



ÚŘAD PRO VYNÁLEZY
A OBJEVY

POPIS VYNÁLEZU K AUTORSKÉMU OSVĚDČENÍ

(11) 217 421
B1

(51) Int. Cl. G 01 B 11/00

(61)

(23) Výstavní priorita
(22) Přihlášeno 20 04 79
(21)(PV 2762-79)
(89) 136 536 DD
(32)(31)(33) Právo přednosti od 10 05 78
(WP G 01 B/205 287) /DD/

(40) Zveřejněno 30 04 82

(45) Vydáno

- 9. IV. 84

(75)

Autor vynálezu

GRAMSS GERHARD, JENA, DD

(54)

Zařízení na kompenzaci měřicích chyb prvního pořadí

Vynález se týká zařízení na kompenzaci měřicích chyb prvního pořadí v interferometrických měřicích soustavách pro souřadnicové měřicí přístroje a obráběcí stroje za účelem zvýšení přesnosti měření a seřízení a s udáním o dosažení přizpůsobení kompenzačního účinku a vzdálenosti mezi dráhou měřicích paprsků a osou zkušebního vzorku; úkol je vyřešen tím, že v dráze měřicích paprsků měřicí soustavy, skládající se ze světelného zdroje, štěpiče světelného paprsku a interferometru, jsou před odrazovým zrcadlem umístěny plauparalelní deska a nástrčný teleskop, přednostně s měnitelným zvětšením, mající spolu s odrazovým zrcadlem pevné spojení se saněmi měřicího přístroje.

Opticky činné roviny plauparalelní desky jsou umístěny pod sklonem v dráze měřicích paprsků. Kompenzační účinek zařízení se ustavuje změnou zvětšení teleskopu v závislosti na vzdálenosti dráhy měřicích paprsků a osy zkušebního vzorku.

Souřadnicové měřicí přístroje a obráběcí stroje.

НАЗВАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ

Устройство для компенсации ошибок измерения первого порядка

ОБЛАСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ ИЗОБРЕТЕНИЯ

Изобретение касается устройства для компенсации ошибок измерения первого порядка, возникающих вследствие нарушения компараторного принципа Аббе, с помощью оптических элементов, преимущественно для оборудованных интерферометрами координатных измерительных приборов и металлообрабатывающих станков.

ХАРАКТЕРИСТИКА ИЗВЕСТНЫХ ТЕХНИЧЕСКИХ РЕШЕНИЙ

Прецизионные измерения длин с помощью координатных измерительных приборов проводятся в настоящее время, большей частью, на основе метрического определения в качестве сравнения между участком измерения и длиной световых волн. В качестве измерительного устройства служат при этом интерферометры, в которых источником света главным образом является лазер. Для этого было бы необходимо проводить такого рода измерения при соблюдении компараторного принципа Аббе, чтобы исключить ошибки измерения первого порядка, обусловленные ошибками ведения. Применение лазерного измерителя перемещений в координатных измерительных машинах при соблюдении компараторного принципа отрицательно сказалось бы на габарите таких машин.

Далее на оптической длине свободно проходящего в пространстве лазерного луча сказывались бы влияния окружающей среды. Поэтому целесообразным оказывается нарушение компараторного принципа Аббе также при применении интерферометрического измерения длины и компенсация ошибок измерения первого порядка с помощью соответствующих устройств.

Из DD 118 464 известно такого рода устройство. В станине неподвижно установлен лазерный и интерферометрический блок, измерительный луч которого отражается тройным рефлексом, ко-

торый с возможностью качания подвешен к салазкам измерительного прибора. При этом ось качения совпадает с осью измерения, а ось интерферометра и ось измерения лежат в одной общей вертикальной плоскости. Посредством качающегося подвешивания тройного рефлектора должно быть предотвращено, чтобы наклон салазок измерительного прибора, обусловленный ошибкой ведения, отрицательно сказывался на результате измерения.

