می‌دهیم.
- ۱۰- موقعیت عقربه کوچک را یادداشت می‌کنیم.



شکل ۲۱-۶- آماده‌سازی ساعت برای عملیات کنترل

- ۱۱- طوقه متحرک را قفل می‌کنیم.
- ۱۲- بلوک‌سنجه را از زیر ساعت اندازه‌گیری برمی‌داریم.
- با انجام مراحل فوق، ساعت اندازه‌گیری برای کار کنترل آماده است.

اصول و قواعد اندازه گیری با ساعت اندازه گیری

- ۱- با توجه به مشخصات قطعات مورد اندازه گیری یا کنترل ساعت اندازه گیری مناسب انتخاب کنید.
- ۲- ساعت اندازه گیری انتخاب شده را تمیز می کنید.
- ۳- با جابه جا کردن و حرکت دادن میله اندازه گیری، از حساسیت ساعت اطمینان حاصل نمایید.
- ۴- تعداد فواصل روی صفحه بزرگ ساعت را شمارش نموده و مقدار هر فاصله را مشخص کرده، مقدار آن را به خاطر بسپارید.
- ۵- در شروع کار موقعیت عقربه کوچک (دورشمار) را به خاطر بسپارید.
- ۶- با توجه به نوع کار نگه دارنده مناسب را انتخاب کنید.
- ۷- قبل از شروع کار، از سالم بودن مکانیزم آهن ربای پایه نگه دارنده اطمینان حاصل نمایید.
- ۸- از سالم بودن بند و بست های نگه دارنده ساعت مطمئن شوید.
- ۹- چنانچه از نگه دارنده انعطاف پذیر (خرطومی) استفاده می کنید، از سالم بودن کابل که در داخل استوانه های سر مخروطی قرار دارد و به کمک دسته اهرمی موجب موقعیت دهی به نگه دارنده می شود اطمینان حاصل نمایید.
- ۱۰- پس از سوار کردن ساعت روی نگه دارنده انتخاب شده با موقعیت دادن به ساعت در جوانب و ارتفاع های مختلف، از سالم بودن مجموعه اطمینان حاصل نمایید.
- ۱۱- با توجه به نوع کار (اندازه گیری یا کنترل) ساعت را آماده و تنظیم کنید.
- ۱۲- در هنگام تنظیم ساعت دقت کنید که اولاً سر میله اندازه گیری ساعت بر سطح کار مماس باشد. ثانیاً بر آن نیز عمود باشد و ثالثاً عقربه بزرگ ساعت تحت فشار دگی قرار گیرد.
- ۱۳- در شروع کار، حتماً موقعیت عقربه کوچک (دورشمار) را به خاطر بسپارید.
- ۱۴- مقادیر صحیح را از روی صفحه کوچک (دورشمار) و اندازه های اعشاری (کوچک) را از روی صفحه بزرگ ساعت بخوانید.
- ۱۵- در استفاده از ساعت های اندازه گیری حساس، با توجه به این که سر مفصلی میله اندازه گیری می تواند 18° درجه جابه جا گردد، سعی شود بهترین موقعیت به لحاظ دقت و کم کردن خطا را انتخاب و میله در آن موقعیت تنظیم شود.
- ۱۶- با توجه به این که ساعت های اندازه گیری حساس، دارای گستره اندازه گیری کم (حدود یک میلی متر) هستند و فاقد صفحه دورشمارند لذا باید در خواندن آن دقت نمود تا اشتباهی در تعداد دور رخ ندهد.
- ۱۷- از وارد نمودن هر نوع ضربه به ساعت جداً خودداری شود.
- ۱۸- پیچ قفل طوقه متحرک به میزانی سفت شود که رزوه های آن تحت اثر تنش قرار نگیرند و فقط در اثر اصطکاک بین دو سطح سفت شوند.

انواع ساعت های اندازه گیری

- ساعت های اندازه گیری دارای انواع مختلفی بوده که می توان از آن ها برای عملیات اندازه گیری انواع ابعاد و کنترل قطعات استفاده نمود، ذیلاً پاره ای از آن ها شرح داده می شود.
- ساعت کنترل (ساعت اندازه گیری حساس) :** این نوع ساعت اندازه گیری که مخصوص عملیات کنترل است فاقد صفحه

دور شمار (صفحه مدرج کوچک) است و گستره اندازه گیری آن نیز محدود و کم است. به این ساعت اندازه گیری ساعت شیطانکی نیز گفته می شود. روش درجه بندی و خواندن آن مانند ساعت اندازه گیری معمولی است (شکل ۶-۲۲).



شکل ۶-۲۲- ساعت کنترل

از آن جا که این نوع ساعت مخصوص عمل کنترل است لذا قبل از استفاده باید مطابق قاعده ای که قبلاً ذکر شد، تنظیم گردد. **ضخامت سنج ساعتی:** از ضخامت سنج ساعتی برای اندازه گیری ضخامت سیم ها، میله ها، ورق ها و صفحات فلزی و غیر فلزی استفاده می شود. از آن جا که سطح فکین آن تخت و پهن است لذا استفاده از این وسیله برای اندازه گیری قطعات نرم مناسب است. روش درجه بندی و خواندن آن مانند ساعت اندازه گیری است (شکل ۶-۲۳).

