

RZECZPOSPOLITA
POLSKA



Urząd Patentowy
Rzeczypospolitej Polskiej

(12) **OPIS PATENTOWY** (19) **PL** (11) **222058**

(13) **B1**

(21) Numer zgłoszenia: **402133**

(22) Data zgłoszenia: **19.12.2012**

(51) Int.Cl.
G01C 15/00 (2006.01)
G01C 1/02 (2006.01)
G12B 5/00 (2006.01)

(54) **Sposób wyznaczania elementów ekscentru osi głównej instrumentu kątomierczego
względem punktu pomiarowego i układ instrumentu kątomierczego
do wyznaczania elementów ekscentru osi głównej instrumentu kątomierczego
względem punktu pomiarowego**

(43) Zgłoszenie ogłoszono:
23.06.2014 BUP 13/14

(45) O udzieleniu patentu ogłoszono:
30.06.2016 WUP 06/16

(73) Uprawniony z patentu:
**AKADEMIA GÓRNICZO-HUTNICZA
IM. STANISŁAWA STASZICA W KRAKOWIE,
Kraków, PL**

(72) Twórca(y) wynalazku:
**WOJCIECH GRUSZCZYŃSKI, Kraków, PL
TADEUSZ SZCZUTKO, Kraków, PL**

PL 222058 B1

Opis wynalazku

Przedmiotem wynalazku jest sposób wyznaczania elementów ekscentru osi głównej instrumentu kątomierczego względem punktu pomiarowego i układ instrumentu kątomierczego do wyznaczania elementów ekscentru osi głównej instrumentu kątomierczego względem punktu pomiarowego.

Układ instrumentu kątomierczego do wyznaczania elementów ekscentru osi głównej względem punktu pomiarowego zawiera pionownik optyczny wbudowany w alidadę instrumentu.

Wynalazek ma zastosowanie w geodezji.

Poprzez instrument lub instrument kątomierzcy w zgłoszeniu rozumiany jest teodolit lub tachimetr (zwykły, autoredukcyjny lub elektroniczny) z pionownikiem optycznym wbudowanym w alidadę instrumentu.

Ze stanu techniki znane są instrumenty kątomiercze oraz sposoby wyznaczania elementów ekscentru osi głównej instrumentu kątomierczego względem punktu pomiarowego.

W dokumencie patentowym FR 2906361 ujawniono instrument kątomierzcy, np. teodolit oraz sposób orientacji, który obejmuje orientację kręgu poziomego teodolitu, kiedy różnica kątowa jest dodawana do punktu mierzonego przez teodolit. Sposób ten znajduje zastosowanie na przykład w geodezji.

Znane są także układy instrumentu kątomierczego, zawierające pionownik optyczny wbudowany w alidadę instrumentu kątomierczego, a także pionowniki optyczne stanowiące niezależne urządzenie. W przypadku pionowników stanowiących niezależne urządzenie często sam pionownik posiada mocowanie na sygnały (reflektory, tarcze celownicze). Pionowniki mogą pozwalać na centrowanie tylko ponad wybranym punktem lub zarówno nad, jak i pod punktem (pionowniki zenit-nadir). Pionownik optyczny znany jest na przykład z dokumentów GB 804594 i US 2949056.

Znany pionownik optyczny jest zazwyczaj łamaną pod kątem 90 stopni lunetą, której oś okularu po spoziomowaniu urządzenia znajduje się w poziomie, zaś oś obiektywu w pionie. Załamanie osi celowej lunety pionownika realizowane jest we współczesnych rozwiązaniach najczęściej za pomocą pryzmatów. W pionownik wbudowana jest także siatka celownicza pozwalająca na precyzyjne ustawienie osi obrotu instrumentu pomiarowego lub sygnału ponad wybranym punktem. W znanym pionowniku światło przechodzi drogę od obiektywu skierowanego w trakcie pracy w kierunku pionowym (w kierunku zenitu) następnie załamywane jest przez pryzmat, przechodzi przez siatkę celowniczą i trafia do okularu, przez który obserwowany jest obraz terenu znajdującego się pod osią główną pionownika lub instrumentu, w który jest wbudowany (w takim przypadku jest to ta sama oś). Ostrość obrazu terenu regulowana jest poprzez wysuwanie okularu, a ostrość obrazu siatki celowniczej poprzez obrót okularu, który powoduje przesunięcie okularu względem siatki celowniczej i obiektywu.

