

# بررسی و آزمایش دقت ماشین‌های تراش

## بخش اول



تهیه کننده: ابوالفتح بسطامی

تابستان ۱۴۰۴

**ITC**

مرکز ملی تربیت مربی  
دانشگاه ملی فناوری و حرفه ای



سازمان آموزش فنی و حرفه ای کشور



**unesco**

عضو شبکه بین المللی مراکز آموزش فنی و حرفه ای



## بررسی و آزمایش دقت ماشین‌های تراش بخش اول

تهیه‌کننده: ابوالفتح بسطامی

مرکز ملی تربیت مربی و پژوهش‌های فنی و حرفه‌ای  
سازمان آموزش فنی و حرفه‌ای کشور

رعایت اصول اخلاقی و مسئولیت صحت و دقت محتوا بر عهده نویسنده / نویسندگان می‌باشد.

تابستان ۱۴۰۴

## ❖ مقدمه:

## «قوانینی برای تنظیم و بررسی دقت ماشین‌های ابزار.»

اثر فرسودگی تدریجی ماشین‌های ابزار در حین کار، خود را به صورت کاهش دقت ماشینکاری، افزایش سر و صدا، نقص عملکرد و خرابی نشان می‌دهد. حفظ ماشین‌ها در حالت کار و بازیابی عملکرد از دست رفته آنها تنها با بازرسی و تعمیرات به موقع امکان‌پذیر است، چنین بررسی‌هایی پس از تعمیرات میانی و اساسی نیز انجام می‌شوند. استانداردها قوانین تنظیم و آزمایش دقت برای ماشینهای ابزار در نظر گرفته است که از این استانداردهای هنگام بررسی دقت دستگاهها استفاده می‌شود.

استاندارد GOST در روسیه، برای ارزیابی دقت ماشین‌های تراش، استانداردهای مختلفی ارائه کرده که روش‌ها و ابزارهای خاصی را برای آزمون‌های هندسی و عملکردی این ماشین‌آلات تعیین می‌کنند. با توجه به اینکه ماشینهای تراش ساخت روسیه درصد بالایی از ماشینهای مورد استفاده در صنایع ایران را بخود اختصاص داده است، آشنایی با این استانداردها، برای بررسی و بازسازی ماشینهای ابزار مستهلک موجود در کشور، لازم است لذا در ادامه برخی از مهم‌ترین استانداردها و روش‌های آزمایش ذکر شده است:

**۱. GOCT P 59210-202 – ابزارهای اندازه‌گیری برای آزمون‌های هندسی ماشین‌آلات**

این استاندارد ابزارهای اندازه‌گیری مورد استفاده در آزمون‌های هندسی ماشین‌آلات را مشخص می‌کند. این ابزارها برای ارزیابی دقت هندسی ماشین‌های تراش و سایر ماشین‌آلات فلزکاری ضروری هستند.

**۲. GOCT 8-82 – آزمایش‌های دقت ماشین‌آلات فلزکاری**

این استاندارد به طور کلی به آزمایش‌های دقت ماشین‌آلات فلزکاری، از جمله ماشین‌های تراش، می‌پردازد. اصول کلی آزمون‌های دقت، روش‌های اندازه‌گیری هندسی و معیارهای پذیرش و رد ماشین‌آلات را مشخص می‌کند. این استاندارد برای تمامی ماشین‌آلات فلزکاری، از جمله ماشین‌های تراش، اعمال می‌شود.

**۳. GOCT 22267 – روش‌ها و طرح‌های اندازه‌گیری پارامترهای هندسی ماشین‌آلات****فلزکاری**

این استاندارد روش‌ها و طرح‌های اندازه‌گیری پارامترهای هندسی ماشین‌آلات فلزکاری را تعیین می‌کند. برای ارزیابی دقت هندسی ماشین‌های تراش، استفاده از این روش‌ها ضروری است.

**۴. GOCT 25443 – نمونه‌های آزمون برای ارزیابی دقت ماشین‌آلات فلزکاری**

این استاندارد نمونه‌های آزمون را برای ارزیابی دقت ماشین‌آلات فلزکاری مشخص می‌کند. این نمونه‌ها برای ارزیابی دقت ماشین‌های تراش و سایر ماشین‌آلات فلزکاری استفاده می‌شوند.

**۵. GOCT 18098 – ماشین‌های تراش و فرز، دقت و روش‌های آزمون**

این استاندارد به طور خاص به ماشین‌های تراش و فرز می‌پردازد و روش‌های آزمون دقت، ابزارهای اندازه‌گیری و معیارهای دقت را برای این ماشین‌آلات مشخص می‌کند.

**۶. GOCT 27843-2006 – آزمون دقت و تکرارپذیری موقعیت‌یابی در ماشین‌های کنترل****عددی**

این استاندارد روش‌های آزمون دقت و تکرارپذیری موقعیت‌یابی در ماشین‌آلات با کنترل عددی را مشخص می‌کند. برای ماشین‌های تراش با کنترل عددی، استفاده از این استاندارد برای ارزیابی دقت موقعیت‌یابی ضروری است.

برای ارزیابی دقت ماشین‌های ابزار ساخت روسیه، استفاده از استانداردهای فوق‌الذکر ضروری است. این استانداردها روش‌ها، ابزارها و معیارهای لازم را برای آزمون‌های دقت هندسی و عملکردی ماشین‌آلات فلزکاری تعیین می‌کنند. با رعایت این استانداردها، می‌توان دقت و عملکرد ماشین‌های تراش را به طور مؤثری ارزیابی و در صورت نیاز تنظیمات، اصلاحات و تعمیرات را انجام داد.

**• فهرست مطالب**

- پیشگفتار
- بررسی ۱. مستقیم بودن حرکت طولی کالسکه در صفحه عمودی
- بررسی ۲. انحراف عرضی تکیه‌گاه در حین حرکت طولی آن
- بررسی ۳. مستقیم بودن حرکت طولی کالسکه در صفحه افقی
- بررسی ۴. موازی بودن ریل‌های مرغک با جهت حرکت طولی مرغک
- بررسی ۵. انحراف شعاعی گردنه محور اسپیندل
- بررسی ۶. انحراف شعاعی سوراخ محور اسپیندل
- بررسی ۷. انحراف محوری بلبرینگهای اسپیندل دستگاه
- بررسی ۸. میزان بیرون‌زدگی انتهای فلنج تکیه‌گاه اسپیندل
- بررسی ۹. موازی بودن محور اسپیندل مرغک با جهت حرکت طولی تکیه‌گاه
- بررسی ۱۰. موازی بودن سوراخ اسپیندل مرغک جهت حرکت کالسکه
- بررسی ۱۱. انحراف شعاعی محورا اسپیندل اصلی نسبت به محور سوراخ مرکزی مرغک
- بررسی ۱۲. موازی بودن محور سوراخ مخروطی مرغک با جهت حرکت طولی کالسکه
- بررسی ۱۳. موازی بودن حرکت طولی اسپیندل مرغک با حرکت طولی کالسکه
- بررسی ۱۴. بررسی هم‌ارتفاع بودن مرغک و اسپیندل دستگاه نسبت به بستر ماشین
- بررسی ۱۵. عمود بودن متقابل جهت مسیر حرکت کالسکه بر اسپیندل ماشین
- بررسی ۱۶. انحراف (لقی) محوری پیچ راهنما
- بررسی ۱۷. دقت زنجیره انتقال بین اسپیندل و میله پیچبری
- بررسی ۱۸. بررسی دستگاه برای دقت ماشینکاری (شکل هندسی سطح استوانه‌ای نمونه)
- بررسی ۱۹. بررسی دقت ماشینکاری دستگاه

