

JERZY BUTOWTT
JANUSZ GAŚSIOR
ROMUALD KACZYŃSKI

772.1/2:771.5:528.9

Szybka obróbka fotochemiczna płyt ZP-3 ORWO i jej wpływ na kartometryczność obrazu

1. Wstęp

Wdrożenie metod fotogrametrycznych w przemyśle stoczniowym, opracowanych przez Instytut Geodezji i Kartografii oraz Katedrę Geodezji i Fotogrametrii WAT, spowodowało konieczność opracowania szybkiej metody obróbki płyt fotograficznych oraz metody pomiaru na jeszcze mokrych materiałach. Problem ten wynika z bardzo ograniczonego czasu od momentu wykonania zdjęć elementu statku do momentu otrzymania wyników charakteryzujących fotografowany element. Po przeanalizowaniu poszczególnych etapów procesu fotogrametrycznego kontroli międzyoperacyjnej stosowanej przy budowie statku, okazało się, że jedynie rezerwy czasu tkwią w obróbce fotochemicznej i suszeniu płyt stosowanych przy wykonywaniu zdjęć fototeodolitem UMK-10 sprzężonym z lampami błyskowymi.

Celem pracy było opracowanie roztworów i metody przyspieszonej obróbki płyt ZP-3 ORWO, oraz określenie kartometryczności tych obrazów, obserwowanych w stanie mokrym na stekometrze. Metoda ta została opracowana w Katedrze Geodezji i Fotogrametrii WAT w 1975 roku.

2. Metody obróbki fotochemicznej płyt ZP-3 ORWO

Tradycyjne oryginalne roztwory do obróbki płyt ZP-3 ORWO, zalecane przez producenta są: wywoływacz R-09 i ORWO-1, oraz przerywacz ORWO-200 i utrwalacz ORWO-304. W celu skrócenia czasu obróbki opracowana została metoda stabilizowana, oraz zastosowano drugą metodę znaną jako patent polski 71921.

2.1. Obróbka stabilizowana

Obróbkę przeprowadza się w następujących roztworach:

1. Wywoływacz:

— siarczyn sodu bezwodny

50 g.

- | | |
|---|-------------|
| — hydrochinon | 20, |
| — fenidon | 0,5, |
| — węglan sodu bezwodny | 60, |
| — wodorotlenek potasu | 4, |
| — bromek potasu | 7, |
| — glikol polietylenowy | 1 ml, |
| — woda | do 1000 ml. |
| Czas wywoływania w temp. 20°C | 2 min. |
| 2. Przerzywacz: | |
| — kwas octowy lodowaty | 20 ml, |
| — woda | do 1000 ml, |
| Czas 30 s. | |
| 3. Utrwalacz: | |
| — tiomocznik | 20 g, |
| — gliceryna | 5,3 ml, |
| — woda | do 1000 ml. |
| Czas utrwalania 5 min. | |
| Płukanie w wodzie bieżącej w temp. 20°C w czasie 1 min. | |

2.2. Obróbka według patentu polskiego 71921

Skład wywoływacza i przerywacza identyczny jak w obróbce stabilizowanej, z tym że temperatura 25°C i czas wywoływania 2 minuty. Utrwalanie przeprowadza się w następującym roztworze:

- tiosiarczan amonu 180 g,
- woda do 1000 ml.

Czas 1 min., temp. 25°C.

Płukanie w wodzie bieżącej 30 s w temp. 25°C.

Po obróbce płyt w wyżej wymienionych roztworach wykonano krzywe sensytmetryczne, które zamieszczono na rysunku 1, a następnie określono parametry:

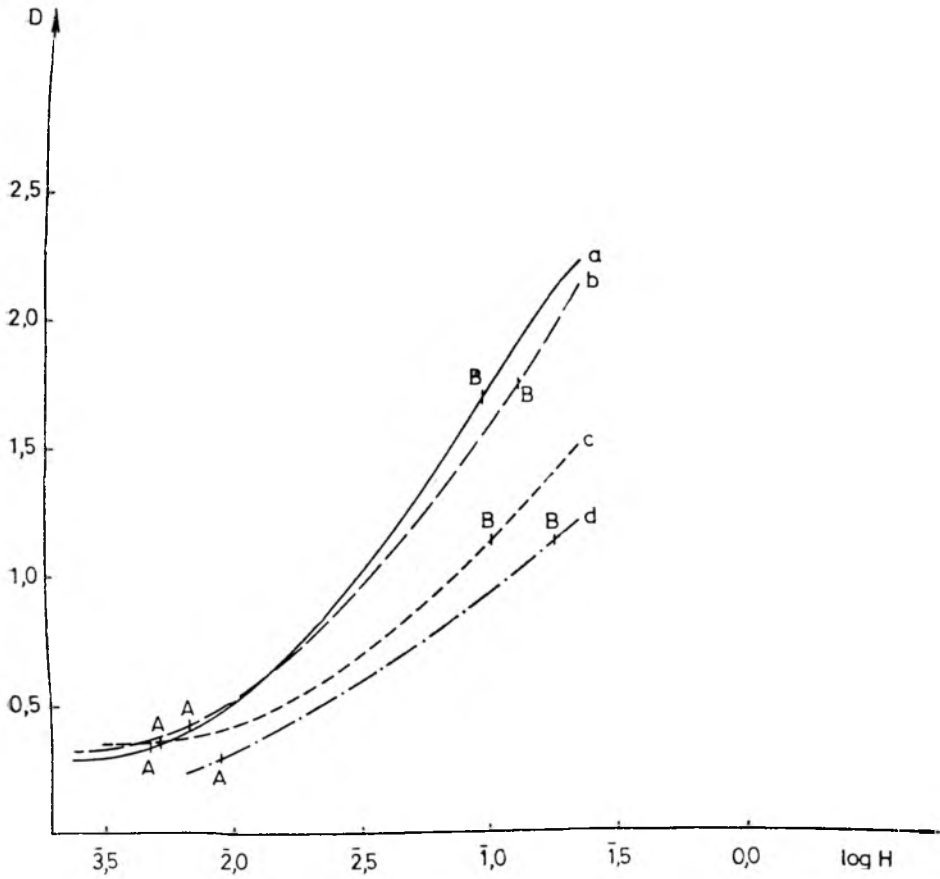
D_0 — zadymienie emulsji płyty ZP-3,

\bar{g} — wskaźnik kontrastowości równy $\bar{g} = \text{tg } \alpha = \frac{D_{AB}}{1g H_{AB}}$,

S_{ar} — czułość płyty w jednostkach arytmetycznych,

S_{log} — czułość płyty w jednostkach logarytmicznych, które w przybliżeniu odpowiadają czułości w jednostkach °DIN.

Wyniki te dla różnych sposobów obróbki fotochemicznej zamieszczono w tablicy 1.



Rys. 1. Krzywe sensytometryczne płyt ZP-3 ORWO wywołane różnymi metodami:
a — patent polski nr 71921, b — ORWO-1, c — stabilizowaną, d — R-09

Tablica 1

Lp.	Metoda obróbki fotochemicznej	Temp. (°C)	Czas wywołania (min)	D_0	\bar{g}	S_{ar}	S_{log}	Łączny czas obróbki (min)
1	ORWO-1	20	5	0,30	1,08	100	21	około 41
		20	5	0,30	1,03	125	22	
2	R-09	20	5—6	0,20	0,65	125	22	41
		20	5—6	0,20	0,50	100	21	
3	Stabilizowana	20	2	0,26	0,6	160	23	8
4	Patent 71921	25	2	0,24	1,03	160	23	3—4

Wykonano również próby obróbki płyt ZP-3 w innych roztworach, między innymi w monokapieli. Jednakże ze względu na duże zadymienie D_0 , dochodzące do 0,6, zrezygnowano z tych metod. Z tablicy 1 wynikają następujące wnioski:

1) Do obróbki płyt ZP-3 ORWO można stosować metodę stabilizowaną lub podaną jako patent 71921. Zadymienie D_0 rzędu 0,26 jest dopuszczalne przy obserwacjach płyt na instrumentach fotogrametrycznych.

2) Zaleca się stosowanie roztworu wg patentu 71921 w przypadku żądania otrzymania zdjęć wywołanych bardziej kontrastowo ($\bar{g} = 1,0$).

3) Metodę stabilizowaną zaleca się stosować w przypadku żądania otrzymania zdjęć wywołanych wyrównawczo ($\bar{g} = 0,6$).

4) Dzięki zastosowaniu innych metod niż zaleca to producent, skrócono został czas obróbki z 41 min. do kilku minut.