Pionowniki wymagają okresowej rektyfikacji tj. takiego ustawienia osi celowej pionownika, aby pokrywała się ona z osią główną przyrządu pomiarowego. Rektyfikacja najczęściej wymaga (w zależności od rozwiązania konstrukcyjnego) przesunięcia siatki celowniczej pionownika, albo zmiany położenia pryzmatu pionownika. W każdym przypadku dochodzi do fizycznej ingerencji we wzajemne położenie elementów pionownika, jego rektyfikacja, może być więc dość trudna do wykonania w warunkach terenowych. Centrowanie instrumentu pomiarowego z dokładnością lepszą niż 0,5 mm jest bardzo trudne do wykonania z wykorzystaniem pionownika optycznego. Zastosowanie zaś samego pionownika nie pozwala na wyznaczenie elementów ekscentru z taką dokładnością.

Celem wynalazku jest wyeliminowanie niedogodności rozwiązań znanych ze stanu techniki.

Sposób wyznaczania elementów ekscentru osi głównej instrumentu kątomierczego względem punktu pomiarowego, według wynalazku charakteryzuje się tym, że najpierw precyzyjnie wyznacza się piksel odpowiadający osi głównej, stanowiącej oś obrotu alidady instrumentu kątomierczego, a następnie wyznacza się elementy ekscentru pomiędzy punktem geodezyjnym, nad którym wykonywany jest pomiar a faktycznym położeniem osi obrotu alidady instrumentu kątomierczego.

Podczas wyznaczania piksela odpowiadającego osi głównej instrumentu, poszukuje się punktu obrazu, który nie zmienia położenia podczas obrotu alidady instrumentu wokół osi.

Wykonuje się co najmniej dwa zdjęcia terenu pod pionownikiem optycznym tak, aby obraz na zdjęciach był ostry i aby nie był to obraz jednolitej tekstury lub barwy bez wyraźnych krawędzi, przy czym pomiędzy zdjęciami skręca się alidadę wokół osi głównej i każde ze zdjęć z pary wykonuje się w innym położeniu alidady instrumentu.

Zdjęcia wykonuje się przy przeciwległych położeniach alidady instrumentu, zaś w przypadku liczby zdjęć większej niż dwa, alidadę skręca się pomiędzy zdjęciami za każdym razem o taki sam kąt aż do wypełnienia horyzontu.

Przed dalszym przetwarzaniem zdjęć usuwa się ewentualne przesunięcia osi optycznej obiektywu aparatu cyfrowego względem osi pionownika optycznego spowodowane naciskaniem spustu migawki i/lub innymi czynnikami takimi jak, w szczególności rozszerzalność cieplna elementów układu, wpływ wiatru.

Usuwa się przesunięcia osi optycznej obiektywu względem osi pionownika optycznego wykorzystując odfotografowaną na każdym ze zdjęć siatkę celowniczą pionownika optycznego, której położenie między zdjęciami jest zasadniczo niezmiennie względem pozostałych elementów pionownika optycznego, zaś po usunięciu tego przesunięcia, układy współrzędnych na wszystkich zdjęciach są jednakowo zorientowane względem elementów pionownika optycznego i mają swój początek w tym samym punkcie.

Wyznacza się elementy ekscentru pomiędzy środkiem obrotu, stanowiącym oś główną instrumentu, a centrem punktu geodezyjnego, przy czym kalibruje się układ optyczny, złożony z aparatu cyfrowego i pionownika optycznego oraz wyznacza się wzajemną orientację (tj. ustala się kąt skręcenia) pomiędzy osiami układu współrzędnych obrazu z matrycy aparatu cyfrowego, a osią celową lunety instrumentu kątomierczego. Na ogół wystarczy orientacja jednej osi obrazu z aparatu względem osi celowej, a dokładnie względem rzutu tej osi na płaszczyznę obrazu, (która powinna być pozioma).

Wyznacza się skalę obrazu, co jest tożsame z ustaleniem wielkości terenowej piksela.

Układ instrumentu kątomierczego do wyznaczania elementów ekscentru osi głównej instrumentu kątomierczego względem punktu pomiarowego, zawierający pionownik optyczny, według wynalazku charakteryzuje się tym, że bezpośrednio za okularzem pionownika optycznego usytuowany jest aparat cyfrowy, przy czym oś obiektywu aparatu cyfrowego pokrywa się z osią okularu pionownika optycznego.

Aparat cyfrowy jest zamocowany do pionownika optycznego za pomocą adaptera.