## ❖ پیشگفتار

بررسی ماشینهای تراش از نظر دقت تکنولوژیکی یا هندسی یکی از مهمترین فرآیندهای لازم برای تولید محصولات با کیفیت بالا است. با گذشت زمان، دقت ماشینکاری شروع به انحراف از پارامترهای اولیه مشخص شده برای دستگاه می‌کند. در نتیجه، محصولات ماشینکاری شده، با انحراف در اندازه، شکل و کیفیت سطح بوجود می‌آید. برای جلوگیری از ایجاد چنین شرایطی، تشخیص و اصلاح عیوب ماشین می‌تواند برنامه‌ریزی شده (در بیشتر موارد) یا برنامه‌ریزی نشده (اضطراری) انجام شود.

### • فعالیت‌های اصلی:

- اندازه‌گیری حرکات خطی و زاویه‌ای قطعات دستگاه که قطعه کار و ابزارها را نگه می‌دارند،
- تعیین نرخ تغذیه محصول در حال پردازش،
- بررسی دقیق اجزای متحرک دستگاه برای لقی،

### • ابزارهای تعیین اختلافات:

- خط‌کش‌های آزمایش،
- سنبه‌های کنترل (دُرَن استوانه‌ای)،
- ترازهای صنعتی،
- ساعت اندیکاتور،
- گیج‌ها و فیلرها،
- مینی‌مترها (ریز سنج)،
- دینامومترها،
- پل‌های یونیورسال و غیره.

در نتیجه بررسی، داده‌هایی در مورد امکان استفاده بیشتر از ماشین یا نیاز به نوسازی یا جایگزینی کامل آن با یک دستگاه جدید به دست می‌آید.

این نوشته روشهایی را برای بررسی دقت ماشینهای تراش یونیورسال با قطر قابل ماشینکاری قطعه کار تا ۶,۳ متر و فاصله بین دو مرغک (حداکثر طول کارگیر) تا ۲۰ متر را طبق استاندارد ارائه می‌دهد.

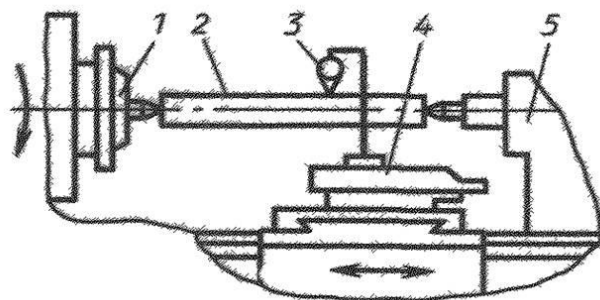
### ❖ بررسی ۱. مستقیم بودن حرکت طولی کالسکه در صفحه عمودی

لازمه مستقیم بودن حرکت طولی کالسکه در صفحه عمود این است که ریل مربوطه در بستر دستگاه کاملاً مستقیم باشد و هرگونه انحراف خارج از محدوده مجاز در راستای عمودی آن باعث خطای ماشینکاری می‌گردد و باید اصلاح شود.

#### - روش بررسی:

- برای طول کورس کالسکه تا ۳ متر:

بررسی با استفاده از یک دُرَن استوانه‌ای (دُرَن یا مندرل Mandrel یک میله یا محور است که در فرآیندهای صنعتی ماشین ابزار برای بررسی و کنترل عدم انحراف استفاده می‌شود) که بین دو مرغک ثابت شده است و یک ساعت اندیکاتور انجام می‌شود. ساعت اندیکاتور روی کالسکه نصب می‌شود به طوری که میله ساعت اندازه‌گیر با قسمت بالای دُرَن تماس پیدا کند. قرائت‌های نشانگر ساعت در سرتاسر دُرَن باید یکسان باشد.



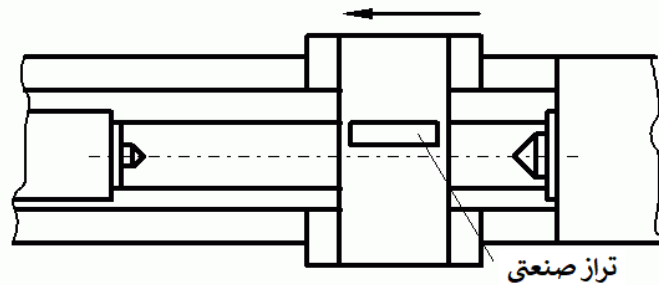
شکل ۱- بررسی مستقیم بودن حرکت طولی تکیه‌گاه در صفحه عمودی

۱- مرغک ثابت ۲- مندرل ۳- ساعت اندیکاتور ۴- کالسکه ۵- مرغک

- برای طول کورس کالسکه بیشتر از ۳ متر:

بررسی با استفاده از تراز صنعتی انجام می‌شود، یک تراز صنعتی با دقت حداقل ۰,۰۲ میلی‌متر بازای هر یک متر یا یک تراز الکترونیک روی کالسکه، نزدیک‌تر به نگهدارنده ابزار و موازی با جهت حرکت طولی آن قرار داده شود (شکل مقابل). سپس کالسکه در کل طول کورس دستگاه حرکت می‌کند.

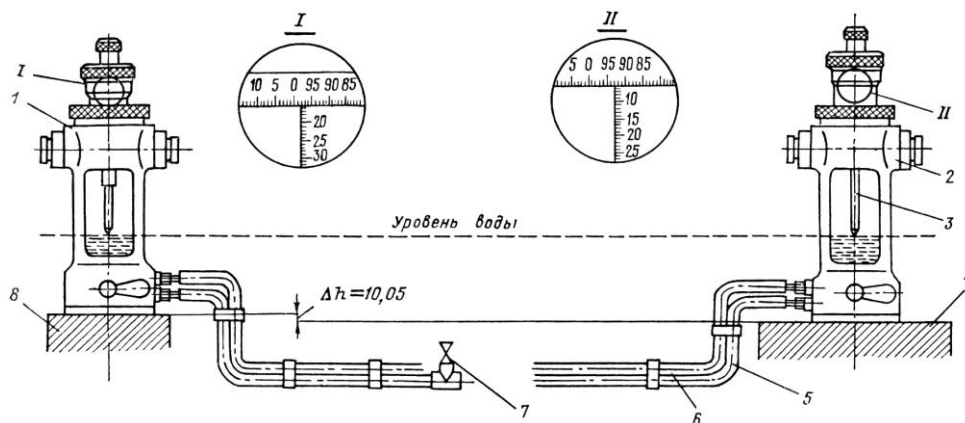
اندازه گیری ها در ماشین هایی با طول کورس کالسکه تا ۶ متر، حداکثر هر ۵۰ سانت و در ماشین هایی با طول کورس کالسکه بیشتر، حداکثر هر ۱ متر انجام می شود.