عمق سنج ساعتی: نوع دیگری از ساعت اندازه گیر است که از آن برای اندازه گیری عمق و ارتفاع قطعات استفاده می شود. این وسیله به یک سری میله های اندازه گیری مجهز می باشد و با سوار کردن میله ها روی آن، می توان عمق و یا طول قطعات را اندازه گرفت. لازم به یادآوری است با توجه به اندازه مورد نظر، میله با طول مناسب انتخاب و روی آن سوار می شود. این وسیله قبل از استفاده لازم است برای اندازه مورد نظر آماده و تنظیم شود (شکل ۶-۲۴).



شکل ۶-۲۴- عمق سنج ساعتی



شکل ۶-۲۳- ضخامت سنج ساعتی

ساعت‌های اندازه‌گیری دیجیتالی: ساعت‌های اندازه‌گیری با مکانیزم دیجیتالی نیز در

طرح‌های مختلف ساخته می‌شوند (شکل ۶-۲۵).

داخل سنج ساعتی: یکی از بهترین وسایل کنترل قطر داخلی استوانه‌ها، داخل‌سنج ساعتی

است. این وسیله در چهار نقطه با سطح کار تماس داشته و خطای محوری در اندازه‌گیری کم می‌شود. با توجه به دسته بلند امکان اندازه‌گیری و کنترل قطر در ارتفاع‌های مختلف سیلندرها وجود دارد. داخل‌سنج ساعتی مجهز به یک سری میله‌های اندازه‌گیری است که بر حسب مورد روی آن سوار می‌شود. این وسیله قبل از استفاده لازم است برای اندازه‌ی خاصی تنظیم گردد. عمل تنظیم را می‌توان به وسیله میکرومتر، بلوک‌سنجه به همراه متعلقات مربوطه و یا رینگ استاندارد انجام داد.



شکل ۶-۲۵ - ساعت اندازه‌گیری دیجیتالی



شکل ۶-۲۶ - داخل‌سنج ساعتی

نکات ایمنی و حفاظتی

- ۱ - ساعت‌های اندازه‌گیری در برابر ضربه بسیار حساس‌اند. بنابراین، از وارد کردن هر گونه ضربه به آن‌ها جداً خودداری شود.
- ۲ - پس از اتمام کار چنانچه ساعت اندازه‌گیری به همراه نگهدارنده مربوطه بایگانی می‌شود، محور میله‌ی اندازه‌گیری با میله‌ی عمودی نگهدارنده موازی و سر اندازه‌گیری رو به پایین قرار داشته باشد.
- ۳ - ساعت‌های اندازه‌گیری که بدون نگهدارنده بایگانی و نگهداری می‌شوند، حتماً در جعبه‌ی مخصوص قرار گرفته و نگهداری شوند و از نگهداری آن‌ها به صورت بدون جعبه‌ی مخصوص جداً خودداری شود.
- ۴ - در هنگام اندازه‌گیری سطوح شیب‌دار، ساعت در بالاترین محل سطح شیب‌دار تنظیم و فشرده شود تا حرکت آن سیر نزولی داشته باشد و از احتمال فشرده شدن زیاد آن در حرکت صعودی جلوگیری شود.
- ۵ - از سفت کردن زیاد پیچ و زبانه‌ی طوقه‌ی ساعت جداً خودداری شود.
- ۶ - شاخک‌های توالر انسی آن روان حرکت کند و همیشه جدای از هم باشند.
- ۷ - از دستکاری و تعمیر ساعت چنانچه اطلاع و مهارت ندارید، جداً خودداری کنید.
- ۸ - برای بستن از محل زبانه سوراخ‌دار پشت ساعت استفاده شود.

نمونه‌هایی از کاربردهای ساعت اندازه‌گیری

همان‌طوری که در ابتدای این فصل بیان شد ساعت‌های اندازه‌گیری کاربردهای فراوان و متنوعی در صنعت دارد. ذیلاً نمونه‌هایی از آن به‌طور اختصار توضیح داده می‌شود.

جدول ۱-۶- نمونه‌هایی از کاربردهای ساعت اندازه‌گیری

ردیف	شرح	شکل
۱	برای کنترل تختی سطوح افقی، ساعت اندازه‌گیری را روی نگه‌دارنده مناسب سوار نموده، پس از تنظیم، سر میله اندازه‌گیری را در مسیر مورد کنترل حرکت داده و مقدار پستی و بلندی‌های سطح، از روی ساعت خوانده می‌شود	
۲	شکل مقابل روش کنترل تختی پیشانی سطوح گرد را به کمک ساعت اندازه‌گیری و استفاده از اهرم‌ها و متعلقات جانبی آن نشان می‌دهد. در این حالت مجموعه ساعت اندازه‌گیری، ثابت و قطعه کار حرکت دورانی دارد	
۳	در کنترل گردی قسمت بیرونی یک استوانه و یا میله، آنرا مابین مرغک‌های دستگاه مرغک بسته و سر میله اندازه‌گیری ساعت را روی محیط قطعه کار آورده شده و با دوران قطعه کار، دایره‌ای بودن آنرا کنترل می‌کنیم	
۴	با استفاده از قطعه جناقی (V-Block) می‌توان گردی میله‌ها را به کمک ساعت اندازه‌گیری کنترل نمود	