Однако такого рода устройство обладает значительными недостатками, так как полжение качания тройного рефлектора не достаточно воспроизводимо и на нем легко сказываются качания.

ЦЕЛЬ ИЗОБРЕТЕНИЯ

Целью изобретения является устранение недостатков настоящего уровня техники и повышение точности измерения для координатных измерительных машин, а также точности настройки для металлообрабатывающих машин.

ИЗЛОЖЕНИЕ СУЩНОСТИ ИЗОБРЕТЕНИЯ

В основу изобретения положена задача, создать устройство для компенсации ошибок измерения первого порядка, с помощью которого посредством оптических средств достигается согласование компенсационного действия с расстоянием траектории измерительных лучей до оси испытуемого образца.

Согласно изобретению эта задача для устройства компенсации ошибок измерения первого порядка в измерительной системе, состоящего из источника света, расщепителя светового пучка и интерферометра, решается тем, что в траектории измерительных лучей измерительной системы перед отражательным зеркалом устанавливаются плоскопараллельная пластинка и насадочный телескоп, которые вместе с отражающим зеркалом жестко связаны с салазками.

Положительным при этом является то, что плоскопараллельная пластина и насадочный телескоп расположены между источником света и отражательным зеркалом в траектории измерительных лучей, и что плоскопараллельная пластина положена наклонно, преимущественно под углом 45° , в траектории измерительных лучей.

Кроме того положительным является и то, что в траектории измерительных лучей предусмотрен регулируемый по своему увеличению, изменяющий компенсационное действие плоскопараллельной пластины насадочный телескоп, причем увеличение можно регулировать в зависимости от расстояния от траектории измерительных лучей и оси испытуемого образца.

Такое устройство по сравнению с известными устройствами обладает существенными преимуществами. Оно отличается простой и прочной конструкцией, содержащей небольшое количество узлов. Подвижных частей нет. Путем изменения эффективной оптической длины пути возможно проводить регулирование компенсационного действия в зависимости от расстояния от оси испытуемого образца и от траектории лучей интерферометра, а также возможно применение в нескольких лежащих друг над другом плоскостях измерения. Как и известные устройства, данное устройство и интерферометр могут быть защищены от воздействия окружающей среды и встроены в статину измерительного прибора или металлообрабатывающей машины. Следующее преимущество заключается в том, что данное устройство нечувствительно к параллельным перемещения салазок в сторону и по высоте. Как отдельный блок данное устройство может дополнительно, без больших затрат встраиваться в измерительные приборы и металлообрабатывающие машины. Кроме того, устройство не зависит от положения.

ПРИМЕР ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ИЗОБРЕТЕНИЯ

Изобретение поясняется на примере его осуществления.

На прилагаемых чертежах показано:

фиг. 1. Положение устройства в измерительном приборе,

фиг. 2. Схематическое изображение конструкции и траектории лучей устройства

фиг. 3. Траектория лучей через плоскопараллельную пластину.

Схематически показанный на фиг 1 координатный измерительный прибор состоит из станины прибора 1, на которой находятся монтированные с возможностью перемещения салазки 2 и стойка 3. В верхней части измерительного прибора между стойкой 3 и салазками 2 расположен испытуемый образец 4. На расстоянии от оси испытуемого образца, которая одновременно является и осью измерения, в нижней части салазок 2 находится траектория измерительных лучей 5, на салазках 2 неподвижно расположено устройство для компенсации ошибок измерения первого порядка, которые обусловлены ошибкой ведения салазок 2 или деформациями. В станине прибора 2 главным образом предусмотрены источник света 6, интерферометр и расщепитель светового пучка (не показано) и жестко соединены со станией. В качестве источника света 6 преимущественно применяется лазер.