شکل ۲- بررسی با استفاده از تراز صنعتی

- برای ماشین هایی با طول کورس کالسکه بیش از ۶ متر:

**روش اول:** بررسی را می توان با استفاده از شیلنگ تراز مجهز به مخازن ارتباطی (شکل مقابل) انجام داد که یکی از آنها روی کالسکه و دیگری در کنار دستگاه ثابت شده است، سپس کالسکه در جهت طول ریل بستر جابجا شده و در فواصل مختلف، اختلاف ارتفاع مایع داخل مخازن با هم مقایسه می شود.



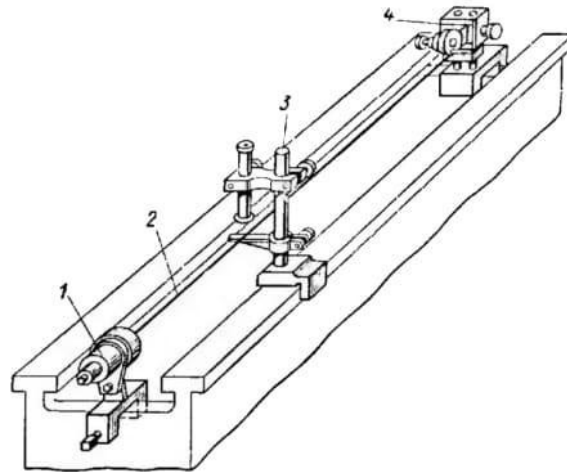
شکل ۳- تراز هیدرواستاتیک برای اندازه گیری اختلاف ارتفاع

- ۱ و ۲- سرهای اندازه گیری؛ ۳- میله پیچ میکرومتری؛ ۴- المان واحد با سطح مورد اندازه گیری؛ ۵- شلنگ آب؛ ۶- شلنگ هوا؛ ۷- شیر آب؛ ۸- المان واحد یا معیار با سطحی که اندازه گیری نسبت به آن انجام می شود

**روش دوم:** بررسی با استفاده از میکروسکوپی که روی ریل یا کالسکه نصب شده و یک نخ ابریشمی که در امتداد راهنماهای بستر کشیده شده است، انجام می شود که محور عدسی میکروسکوپ بر آن عمود است.

بررسی راهنماهای دستگاه با یک سیم نازک کالیبره شده، نخ پلاستیکی یا ابریشمی که محکم کشید شده و یک خط مستقیم ایجاد می‌کند که می‌توان آن را به عنوان استاندارد برای صاف بودن در نظر گرفت. با اندازه‌گیری فاصله راهنما تا نخ مورد بررسی با یک ابزار دقیق (ترجیحاً میکروسکوپ)، انحراف راهنما از خط مستقیم ایده‌آل در طول کل آن تعیین می‌شود.

رشته نخ طوری نصب می‌شود که نقاط انتهایی آن دقیقاً در فاصله یکسانی از راهنما قرار داشته باشند. اندازه‌گیری‌های میانی، انحراف راهنما از صاف بودن را نشان می‌دهند. نمودار بررسی راهنما در شکل مقابل نشان داده شده است.



شکل ۴- طرح تأیید صافی با استفاده از ریسمان و میکروسکوپ:

۱ - واحد بستن ریسمان؛ ۲ - ریسمان؛ ۳ - میکروسکوپ؛ ۴ - واحد کشش ریسمان

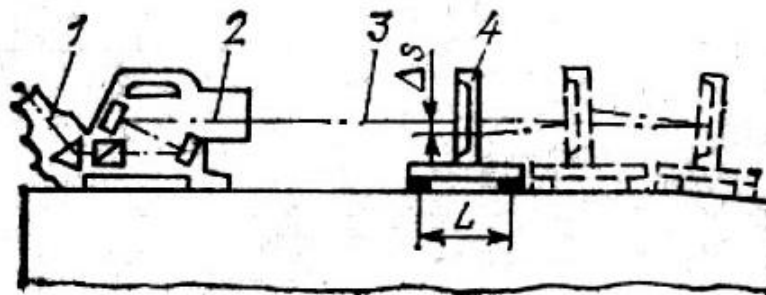
هنگام بررسی راهنماهای مثلثی فرم، میکروسکوپ روی پایه‌ای مطابق با شکل راهنماها نصب می‌شود. دقت اندازه‌گیری به روش نخ تا  $0,01$  میلیمتر است.

**روش سوم:** روش دیگر بررسی مستقیم بودن حرکت طولی کالسکه در صفحه افقی برای طول کورس کالسکه بیش از ۳ متر، استفاده از تجهیزات نوری است.

دستگاه نوری اصلی مورد استفاده برای بررسی مستقیم بودن راهنماها و تطابق محورها، تلسکوپ است. این دستگاه به شما امکان می‌دهد اشیاء را در فاصله قابل توجهی مشاهده کنید. محور نوری تلسکوپ، خط مستقیم اصلی است که نسبت به آن اندازه‌گیری‌ها انجام می‌شود. تلسکوپ به همراه یک علامت هدف استفاده می‌شود که در امتداد سطوح مورد تأیید حرکت می‌کند. در ساده‌ترین حالت، علامت هدف روی یک

پایه است که در آن دو نخ بسیار نازک به صورت ضربدری کشیده شده و روی پایه ثابت شده است تا بتوان آن را در حین تنظیم چرخاند تا نخ افقی را به موازات راهنماها تنظیم کند.

برای تأیید راهنما، یک تلسکوپ در یک انتهای آن و یک منبع نور در انتهای دیگر نصب می‌شود. علامت هدف، که روی پایه‌ای مطابق با مشخصات راهنما نصب شده است، به طور متوالی در امتداد راهنمای مورد تأیید حرکت می‌کند. وقتی بخش‌های راهنما در صفحات عمودی و افقی از خط مستقیم مرجع (محور نوری) منحرف می‌شوند، جابجایی نسبی نخ‌های افقی و عمودی روی قطب رخ می‌دهد. بزرگی و جهت این انحرافات توسط یک تلسکوپ ثبت می‌شود. طرح تأیید با استفاده از این روش در شکل زیر نشان داده شده است.