Adapter jest przymocowany do pionownika optycznego za pomocą śrub.

Aparat cyfrowy jest przymocowany do adaptera za pomocą śruby.

Adapter ma dwie, wzajemnie prostopadłe ściany i w pierwszej ścianie usytuowany jest otwór dla okularu pionownika optycznego oraz otwory dla śrub, zaś w drugiej ścianie usytuowany jest otwór dla śruby.

Wynalazek pozwala na precyzyjne wyznaczenie elementów ekscentru osi głównych instrumentów pomiarowych względem znaków pomiarowych nad którymi są ustawiane (centrowane).

Przedmiot wynalazku uwidoczniono w przykładach wykonania na załączonym rysunku, na którym fig. 1 przedstawia układ instrumentu kątomierczego zawierający pionownik i aparat cyfrowy, fig. 2 – adapter mocujący aparat cyfrowy do pionownika optycznego, przy czym na fig. 2a przedstawiono rzut pionowy tego adaptera, na fig. 2b – przekrój adaptera z fig. 2a wzdłuż linii A-A z fig. 2a, a na fig. 2c – przekrój adaptera z fig. 2a wzdłuż linii B-B z fig. 2a, fig. 3 – schemat ilustrujący wyznaczenie piksela odpowiadającego osi głównej instrumentu kątomierczego i fig. 4 – schemat ilustrujący wykonanie orientacji matrycy względem rzutu osi celowej.

Przedstawiony na fig. 1 układ instrumentu kątomierczego utworzony jest z instrumentu kątomierczego 1 zawierającego pionownik optyczny 2, oraz aparatu cyfrowego 3, którego obiektyw 4, jest usytuowany w ten sposób, iż osie optyczne 5 obiektywu aparatu i okularu pionownika pokrywają się. Aparat cyfrowy 3 zamocowany jest we właściwej pozycji na pionowniku optycznym 2 za pomocą adaptera 6, przymocowanego śrubami 1 do pionownika 2. Aparat cyfrowy 3 przymocowany jest do adaptera 6 za pomocą śruby 8.

Na figurze 2 został przedstawiony adapter przeznaczony do montażu aparatów cyfrowych, na przykład aparatu Sony DSC-W55 na pionownikach optycznych instrumentów kątomierczych, przykładowo na pionowniku instrumentu Carl Zeiss Jena Dahlta 010B (a także, Theo 020, Theo 020A, Theo 020B, Theo 010, Theo 010A, Theo 010B).

Adapter 6 ma dwie, wzajemnie prostopadłe ściany 9, 10 i w pierwszej ścianie 9 usytuowany jest otwór 11 dla pionownika optycznego 2 oraz otwory 13 dla śrub 7, zaś w drugiej ścianie 10 usytuowany jest otwór 12 dla śruby 8.

Takie rozwiązanie pozwala na względnie proste, precyzyjne i w znacznym stopniu zautomatyzowane wyznaczenie elementów ekscentru osi głównej instrumentu kątomierczego względem punktu pomiarowego.

W przedstawionym rozwiązaniu elementy ekscentru wyznaczone są w postprocessingu, po pomiarze i rejestracji zdjęć w terenie. Sposób wyznaczania piksela odpowiadającego osi głównej instrumentu kątomierczego przedstawiono schematycznie na fig. 3.

Wyznaczenie elementów ekscentru przebiega w dwóch etapach:

1. Precyzyjne wyznaczenie piksela odpowiadającego osi głównej, tj. osi obrotu instrumentu (odpowiednik rektyfikacji pionownika);
2. Wyznaczenie elementów ekscentru pomiędzy punktem geodezyjnym nad którym wykonywany jest pomiar a faktycznym położeniem osi głównej (osi obrotu) instrumentu.

Wyznaczenie piksela odpowiadającego osi głównej instrumentu oznacza poszukiwanie punktu obrazu, który nie zmienia położenia podczas obrotu instrumentu wokół osi. Do realizacji zadania niezbędne jest wykonanie, co najmniej dwóch zdjęć obrazu pod instrumentem.