Расположенное в траектории измерительных лучей 5 компенсационное устройство состоит из плоскопараллельной пластины 7 и насадочного телескопа 8, которые оптически взаимодействуют с предусмотренными в салазках 2 отражающим зеркалом 9 и расположены между отражающим зеркалом 9 и источником света 6 (фигуры 1 и 2). При этом оптически действующие плоскости плоскопараллельной пластины 7 положены в траектории измерительных лучей 5 наклонно, преимущественно под углом 45° . Насадочный телескоп 8 обладает преимущественно регулируемым в зависимости от расстояния от траектории измерительных лучей 5 и оси испытуемого образца увеличением.

Принцип действия устройства описывается следующим образом:

Испускаемый источником света 6 и проходящий через расщепитель светового пучка свет траектории измерительных лучей пропускается через насадочный телескоп 8 и плоскопараллельную пластину 7 и падает на отражающее зеркало 9, выполненное в виде тройного

рефлектора. Отразившись от зеркала 9, свет проходит в противоположном направлении плоскопараллельную пластину 7 и насадочный телескоп 8 назад к расщепителю светового пучка (не показан). Образованные светом траектории сравниваемых световых лучей (не показано) интерференции определяются с помощью обычных для интерферометрических измерительных систем средств с целью измерения смещения или положения салазок 2. Компенсационное действие устройства из плоскопараллельной пластины 7 и насадочного телескопа 8, которые опрокидываются вместе с салазками 2 при ошибках ведения или деформациях станины устройства 1, обеспечивается тем, что испускаемый источником света 6, проходящих расщепитель светового пучка когерентный свет дважды проходит через плоскопараллельную пластину 7,

При опрокидывании изменяется эффективный путь света в стекле плоскопараллельной пластины 7. Это изменение пути света в стекле пропорционально углу опрокидывания S салазок. Расположенный в траектории измерительных лучей 5 насадочный телескоп 8 увеличивает угол опрокидывания S оптическим путем и увеличивает эффективность плоскопараллельной пластины. Согласно этому в зависимости от увеличения телескопа Γ , при одном и том же угле опрокидывания S салазок 2 может быть видимо изменена оптически эффективная толщина плоскопараллельной пластины 7.

На фигурах 2 и 3 схематически представлена траектория лучей в плоскопараллельной пластине 7 и в насадочном телескопе 8. При опрокидывании салазок 2 свет источника света 6 падает в насадочный телескоп 8 под углом опрокидывания S , а выходит из него под углом $S_1 = (\Gamma + 1) S$ по сравнению с лучем света при угле наклона $S = 0$. Затем свет падает на определяющую путь света в стекле плоскопараллельную пластину 7 с толщиной d и показателем преломления n^* , причем плоскопараллельная пластина 7 расположена наклонно, главным образом под углом 45° в траектории измерительных лучей 5. Входной угол обозначен E (фиг. 3). Волнооптическая длина пути S между двумя

неподвижными точками вычисляется с помощью наклонной на угол E плоскопараллельной пластины 7 согласно фиг. 3 по уравнению $S=a-b+ndl$, где n - показатель преломления стекла для длины волн используемого монохроматического света.

Для небольших изменений входного угла света E путем дифференцирования получаются изменения S оптической длины пути

$$S = d \cdot \sin E \left(1 - \frac{\cos E}{n^2 - \sin^2 E} \right) \Delta E .$$

где d - толщина плоскопараллельной пластины.

Если, например, вследствие неконтролируемого опрокидывания салазок 2 отражающее зеркало 9 эффективно удаляется от источника света 6 и в результате этого длина пути S возрастает, то это оптическое удлинение пути должно компенсироваться отрицательным значением $-\Delta S$. Знак S изменяется в зависимости от наклона плоскопараллельной пластины 7 к насадочному телескопу 8, т.е. к нему или от него. Кроме того знак ΔS можно изменить, подбирая насадочный телескоп 8.