شکل ۵- روش نوری برای بررسی دقت ریل‌های بستر دستگاه تراش

۱ - میکروسکوپ، ۲ - اتوکالیما‌تور، ۳ - محور دید، ۴ - آینه

### - انحرافات مجاز:

الف) ۰,۰۲ میلی‌متر به ازای هر ۱ متر از طول کورس کالسکه؛

ب) در کل طول کورس تکیه‌گاه:

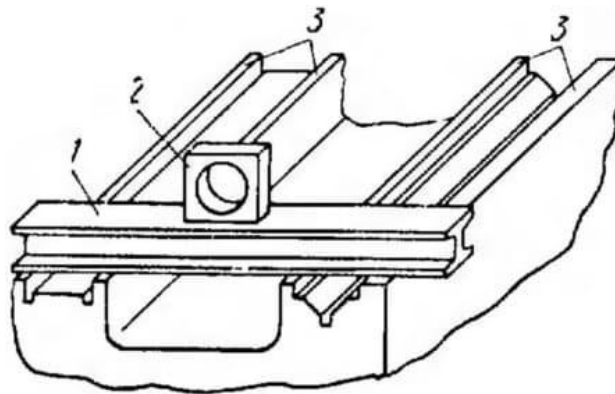
- ۰,۰۴ میلی‌متر - برای طول کورس تا ۲ متر
- ۰,۰۶ میلی‌متر - برای طول کورس تا ۴ متر
- ۰,۰۸ میلی‌متر - برای طول کورس تا ۸ متر
- ۰,۱۰ میلی‌متر - برای طول کورس تا ۱۲ متر
- ۰,۱۲ میلی‌متر - برای طول کورس تا ۱۶ متر
- ۰,۱۶ میلی‌متر - برای طول کورس تا ۲۰ متر

## ❖ بررسی ۲. انحراف عرضی تکیه‌گاه در حین حرکت طولی آن

در این مرحله تراز بودن بستر دستگاه از جهت عرضی بررسی و در صورت وجود خطای خارج از محدوده مجاز اصلاح می‌شود.

### - روش بررسی:

**روش اول:** یک تراز روی تکیه‌گاه (نزدیک‌تر به نگهدارنده ابزار) عمود بر جهت حرکت طولی آن (همراستا با جهت حرکت ساپورت عرضی) نصب می‌شود. سپس تکیه‌گاه در جهت طولی در کل طول کورس حرکت می‌کند. انجام این بررسی توسط خطکش راهنما و تراز صنعتی نیز قابل انجام است (شکل زیر).

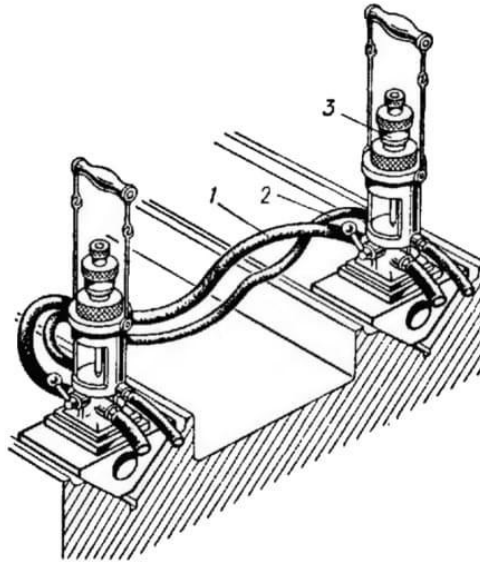


شکل ۶- کنترل انحراف عرضی تکیه‌گاه در حین حرکت طولی آن

۱- خطکش راهنما؛ ۲- تراز؛ ۳- سطوح ریلها که باید بررسی شوند

اندازه‌گیری‌ها در ماشین‌هایی با طول کورس تا ۶ متر، حداکثر هر ۵۰ سانتیمتر و در ماشین‌هایی با طول کورس بیشتر، حداکثر هر ۱ متر انجام می‌شود.

**روش دوم:** بررسی انحراف عرضی تکیه‌گاه را می‌توان مانند بررسی انحراف طولی آن با استفاده از شیلنگ تراز مجهز به مخازن ارتباطی انجام داد با این تفاوت که وضعیت ریلها را در جهت عرض بستر نسبت به هم سنجیده می‌شود (شکل زیر).



شکل ۷- شیلنگ تراز مجهز به مخازن ارتباطی (سطوح هیدرواستاتیک)

۱ - شلنگ آب؛ ۲ - شلنگ هوا؛ ۳ - میکرومتر

### - انحرافات مجاز:

الف) به ازای هر ۱ متر از طول کورس:

- ۰,۰۲ برای ماشین‌هایی با بزرگترین قطر ماشینکاری تا ۸۰۰ میلیمتر
- ۰,۰۳ برای ماشین‌هایی با بزرگترین قطر ماشینکاری بیش از ۸۰۰ میلیمتر

ب) در کل طول کورس:

۱. برای ماشین‌هایی با بزرگترین قطر ماشینکاری تا ۸۰۰ میلیمتر
  - ۰,۰۳ میلیمتر برای طول کورس تا ۲ متر
  - ۰,۰۴ میلیمتر برای طول کورس تا ۴ متر
  - ۰,۰۶ میلیمتر برای طول کورس تا ۸ متر
  - ۰,۰۸ میلیمتر برای طول کورس تا ۱۲ متر
  - ۰,۱۰ میلیمتر برای طول کورس تا ۲۰ متر
۲. برای ماشین‌هایی با بزرگترین قطر ماشینکاری تا ۱۶۰۰ میلیمتر:
  - ۰,۰۴ میلیمتر برای طول کورس تا ۲ متر

- ۰,۰۵ میلیمتر برای طول کورس تا ۴ متر
  - ۰,۰۸ میلیمتر برای طول کورس تا ۸ متر
  - ۰,۱۰ میلیمتر برای طول کورس تا ۲۰ متر
۳. برای ماشین‌هایی با بزرگترین قطر ماشینکاری بیش از ۱۶۰۰ میلیمتر:
- ۰,۱۰ میلیمتر برای طول کورس تا ۱۶ متر
  - ۰,۱۲ میلیمتر برای طول کورس تا ۲۰ متر

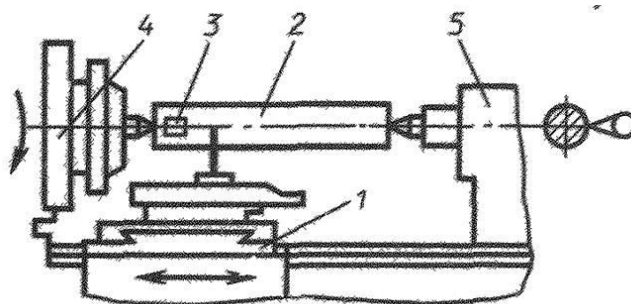
### ❖ بررسی ۳. مستقیم بودن حرکت طولی کالسکه در صفحه افقی

- روش بررسی:

بستر دستگاه تراش که روی تکیه‌گاه‌های صلب نصب شده است، باید از نظر هموار بودن، موازی بودن و انحنای راهنماها بررسی می‌شود. این بررسی برای دستگاههایی با طول کورس کمتر از ۳ متر با استفاده از دُرَن استوانه‌ای و بیشتر از ۳ متر توسط "پل یونیورسال" یا دستگاه‌ها و ابزارهای ویژه مختلف (مثل خط‌کش، تراز، نشانگر با نگهدارنده) انجام می‌شود.