Istotne jest, aby obraz na zdjęciach był ostry i aby nie był to obraz jednolitej tekstury (lub barwy) bez wyraźnych krawędzi. Każde ze zdjęć z pary musi być wykonane w innym położeniu alidady instrumentu (tj. pomiędzy zdjęciami musi dojść do skręcenia alidady instrumentu wokół osi głównej). Korzystne jest przy tym, aby zdjęcia były wykonywane przy przeciwległych położeniach alidady instrumentu lub w przypadku liczby zdjęć większej niż dwa, aby alidada instrumentu pomiędzy zdjęciami była skręcona za każdym razem o taki sam kąt (aż do wypełnienia horyzontu). Przed dalszym przetwarzaniem zdjęć, konieczne jest usunięcie ewentualnego przesunięcia osi optycznej obiektywu aparatu cyfrowego względem osi okularu pionownika spowodowane naciskaniem spustu migawki i/lub innymi czynnikami, takimi jak na przykład rozszerzalność cieplna elementów układu, wpływ wiatru etc. Usunięcie tego przesunięcia jest proste do wykonania, gdyż na każdym ze zdjęć odfotografowana jest siatka celownicza pionownika, której położenie między zdjęciami można uznać za niezmiennie względem pozostałych elementów pionownika. Po usunięciu tego przesunięcia układy współrzędnych na wszystkich zdjęciach są jednakowo zorientowane względem elementów pionownika i mają swój początek w tym samym punkcie, można więc przejść do dalszej obróbki.

W przedstawionym przykładzie wykonano tylko dwa zdjęcia, obracając pomiędzy nimi alidadę instrumentu o znany kąt beta. Zdjęcie przed obrotem nazwijmy „master”, zdjęcie po obrocie „slave”. Zgodnie z fig. 3 mamy:

- C – centrum zdjęcia „master” (i zdjęcia „slave”);
- O – piksel odpowiadający osi obrotu instrumentu (piksel poszukiwany);
- 1 – obrany punkt obrazu.

Podczas poszukiwania położenia punktu O wykonywane są dwa obroty:

- A. Obrót instrumentu wokół własnej osi (skręcenie alidady instrumentu pomiędzy zdjęciami „master” i „slave”, ma miejsce w terenie na stanowisku pomiarowym);
 - B. Obrót obrazu „slave” wokół punktu C (środką zdjęcia) o ten sam kąt, co w obrocie A, ale w przeciwnym kierunku (w postprocessingu);
- O', 1' – punkty na zdjęciu „master”;
 - O'', 1'' – położenie tych samych punktów na zdjęciu „slave” (a więc po obrocie alidady instrumentu) (po obrocie A);
 - O''', 1''' – położenie tych samych punktów po obrocie zdjęcia slave wokół jego środka (po obrocie B).

Podczas obrotu A punkt 1' przechodzi w położenie 1'', zaś punkt O' przechodzi w położenie O'', przy czym $O' = O''$ (punkt nie zmienia położenia w trakcie obrotu).

Podczas obrotu B oba punkty (O i 1 zmieniają położenie) $O'' \rightarrow O'''$, zaś $1'' \rightarrow 1'''$.

Złożenie dwóch obrotów o ten sam kąt, ale w przeciwnych kierunkach powoduje translację (przesunięcie) wszystkich punktów pomiędzy zdjęciami o ten sam wektor. Translacja $1' \rightarrow 1'''$ jest taka sama jak $O' \rightarrow O'''$. Dodatkowo wiemy, że $O' = O''$ i znamy współrzędne punktu C (środką obrotu B).

Jeżeli więc wyznaczymy składowe dx , dy przesunięcia punktu 1' do pozycji 1''', to wiemy, że o takie same składowe przesunięty został punkt O'. Ponieważ wiemy jednak, że pozycja O' i O'' są takie same, to wiemy że punkt O'' został w wyniku obrotu B przesunięty o dx i dy wokół punktu C (po okręgu), przy czym znamy też wartość kąta obrotu B.

Do wyznaczenia dx i dy można skutecznie wykorzystać autokorelację, zaś do obliczenia współrzędnych punktu O' (= O'') można wykorzystać przekształcone wzory na przesunięcie punktu na skutek obrotu wokół środka układu współrzędnych.