Согласно устройству в соответствии с фигурами 1 и 2 для непрерывной компенсации ошибок первого ряда путем нарушения компараторного принципа Аббе на расстояние получается следующее отношение

$$f = d \cdot \sin E \left(1 - \frac{\cos E}{n^2 - \sin^2 E} \right) (\Gamma + 1)$$

Для однокоординатных измерительных приборов расстояние f между осью испытуемого образца и траекторией измерительных лучей 5 постоянно. Для двухкоординатных или трехкоординатных измерительных приборов с выбором измерительной плоскости на различных высотах испытуемого образца оно также постоянно изменяется. Если величина Γ насадочного телескопа 8 непрерывно изменяется с помощью соответствующих средств, то изменяется

также величина компенсационного действия устройства согласно изобретению и устройство можно таким образом пригонять к любым расстояниям f . Это означает, что, например, для трехкоординатных измерительных приборов ошибка ориентации координат $x - y$ может быть исключена для каждой выбираемой в координате Z плоскости измерения.

Благодаря связи регулировочных средств для увеличения телескопа с перестановкой измерительной плоскости достигается автоматическая компенсация ошибок измерения первого порядка.

ФОРМУЛА ИЗОБРЕТЕНИЯ

1. Устройство для компенсации ошибок измерения первого порядка, обусловленных нарушением компараторного принципа Аббе, состоящего из источника света, расщепителя светового пучка и интерферометра измерительной системы, преимущественно для координатных измерительных приборов и металлообрабатывающих машин, причем отражающее зеркало траектории измерительных лучей и используемые для компенсации узлы расположены на подвижных салазках вне оси испытуемого образца (ось измерения), а источник света и расщепитель светового пучка - неподвижно в станине устройства, отличающееся тем, что в траектории измерительных лучей измерительной системы перед отражающим зеркалом расположены плоскопараллельная пластина и насадочный телескоп, которые вместе с отражающим зеркалом жестко связаны с салазками.

2. Устройство согласно пункту 1, отличающееся тем, что плоскопараллельная пластина и насадочный телескоп расположены в траектории измерительных лучей между источником света и отражающим зеркалом и что плоскопараллельная пластина расположена в траектории измерительных лучей наклонно, преимущественно под углом 45° .

3. Устройство согласно пунктам 1 и 2, отличающееся тем, что в траектории измерительных лучей предусмотрен регулируемый по увеличению и изменяющий компенсационное действие плоскопараллельной пластины насадочный телескоп, причем увеличение регулируется в зависимости от расстояния траектории измерительных лучей и оси испытуемого образца.

Приложение: чертежи на 1 странице.

АННОТАЦИЯ

Изобретение касается устройства для компенсации ошибок измерения первого порядка в интерферометрических системах измерения для координатных измерительных приборов и станков с целью повышения точности измерения и настройки и с указанием для достижения согласования компенсирующего действия с расстоянием между траекторией измерительных лучей и осью испытуемого образца, задача решается тем, что в траектории измерительных лучей системы измерения, состоящей из источника света, расщепителя светового пучка и интерферометра, перед отражающим зеркалом расположены плоскопараллельная пластинка и насадочный телескоп, предпочтительно изменяемы в своем увеличении, которые совместно с отражающим зеркалом жестко соединены с салазками измерительного прибора.

Оптически действующие плоскости плоскопараллельной пластины расположены наклонно в траектории измерительных лучей. Компенсационное действие устройства устанавливается изменением увеличения телескопа в зависимости от расстояния между траекторией измерительных лучей и осью испытуемого образца. Координатные измерительные приборы и станки.