- برای طول کورس کالسکه تا ۳ متر:

بررسی با استفاده از یک دُرَن استوانه‌ای که بین دو مرغک ثابت شده است و یک ساعت اندیکاتور انجام می‌شود. ساعت اندیکاتور روی کالسکه نصب می‌شود به طوری که میله ساعت اندازه‌گیر با قسمت جانبی مندرل تماس پیدا کند. قرائت‌های نشانگر ساعت در سرتاسر مندرل باید یکسان باشد.

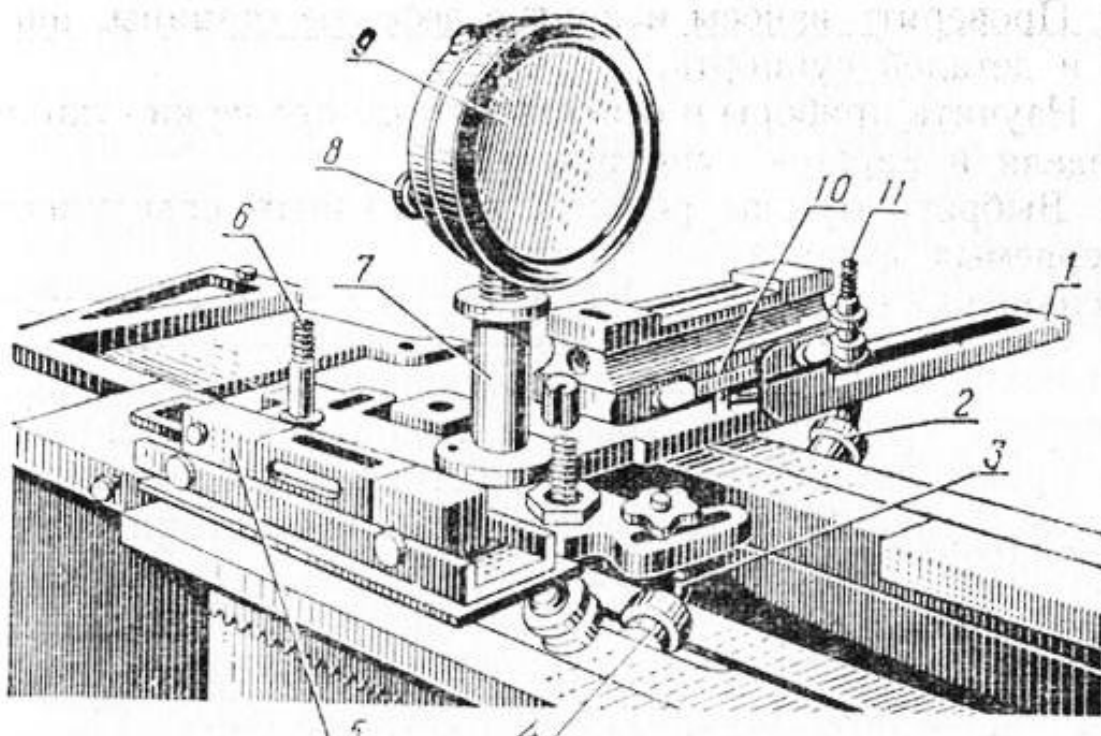


شکل ۸- بررسی مستقیم بودن حرکت طولی تکیه‌گاه در صفحه افقی

۱- کالسکه ۲- مندرل ۳- ساعت اندیکاتور ۴- مرغک ثابت ۵- مرغک

- بررسی طول کورس کالسکه بیش از ۳ متر:

بررسی بستر دستگاه تراش با طول کورس بیش از ۳ متر با استفاده از "پل یونیورسال" یا دستگاه‌ها و ابزارهای ویژه مختلف (مثل خط‌کش، تراز، نشانگر با نگهدارنده) انجام می‌شود. پل یونیورسال (شکل زیر) از یک پایه T شکل با سکوی قابل تنظیم و یک بستر با روکش ویژه تشکیل شده است.



شکل ۹- پل یونیورسال

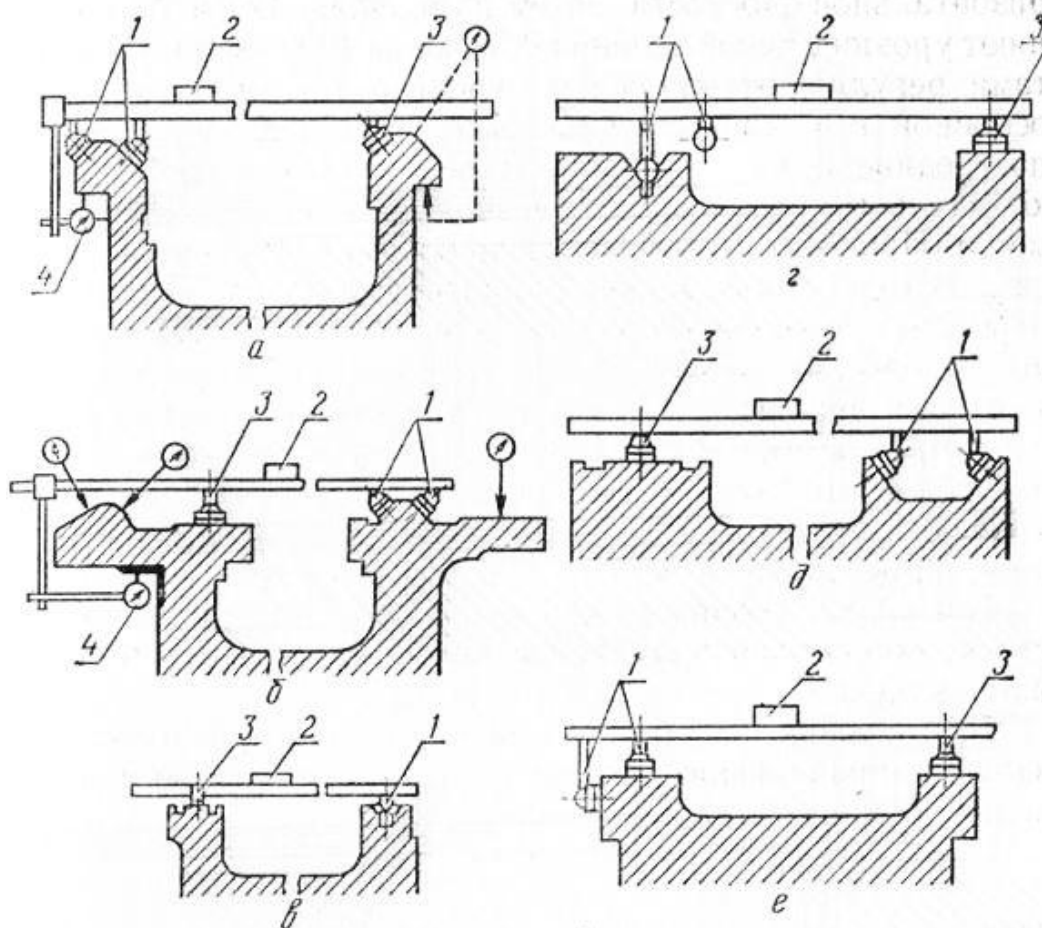
۱- بستر ۲،۴- پد پاشنه ۳- تکیه‌گاه ۵، ۱۰- سکوی قابل تنظیم ۶، ۱۱- ستون‌ها ۷- پایه ۸- پیچ تنظیم ۹- آینه.