Przyjmijmy, że $O'''(x''', y''')$, $C(0,0)$, β – kąt obrotu B wówczas na podstawie ww. wzorów mamy:

$$x''' = x' + dx$$

$$y''' = y' + dy$$

$$x''' = x' \cdot \cos(\beta) - y' \cdot \sin(\beta)$$

$$y''' = x' \cdot \sin(\beta) + y' \cdot \cos(\beta)$$

po przekształceniu mamy:

$$x' = -dx/2 - dy/2 \cdot \sin(\beta)/(\cos(\beta) - 1)$$

$$y' = +dx/2 \cdot \sin(\beta)/(\cos(\beta)-1) - dy/2$$

Ponieważ założenie dla zastosowanych wzorów jest takie, że współrzędne środka obrotu są równe (0,0), to x' i y' są (poszukiwanymi) współrzędnymi relatywnymi względem punktu C. Współrzędne (w układzie współrzędnych zdjęcia master) konkretnego szukanego piksela (środku obrotu A) uzyskiwane są jako suma współrzędnych środka obrotu B (punkt C) i odpowiednio x' i y' . Jeżeli założymy, że podczas naciskania spustu migawki nie następuje zmiana położenia i orientacji aparatu względem osi okularu pionownika, to współrzędne szukanego piksela są takie same na wszystkich zdjęciach (tj. na „master” i na „slave” przed obrotem B).

Jak można zauważyć, do wyznaczenia środka obrotu (odpowiednik rektyfikacji pionownika) konieczna jest znajomość kąta skręcenia β pomiędzy zdjęciami („master” i „slave”). Dokładność z jaką znany musi być kąt obrotu zależy od wielkości matrycy, charakterystyki rejestrowanego obrazu (liczba krawędzi, kontrastowość itd.), a nawet poziomu szumów (poprawność naświetlenia zdjęcia i jakość matrycy). Z dotychczasowych doświadczeń i prostych przeliczeń wynika, że dokładność znajomości tego kąta powinna być nie gorsza niż $\pm 10c$ (błąd graniczny).

Wyznaczenie elementów ekscentru pomiędzy środkiem obrotu (osią główną instrumentu) a centrem punktu geodezyjnego wiąże się z kalibracją układu optycznego (aparat cyfrowy – pionownik optyczny) oraz wyznaczeniem jej orientacji w odniesieniu do osi celowej instrumentu, a dokładniej rzutu tej osi na płaszczyznę poziomą (opisane w dalszej części dokumentu).

Dzięki kalibracji minimalizowane są dystorsje układu optycznego, a więc poprawiana (ujednolicona) jest metryczność rejestrowanego obrazu. Dodatkowo konieczne jest wyznaczenie skali obrazu tj. wielkości terenowej piksela. Skala odwzorowania zależy od ogniskowej oraz wysokości ustawienia instrumentu (odległość pomiędzy punktem głównym układu a fotografowanym obiektem). Zagadnienia kalibracji układów optycznych są dobrze znane i skutecznie praktykowane od wielu lat, nie ma więc sensu szerzej ich tu opisywać. Istnieje wiele modeli dystorsji, oraz niezbędne do kalibracji oprogramowanie pozwalające na obliczenie ich parametrów i usunięcie ze zdjęcia. W przedstawianym układzie instrumentu kątomierczego skalę odwzorowania (wielkość terenową pikseli i odcinków na zdjęciu) najprościej uzyskać poprzez odfotografowanie liniowego przymiaru z podziałką milimetrową ustawionego jednakowo na wszystkich wykonanych na stanowisku zdjęciach. Miarka powinna być ustawiona w poziomie na wysokości centra znaku, względem którego wyznaczane są elementy ekscentru (ustawienie miarki w płaszczyźnie poziomej nie ma praktycznego znaczenia).

Jak przedstawiono na fig. 4, wykonanie orientacji matrycy względem rzutu osi celowej można sprowadzić do wyznaczenia kąta pomiędzy rzutem osi y (lub x) obrazu z matrycy, a rzutem osi celowej na płaszczyznę poziomą.

Orientację można wykonać poprzez realizację prostej pomocniczej, której punkty mogą zostać zarejestrowane zarówno lunetą, jak i przez pionownik (aparat cyfrowy). Kąt skręcenia pomiędzy rzutami osi może być wtedy wyznaczony, jako różnica poziomych kątów kierunkowych A_c i A_y .

Na fig. 4 oznaczono przez:

O_c – oś celową,

pp – prostą pomocniczą,

A_c – poziomy kąt kierunkowy pomiędzy kierunkiem zrealizowanej prostej, a kierunkiem osi celowej,

A_y – poziomy kąt kierunkowy pomiędzy kierunkiem zrealizowanej prostej, a kierunkiem osi y,

d – odległość pozioma pomiędzy punktem głównym, a punktem realizowanej prostej do którego celowano lunetą instrumentu,

x – odległość pozioma pomiędzy punktem głównym (osią obrotu instrumentu), a jego rzutem na zrealizowaną prostą.