- фиг. 2 -

P Ř E D M Ě T V Y N Á L E Z U

1. Zařízení na kompenzaci měřicích chyb prvního pořadí, způsobených narušením Abbeho komparátorového principu, sestávající ze světelného zdroje, štěpiče světelného paprsku a interferometru měřicí soustavy, převážně pro souřadnicové měřicí přístroje a kovoobráběcí stroje, přičemž odrazové zrcadlo dráhy měřicích paprsků a použité kompenzační uzly jsou umístěny na pohyblivých saních mimo osu zkušební vzorku t.j. měřicí osu a světelný zdroj a štěpič světelného paprsku - nehybně ve stojně zařízení, vyznačující se tím, že v dráze měřicích paprsků (5) měřicí soustavy před odrazovým zrcadlem (9) jsou umístěny planparalelní deska (7) a nástrčný teleskop (8), které jsou spolu s odrazovým zrcadlem (9) pevně spojeny se saněmi (2).
2. Zařízení podle bodu 1, vyznačující se tím, že planparalelní deska (7) a nástrčný teleskop (8) jsou umístěny v dráze měřicích paprsků (5) mezi světelným zdrojem (6) a odrazovým zrcadlem (9), přičemž planparalelní deska (7) je v dráze měřicích paprsků (5) umístěna pod sklonem, přednostně pod úhlem 45° .
3. Zařízení podle bodů 1 a 2, vyznačující se tím, že v dráze měřicích paprsků (5) je nástrčný teleskop (8) s regulací zvětšení, měnicí kompenzační účinek planparalelní desky (7), přičemž zvětšení je regulováno v závislosti na vzdálenosti dráhy měřicích paprsků (5) a osy zkušební vzorku (4).

Uznáno vynálezem na základě výsledků expertizy, provedené Úřadem pro vynálezeectví a patentnictví, Berlín, DD