این پل بر اساس پنج بلبرینگ شامل دو بلبرینگ محوری ساخته شده است. دو عدد از آنها را می‌توان با استفاده از دو ستون به صورت عمودی حرکت داد، دو تکیه‌گاه دیگر را می‌توان به صورت افقی در امتداد شیارهای طولی پایه حرکت داد و بسته به عرض ریل‌های بستر دستگاه، در موقعیت مورد نیاز ثابت کرد. یاتاقان محوری به همراه ستون در کانال پایه می‌تواند به صورت عمودی و افقی حرکت کند. این دستگاه بر روی ریل‌های بستر با اشکال و اندازه‌های مختلف نصب می‌شود.

با استفاده از دو سطح ریل دستگاه (در امتداد و عرض بستر)، هموار بودن و انحنای ریل‌ها به طور همزمان بررسی می‌شود. موازی بودن سطوح راهنما با استفاده از نشانگرهای نصب شده روی دستگاه تعیین می‌شود. از یک پایه با آینه شماره ۹ و پیچ‌های تنظیم شماره ۸ برای بررسی هموار بودن ریل‌های بستر با یک اتوکالیماتور استفاده می‌شود. برای بررسی، یک پل تقریباً در قسمت میانی (در امتداد طول) بستر روی ریل‌ها قرار می‌گیرد. موقعیت تکیه‌گاه‌های پل طوری تنظیم می‌شود که چهار عدد از آنها روی قسمت منشوری ریل‌ها قرار گیرند.

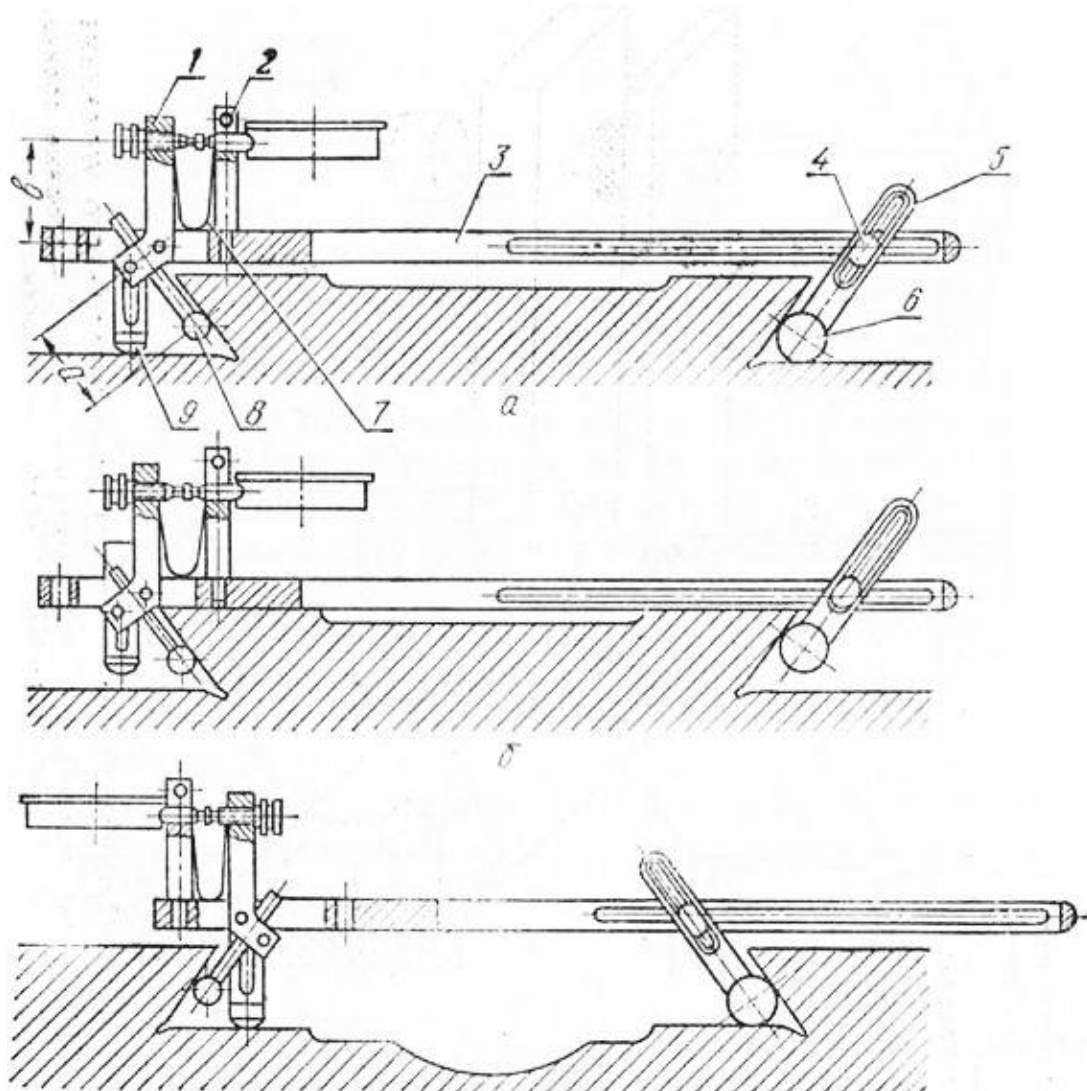
با استفاده از ستونی که روی ریل روبرو قرار دارد، موقعیت پل را در صفحه افقی تنظیم کنید. سپس، روی سکوه‌های شماره ۵ و ۱۰، سطوح را با مقدار تقسیم ۰,۰۲ میلی‌متر در هر ۱۰۰۰ میلی‌متر طول ثابت کنید و موقعیت سطوح را با پیچ تنظیم کنید تا حباب‌های ترازهای اصلی و کمکی سطوح در وسط بین خطوط مربوطه قرار گیرند. سپس دستگاه را در امتداد ریل‌ها حرکت داده و به محل اصلی خود برگردانید. در این حالت، حباب‌های ترازهای اصلی باید به موقعیت اصلی خود بازگردند. در غیر این صورت، لازم است که چفت شدن ستون‌ها و یاتاقان‌های رانشی بررسی شود. ریل‌ها با حرکت دادن متوالی پل از مقطعی به مقطع دیگر بررسی می‌شوند. طول مقطع برابر با فاصله بین تکیه‌گاه‌های پل است. در این حالت، تراز نصب شده در امتداد ریل‌ها، غیرخطی بودن و تراز عمود بر ریل‌ها، انحنای سطوح را تعیین می‌کند. مقادیر سطح بر حسب میکرومتر، که در بخش‌های جداگانه شمارش می‌شوند، در دفترچه ثبت می‌شوند و سپس شکل پروفیل راهنماها بررسی می‌شود.