Poszukiwany kąt skręcenia gamma można wyznaczyć w następujący sposób:

$$\text{gamma}' = Ay - Ac$$

$$\text{gamma} = \text{gamma}' + 200 \text{ g}$$

$$Ac = 200 \text{ g} - \text{alfa}$$

$$x/d = \sin(\text{alfa})$$

$$\text{alfa} = \arcsin(x/d)$$

$$Ay = 200 \text{ g} - \text{alfa}'$$

$$DX/DY = \text{tg}(\text{alfa}')$$

$$\text{alfa}' = \arcsin(DX/DY)$$

Znając elementy orientacji, skalę odwzorowania i punkt odpowiadający osi głównej, można wyznaczyć elementy ekscentru osi głównej instrumentu względem centru znaku geodezyjnego (tj. kąt dyrekcyjny i odległość ekscentryczną). Wyznaczenie tych elementów wymaga ich pomiaru na zdjęciu wykonanym w trakcie celowania lunetą instrumentu do sąsiedniego punktu, względem którego mierzony jest kąt dyrekcyjny. Precyzja wyznaczenia tych elementów zależy od skali odwzorowania, zależnej z kolei od parametrów aparatu (wielkość matrycy, powiększenie obiektywu) i pionownika (powiększenie pionownika). W praktyce przy zastosowaniu niedrogich aparatów możliwe jest uzyskanie dokładności wyznaczenia elementu liniowego ekscentru rzędu 0,1 mm lub lepszej dla ekscentrów o wielkości linowej rzędu centymetrów (do 5 cm), co w praktyce można uznać za całkowitą eliminację problemu centrowania.

Zastrzeżenia patentowe

1. Sposób wyznaczania elementów ekscentru osi głównej instrumentu kątomierczego względem punktu pomiarowego, **znamienny tym**, że najpierw precyzyjnie wyznacza się piksel odpowiadający osi głównej, stanowiącej oś obrotu pionownika optycznego (2), a następnie wyznacza się elementy ekscentru pomiędzy punktem, geodezyjnym, nad którym wykonywany jest pomiar a faktycznym położeniem osi obrotu pionownika optycznego (2).

2. Sposób według zastrz. 1, **znamienny tym**, że podczas wyznaczania piksela odpowiadającego osi głównej instrumentu, poszukuje się punktu obrazu, który nie zmienia położenia podczas obrotu pionownika optycznego (2) wokół tej osi.

3. Sposób według zastrz. 2, **znamienny tym**, że wykonuje się co najmniej dwa zdjęcia obrazu pod pionownikiem optycznym (2) tak, aby obraz na zdjęciach był ostry i aby nie był to obraz jednolitej tekstury lub barwy bez wyraźnych krawędzi, przy czym pomiędzy zdjęciami skręca się alidadę instrumentu kątomierczego (1) wokół osi głównej i każde ze zdjęć z pary wykonuje się w innym położeniu alidady instrumentu (1).

4. Sposób według zastrz. 3, **znamienny tym**, że zdjęcia wykonuje się przy przeciwległych położeniach alidady instrumentu (1), zaś w przypadku liczby zdjęć większej niż dwa, alidadę instrumentu kątomierczego (1) skręca się pomiędzy zdjęciami za każdym razem o taki sam kąt aż do wypełnienia horyzontu.

5. Sposób według zastrz. 3, **znamienny tym**, że przed dalszym przetwarzaniem zdjęć usuwa się ewentualne przesunięcia osi optycznej obiektywu (1) aparatu cyfrowego (3) względem osi (5) okularu pionownika optycznego (2) spowodowane naciskaniem spustu migawki i/lub innymi czynnikami takimi jak, w szczególności rozszerzalność cieplna elementów układu, wpływ wiatru.

6. Sposób według zastrz. 5, **znamienny tym**, że usuwa się przesunięcia osi optycznej obiektywu (4) aparatu cyfrowego (3) względem osi (5) okularu pionownika optycznego (2) wykorzystując od-fotografowaną na każdym ze zdjęć siatkę celowniczą pionownika optycznego (2), której położenie między zdjęciami jest zasadniczo niezmiennie względem pozostałych elementów pionownika optycznego (2), zaś po usunięciu tego przesunięcia, układy współrzędnych na wszystkich zdjęciach są jednakowo zorientowane względem elementów pionownika optycznego (2) i mają swój początek w tym samym punkcie.