1. 2311-2

1970 VÝZKUM A OBJEVY

KLAS

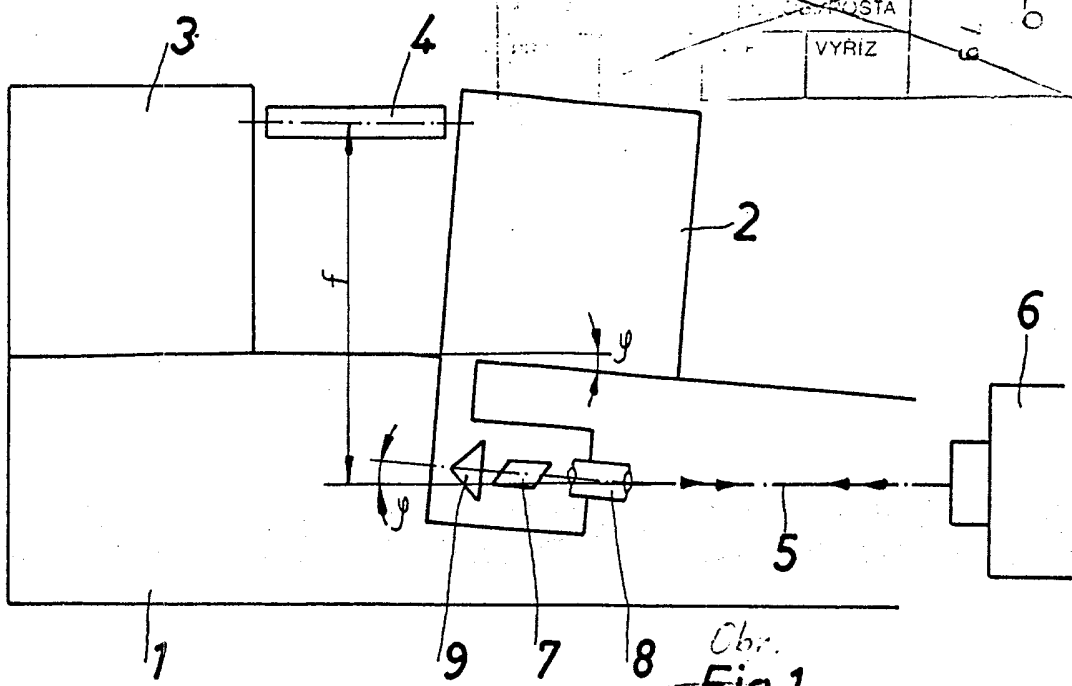
TECHNICKÁ KVALIFIKACE

VYRIZ

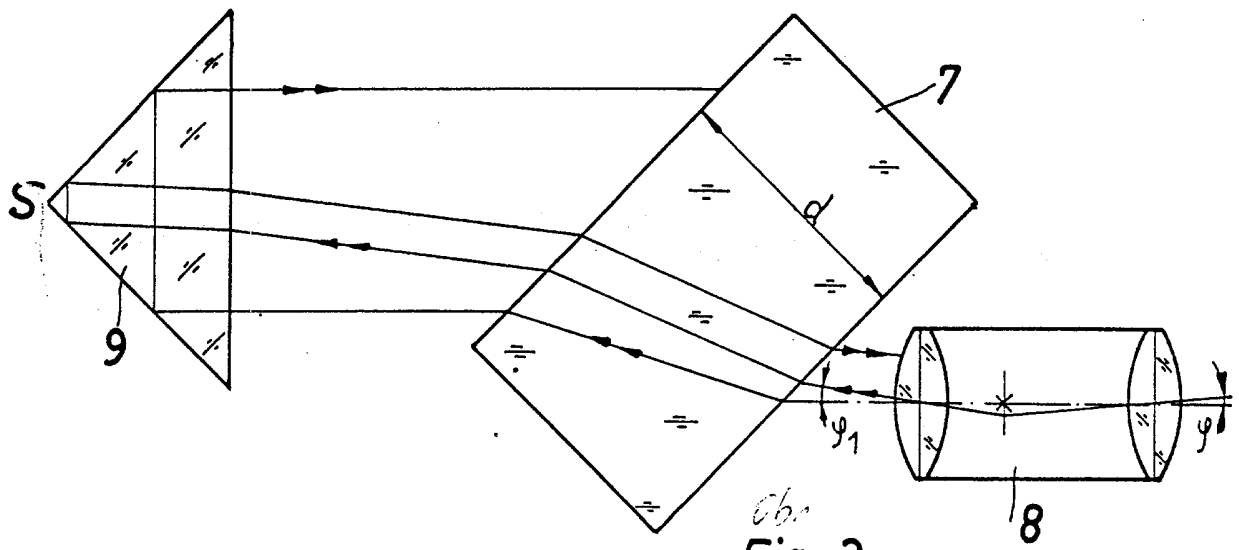
ZUJ 79

OTV 21

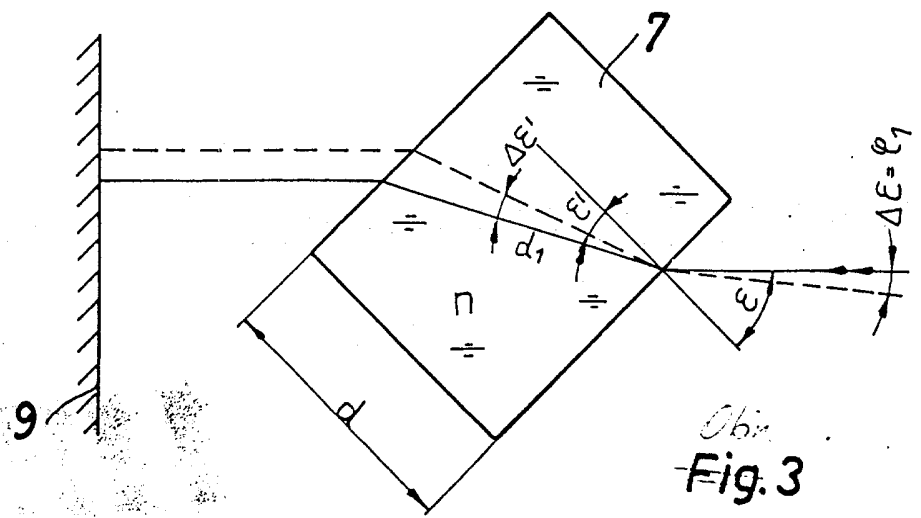
009010



Obr. Fig. 1



Obr. Fig. 2



Obr. Fig. 3

217421