غیرخطی بودن راهنمای منشوری در هر دو صفحه عمودی و افقی را می‌توان با استفاده از یک اتوکالیماتور با دقت بیشتری تعیین کرد. در این حالت، اتوکالیماتور بدون حرکت روی یک تکیه‌گاه (ترجیحاً روی بستر مورد آزمایش) روبروی انتهای یکی از ریل‌های بستر قرار می‌گیرد و یک پل با آینه روی راهنماهای مورد آزمایش قرار می‌گیرد. اتوکالیماتور به موازات راهنماها و عمود بر آینه تنظیم می‌شود. برای انجام این کار، یک پل با آینه به اتوکالیماتور نزدیک می‌شود و دستگاه تا زمانی که یک خط متقاطع منعکس شده در وسط میدان دید چشمی به دست آید، تنظیم می‌شود. سپس پل با آینه به انتهای مخالف بستر منتقل می‌شود و یک آینه عمود بر پیچ‌های شماره ۸ نصب می‌شود.



شکل ۱۰- طرح‌های پیشنهادی برای تنظیم و راه‌اندازی پل یونیورسال برای بررسی ریل‌های دستگاه با پروفیل‌ها و اندازه‌های مختلف:  
۱.۳- تکیه‌گاه‌ها ۲- سطح ۴- نشانگر

اندازه‌گیری‌ها با حرکت پل از موقعیت اولیه روی بستر در امتداد نواحی دقیقاً علامت‌گذاری شده (مانند هنگام کار با ترازها) انجام می‌شوند. زوایای شیب مربوطه با استفاده از یک میکرومتر چشمی شمارش می‌شوند، که از آن نموداری از شکل راهنماها رسم می‌شود. شکل فوق نمونه‌هایی از تنظیم یک پل یونیورسال برای بررسی راهنماهای بستر با پروفیل‌ها و اندازه‌های مختلف با نصب تکیه‌گاه‌های تراز و نشانگرها را نشان می‌دهد. ترازهای راهنماهای دم‌چلچله‌ای و همچنین سایر اشکال مطابق با شکل زیر، به راحتی با استفاده از دستگاه پل یونیورسال مجهز به نشانگرهای میکرومتری یا ساعت اندیکاتور (بدون آینه و اتوکالیباتور) بررسی می‌شود.



شکل ۱۱- بررسی موازی بودن راهنماهای دم چلچله‌ای با استفاده از دستگاه پل یونیورسال:

۱- اهرم ۲- پایه ۳- تیر ۴- محور ۵، ۹- تکیه‌گاه‌ها ۶- غلتک ۷- فنر ۸- میله.

شکل فوق (در سه بخش) نحوه نصب دستگاه را هنگام بررسی موازی بودن سطوح راهنما در مکان‌های مختلف نشان می‌دهد. این بررسی با حرکت دستگاه در امتداد راهنماها انجام می‌شود؛ انحراف در موازی بودن توسط نشانگر تعیین می‌شود.

این دستگاه شامل یک تیر با یک اهرم لولایی و یک میله اندازه‌گیری قابل تنظیم، یک پایه با یک نشانگر و یک تکیه‌گاه لولایی قابل تعویض با یک غلتک کنترل است. هنگام بررسی راهنماهای دارای تماس در امتداد

صفحه پایینی، یک تکیه‌گاه قابل تعویض با قطر غلتک انتخاب می‌شود که تماس را تقریباً در وسط ارتفاع صفحه شیب‌دار تضمین می‌کند (شکل فوق، تصویر اول و سوم).

این تکیه‌گاه در امتداد شیار خود تنظیم شده و همچنین با یک پیچ محکم می‌شود. روی سطح استوانه‌ای میله اندازه‌گیری، ورنیه‌ای وجود دارد که با آن مقدار تقسیم نشانگر، بسته به تفاوت فواصل a و b (شکل فوق، تصویر اول و دوم) تعیین می‌شود. مقدار یک تقسیم از ورنیه ۰,۰۰۵-۰,۰۱۵ میلی‌متر است.

#### - انحرافات مجاز:

الف) ۰,۰۲ میلی‌متر به ازای هر ۱۰۰۰ میلی‌متر طول کورس تکیه‌گاه؛

ب) در کل طول کورس تکیه‌گاه:

- ۰,۰۳ میلی‌متر برای طول کورس تا ۲ متر
- ۰,۰۴ میلی‌متر برای طول کورس تا ۴ متر
- ۰,۰۵ میلی‌متر برای طول کورس تا ۸ متر
- ۰,۰۶ میلی‌متر برای طول کورس تا ۱۲ متر
- ۰,۰۸ میلی‌متر برای طول کورس تا ۱۶ متر
- ۰,۱۰ میلی‌متر برای طول کورس تا ۲۰ متر

#### ❖ بررسی ۴. موازی بودن ریل‌های مرغک با جهت حرکت طولی مرغک

##### - روش بررسی

پس از بررسی و راستی آزمایشی ریل‌های کالسکه و اطمینان از صحت عملکرد آن، با مبنا قرار دادن آن می‌توان ریل‌های مربوط به مسیر حرکتی مرغک را به روش زیر بررسی نمود:

یک ساعت اندیکاتور روی کالسکه نصب شده است به طوری که میله اندازه‌گیری آن ریلی که مرغک دستگاه روی آن حرکت می‌کند را لمس کند. بررسی به طور متناوب در امتداد هر ریل مرغک - هنگام استفاده از یک شاخص - یا در امتداد همه ریل‌ها به طور همزمان هنگام استفاده از مجموعه‌ای از ساعت‌های

اندیکاتور انجام می‌شود در حالی که کالسکه در جهت طولی در امتداد کل طول ریل‌های مرغک حرکت می‌کند. اندازه‌گیری‌ها در صفحات عمود بر ریل‌های مرغک نیز به همین نحو انجام می‌شود.

### - انحرافات مجاز:

۱. برای ریل‌های عمودی:

الف) ۰,۰۳ میلی‌متر در هر ۱ متر از طول کورس کالسکه؛

ب) در امتداد کل طول کورس کالسکه.