7. Sposób według zastrz. 1, **znamienny tym**, że wyznacza się elementy ekscentru pomiędzy środkiem obrotu, stanowiącym oś główną instrumentu kątomierczego (1), a centrem punktu geodezyjnego, przy czym kalibruje się układ optyczny, złożony z aparatu cyfrowego (3) i pionownika optycznego (2) oraz wyznacza się wzajemną orientację pomiędzy osiami układu współrzędnych obrazu

z matrycy aparatu cyfrowego, a osią celową lunety instrumentu kątomierczego (1), a w szczególności orientację jednej osi obrazu z aparatu w odniesieniu do osi celowej instrumentu kątomierczego (1).

8. Sposób według zastrz. 1, **znamienny tym**, że wyznacza się skalę obrazu, stanowiącą wielkość terenową piksela.

9. Układ instrumentu kątomierczego do wyznaczania elementów ekscentru osi głównej instrumentu kątomierczego (1) względem punktu pomiarowego, zawierający pionownik optyczny (2), **znamienny tym**, że bezpośrednio za pionownikiem optycznym (2) usytuowany jest aparat cyfrowy (3), przy czym oś obiektywu (4) aparatu cyfrowego (3) pokrywa się z osią (5) okularu pionownika optycznego (2).

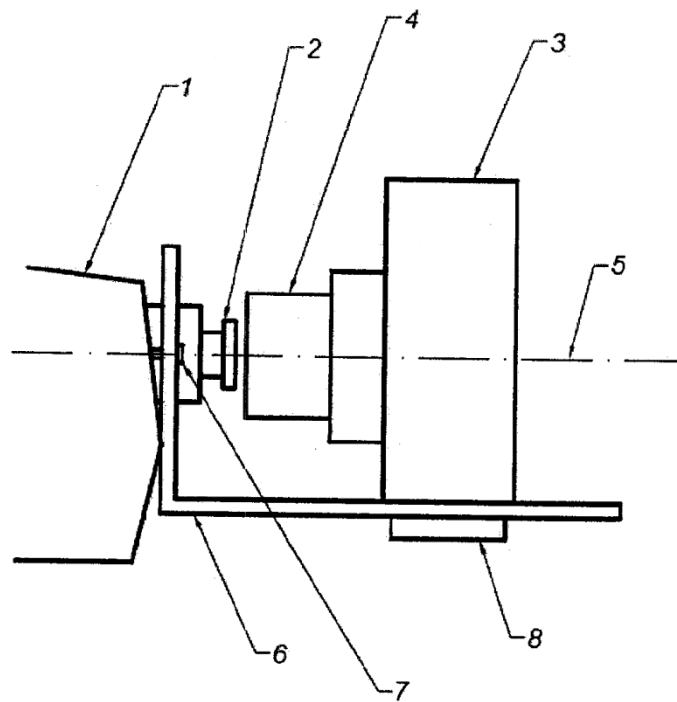
10. Układ według zastrz. 9, **znamienny tym**, że aparat cyfrowy (3) jest zamocowany do pionownika optycznego (2) za pomocą adaptera (6).

11. Układ według zastrz. 10, **znamienny tym**, że adapter (6) jest przymocowany do pionownika optycznego (2) za pomocą śrub (7).

12. Układ według zastrz. 10, **znamienny tym**, że aparat cyfrowy (3) jest przymocowany do adaptera (6) za pomocą śruby (8).

13. Układ według zastrz. 10 albo 11 albo 12, **znamienny tym**, że adapter (6) ma dwie, wzajemnie prostopadłe ściany (9, 10) i w pierwszej ścianie (9) usytuowany jest otwór (11) dla pionownika optycznego (2) oraz otwory (13) dla śrub (7), zaś w drugiej ścianie (10) usytuowany jest otwór (12) dla śruby (8).