ردیف	شرح	شکل
۵	برای کنترل گردی داخلی استوانه‌ها، ساعت اندازه‌گیری را روی نگه‌دارنده مناسب سوار نموده، اهرم‌های کنترل‌های داخلی را روی آن سوار می‌کنیم، مطابق شکل با چرخاندن قطعه کار گردی داخل آن بررسی می‌شود	
۶	یکی دیگر از کاربردهای ساعت، اندازه‌گیری تعیین زاویه مخروط‌ها است. برای این کار مخروط را بین دو مرغک بسته ساعت اندازه‌گیری را روی آن مستقر و تنظیم نموده با حرکت دادن ساعت روی یال و مقدار تغییر اندازه ساعت و طول افقی روی یال زاویه مخروط محاسبه می‌شود	
۷	در اندازه‌گیری و کنترل لنگی به وسیله ساعت اندازه‌گیری نیز ساعت بین دو مرغک بسته شده و پس از استقرار و تنظیم ساعت روی محیط لنگ و چرخاندن قطعه کار مقدار لنگی از روی ساعت خوانده می‌شود	
۸	شکل مقابل اندازه‌گیری و کنترل تختی طوقه‌ها را به کمک ساعت اندازه‌گیری که روی پایه ثابت مجهز به صفحه صافی است نشان می‌دهد	
۹	شکل مقابل کنترل گردی محوری که به صورت عمودی قرار دارد را به وسیله ساعت اندازه‌گیری که روی پایه ثابت از نوع شیاردار بسته شده است را نشان می‌دهد	



- ۱- عمل بزرگ‌نمایی اندازه‌ها در ساعت اندازه‌گیری به چه وسیله‌ای انجام می‌شود؟
- ۲- آیا طول میله اندازه‌گیری اثری در گستره اندازه‌گیری ساعت دارد؟ چرا؟
- ۳- با توجه به این که سر میله اندازه‌گیری به فرم‌های مختلف ساخته می‌شود، شرح دهید که هر کدام برای چه نوع کارهایی مناسب‌اند؟
- ۴- برای جابه‌جایی (حرکت دادن) میله اندازه‌گیری ساعت از کدام قسمت و چگونه عمل می‌کنید؟
- ۵- مکانیزم سفت و شل کردن نگه‌دارنده انعطاف‌پذیر (خرطومی) ساعت چگونه است؟ با رسم شکل شرح دهید.
- ۶- چنانچه صفحه بزرگ ساعت اندازه‌گیری 200° قسمتی باشد در دقت اندازه‌گیری چه اثری دارد؟ چرا؟
- ۷- صفحه بزرگ یک ساعت اندازه‌گیری 80° قسمتی و هر واحد آن نشان‌دهنده $1^\circ/100$ میلی‌متر است. میله اندازه‌گیری به اندازه $95^\circ/100$ میلی‌متر جابه‌جا شده است. موقعیت عقربه بزرگ ساعت چگونه است؟ (توجه داشته باشید این ساعت اندازه‌گیری فاقد صفحه دورشمار یا صفحه کوچک است.)
- ۸- پیرامون سیستم آهن‌ربای پایه مغناطیسی نگه‌دارنده ساعت بحث و نتیجه‌گیری کنید.
- ۹- آیا می‌توان برای ایجاد بزرگ‌نمایی در ساعت به جای چرخ‌دنده، از اهرم استفاده نمود؟ استفاده از اهرم چه اثری در دقت و صحت عملکرد ساعت دارد؟
- ۱۰- می‌خواهیم تعداد 50° قطعه که به شکل پولک با ضخامت $5^\circ/100 \pm 22$ میلی‌متر است، را با ساعت اندازه‌گیری، کنترل کنیم. روش تنظیم و انجام کار چگونه است؟
- ۱۱- قابلیت تفکیک ساعت اندازه‌گیری $1^\circ/100$ میلی‌متر بیش‌تر است یا $1^\circ/100$ اینچ؟ چرا؟
- ۱۲- بهترین محل برای بستن ساعت به پایه کدام ناحیه آن است؟ چرا؟
- ۱۳- روش کنترل گردی یک میله را به وسیله ساعت اندازه‌گیری با رسم شکل شرح دهید.
- ۱۴- روش کنترل مستقیمی (عدم خمیدگی) یک میله را به وسیله ساعت اندازه‌گیری شرح دهید.
- ۱۵- چگونه می‌توان لنگی محور متغیر ماشین مته را به وسیله ساعت اندازه‌گیری حساس کنترل نمود. با رسم شکل شرح دهید.