- ۰,۰۴ میلی‌متر - برای طول کورس تا ۲ متر

- ۰,۰۵ میلی‌متر - برای طول کورس تا ۴ متر

- ۰,۰۶ میلی‌متر - برای طول کورس تا ۸ متر

- ۰,۰۷ میلی‌متر - برای طول کورس تا ۱۲ متر

- ۰,۰۸ میلی‌متر - برای طول کورس تا ۱۶ متر

- ۰,۱۰ میلی‌متر - برای طول کورس تا ۲۰ متر

۲. برای ریل‌های افقی و شیب‌دار:

الف) ۰,۰۲ میلی‌متر به ازای هر ۱ متر طول کورس تکیه‌گاه؛

ب) در کل طول کورس تکیه‌گاه:

- ۰,۰۲۵ میلی‌متر - برای طول کورس تا ۲ متر

- ۰,۰۳ میلی‌متر - برای طول کورس تا ۴ متر

- ۰,۰۴ میلی‌متر - برای طول کورس تا ۸ متر

- ۰,۰۵ میلی‌متر - برای طول کورس تا ۱۲ متر

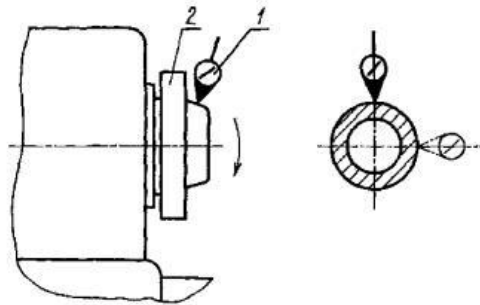
- ۰,۰۶ میلی‌متر - برای طول کورس تا ۱۶ متر

- ۰,۰۷ میلی‌متر - برای طول کورس تا ۲۰ متر

## ❖ بررسی ۵. انحراف شعاعی گردنه محور اسپیندل

- روش بررسی:

شاخص ساعت اندیکاتور به گونه‌ای روی دستگاه تنظیم می‌شود که میله اندازه‌گیر آن گردنه مخروطی مرکزی اسپیندل را لمس کند و عمود بر آن باشد و اسپیندل در حالت چرخش قرار می‌گیرد (مطابق شکل زیر).



شکل ۱۲- بررسی انحراف شعاعی گردنه محور اسپیندل

۱- ساعت اندیکاتور ۲- فلنج اسپیندل دستگاه

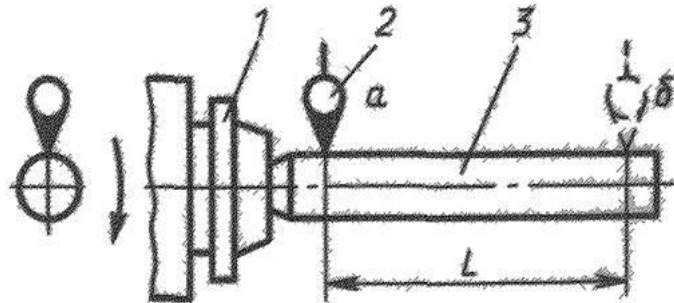
- انحرافات مجاز:

- ۰,۰۱ میلی‌متر - برای ماشین‌هایی با حداکثر قطر ماشینکاری تا ۴۰۰ میلی‌متر
- ۰,۰۱۵ میلی‌متر - برای ماشین‌هایی با حداکثر قطر ماشینکاری تا ۸۰۰ میلی‌متر
- ۰,۰۲ میلی‌متر - برای ماشین‌هایی با حداکثر قطر ماشینکاری تا ۱۶۰۰ میلی‌متر
- ۰,۰۳ میلی‌متر - برای ماشین‌هایی با حداکثر قطر ماشینکاری تا ۳۲۰۰ میلی‌متر
- ۰,۰۴ میلی‌متر - برای ماشین‌هایی با حداکثر قطر ماشینکاری تا ۶۳۰۰ میلی‌متر

## ❖ بررسی ۶. انحراف شعاعی سوراخ محور اسپیندل

- روش بررسی

یک دُرَن استوانه‌ای با دنباله مورس مناسب گلویی دستگاه، محکم در سوراخ محور اسپیندل قرار داده می‌شود و یک ساعت اندیکاتور روی دستگاه به طوری که میله اندازه‌گیری آن سطح سنبه را لمس کند، نصب می‌شود و اسپیندل در حالت چرخش قرار داده شده است.



شکل ۱۳- بررسی انحراف شعاعی سوراخ محور اسپیندل

۱- فلنج اسپیندل ۲- ساعت اندیکاتور ۳- دُرَن پیشانی

اندازه‌گیری در دو قسمت از دُرَن، یکی در منطقه‌ای نزدیک اسپیندل و سپس در فاصله  $l=30$  سانتیمتر از آن انجام می‌شود.

### - انحرافات مجاز:

الف) هنگام اندازه‌گیری در دماغه اسپیندل:

- ۰,۰۱ میلیمتر - برای ماشین‌هایی با بزرگترین قطر ماشینکاری تا ۴۰ سانتیمتر
- ۰,۰۱۵ میلیمتر - برای ماشین‌هایی با بزرگترین قطر ماشینکاری تا ۸۰ سانتیمتر
- ۰,۰۲ میلیمتر - برای ماشین‌هایی با بزرگترین قطر ماشینکاری تا ۱۶۰ سانتیمتر
- ۰,۰۳ میلیمتر - برای ماشین‌هایی با بزرگترین قطر ماشینکاری تا ۳۲۰ سانتیمتر
- ۰,۰۴ میلیمتر - برای ماشین‌هایی با بزرگترین قطر ماشینکاری تا ۶۳۰ سانتیمتر

ب) هنگام اندازه‌گیری در فاصله  $l=30$  سانتیمتر:

- ۰,۰۲ میلیمتر - برای ماشین‌هایی با بزرگترین قطر ماشینکاری تا ۴۰ سانتیمتر
- ۰,۰۲۵ میلیمتر - برای ماشین‌هایی با بزرگترین قطر ماشینکاری تا ۸۰ سانتیمتر
- ۰,۰۳ میلیمتر - برای ماشین‌هایی با بزرگترین قطر ماشینکاری تا ۱۶۰ سانتیمتر
- ۰,۰۵ میلیمتر - برای ماشین‌هایی با بزرگترین قطر ماشینکاری تا ۳۲۰ سانتیمتر
- ۰,۰۶ میلیمتر - برای ماشین‌هایی با بزرگترین قطر ماشینکاری تا ۶۳۰ سانتیمتر

توجه: ادامه بررسیها را در بخش دوم ببینید.

منابع:

۱. GOCT 42-56 – روش بررسی و آزمایش دقت ماشین‌های تراش
۲. GOCT 8-82 – آزمایش‌های دقت ماشین‌آلات فلزکاری
۳. GOCT 22267 – روش‌ها و طرح‌های اندازه‌گیری پارامترهای هندسی ماشین‌آلات فلزکاری
۴. GOCT 18098 – ماشین‌های تراش و فرز: دقت و روش‌های آزمون

**ITC**

مرکز ملی تربیت مربی  
و پژوهش‌های فنی و حرفه‌ای



سازمان آموزش فنی و حرفه‌ای کشور



**unesco**

عضو شبکه بین‌المللی مراکز آموزش فنی و حرفه‌ای

**ITC**

مرکز ملی تربیت مربی  
و پژوهش‌های فنی و حرفه‌ای

تابستان ۱۴۰۴