Rysunki



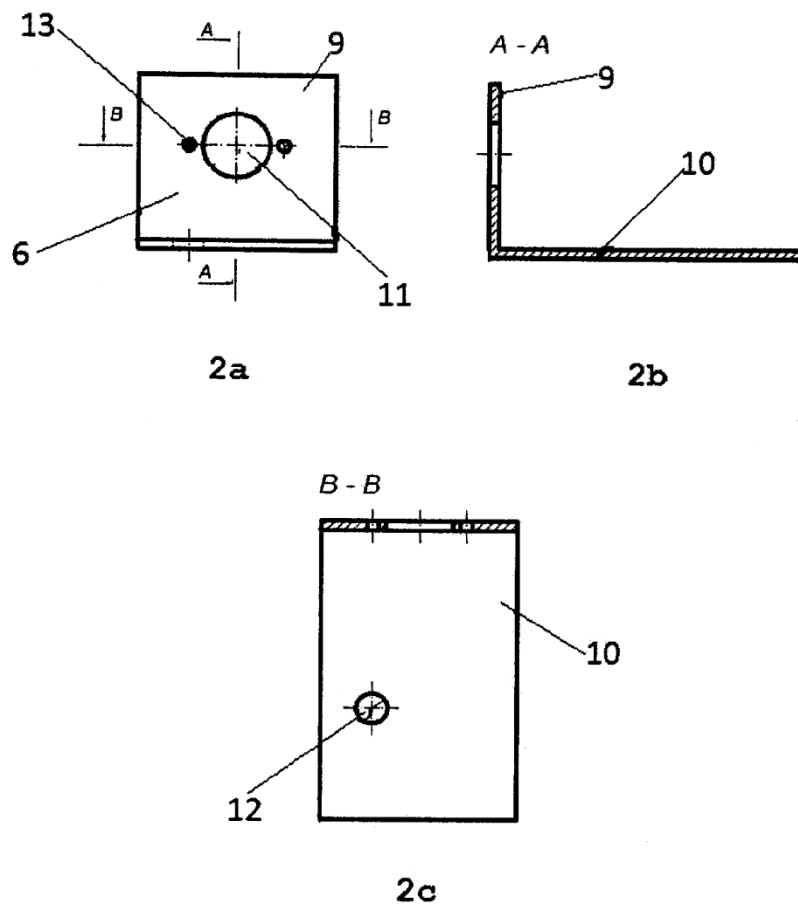


Fig. 2

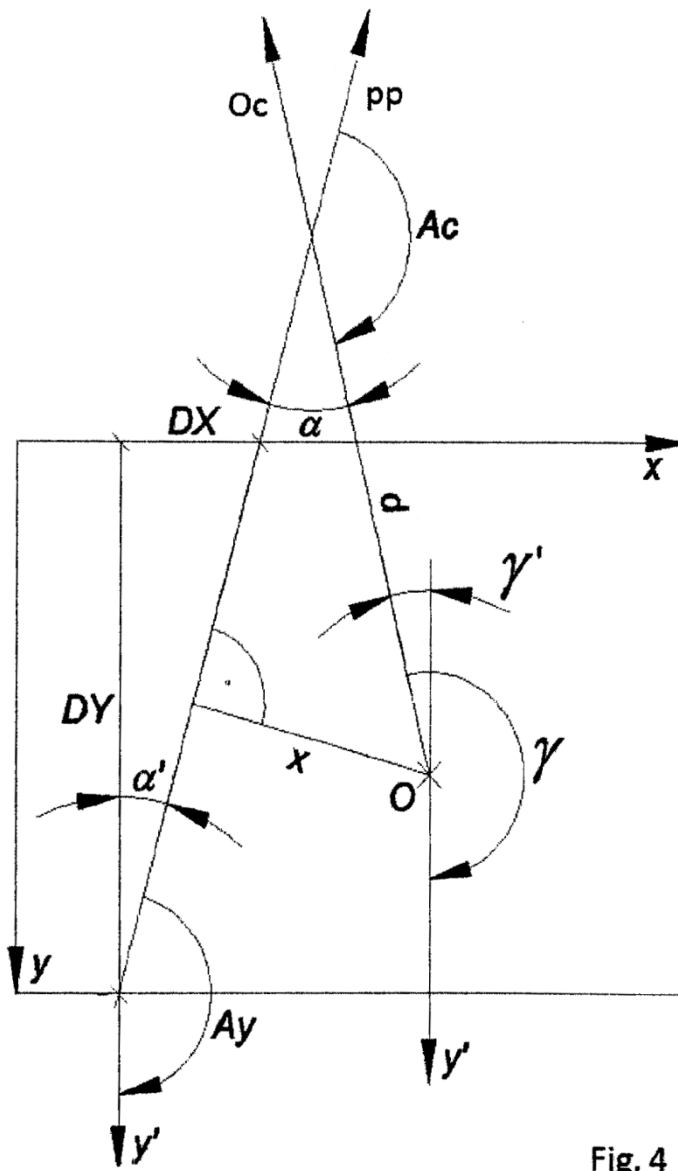


Fig. 4