3. Określenie wpływu różnych metod obróbki fotochemicznej na kartometryczność obrazu na emulsji płyt ZP-3 ORWO

W celu sprawdzenia wpływu normalnej i przyspieszonej obróbki fotochemicznej płyt ZP-3 ORWO na kartometryczność zarejestrowanego obrazu wykonano następujący cykl badań:

1) naświetlono wzorcową płytę rektyfikacyjną z siatką kwadratów na płyty ZP-3;

2) przeprowadzono obróbkę fotochemiczną płyt:

a) metodą zalecaną przez producenta;

b) metodą stabilizowaną w temp. 20°C;

c) metodą stabilizowaną w temp. 20°C z moczeniem płyt w 2% roztworze formaliny;

d) metodą stabilizowaną w temp. 20°C z moczeniem płyt w 4% roztworze formaliny;

e) metodą wg patentu 71921 w temp. 25°C;

f) metodą wg patentu 71921 w temp. 25°C z moczeniem płyt w 2% roztworze formaliny;

g) metodą wg patentu 71921 w temp. 25°C z moczeniem płyt w 4% roztworze formaliny;

3) przeprowadzono obserwacje płyt na mokro i po wysuszeniu;

4) wykonano powtórne obserwacje części płyt po upływie 7 dni;

5) dokonano obliczenia na EMC ODRA-1325;

6) zestawiono wyniki.

3.1. Naświetlenie siatki kwadratów na płytach ZP-3

Wszystkie płyty ZP-3 naświetlono w jednakowych warunkach na specjalnie do tego celu przystosowanym urządzeniu, które składało się z projektora i ramki na płyty i siatkę rektyfikacyjną. Ramka została zastosowana w celu wyeliminowania wygięcia płyt, które miało wartość do 0,2 mm. Błąd siatki rektyfikacyjnej $m_s = \pm 0,0008$ mm.

3.2. Obróbka fotochemiczna płyt

a) Obróbkę płyt od nr 1 do nr 5 przeprowadzono metodą zalecaną przez firmę ORWO w wywoływaczu ORWO-1 i utrwalaczu ORWO-304. Ogólny czas obróbki z suszeniem wynosi około 21 godzin.

b) Obróbkę płyt od nr 6 do nr 9 przeprowadzono metodą stabilizowaną w czasie 8 min. Płyty obserwowano na stekometrze na mokro po ułożeniu ich na szklanej płycie nośnej, na której rozprowadzono 10 kropeł gliceryny.

c) Obróbkę płyt od nr 10 do nr 12 przeprowadzono metodą stabilizowaną w czasie 8 min., a następnie moczone w ciągu 1 min w 2% roztworze formaliny. Obserwacje przeprowadzono na mokro podobnie jak w punkcie b).

d) Obróbkę i obserwację płyt od nr 13 do nr 15 przeprowadzono podobnie jak płyt podanych w punkcie c) z tym, że moczone je w 4% roztworze formaliny.

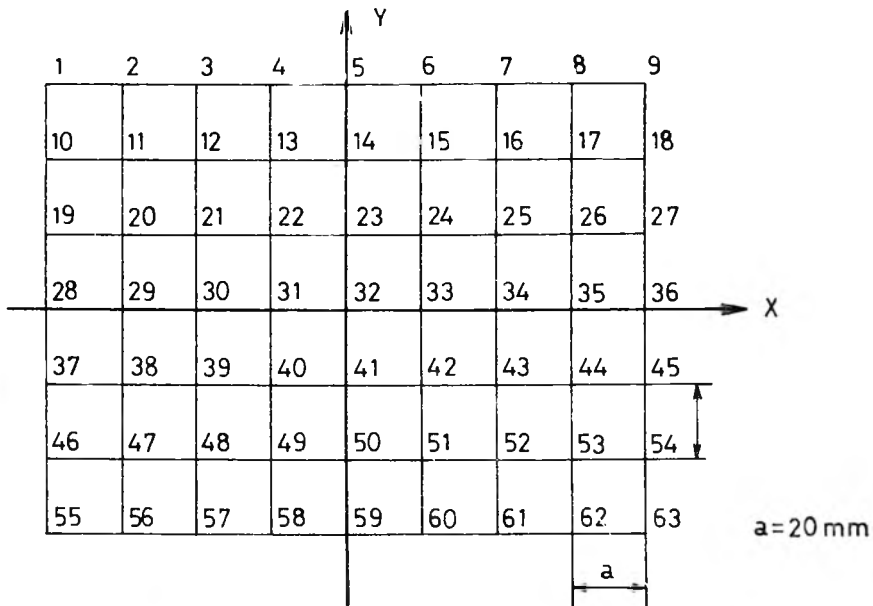
e) Obróbkę płyt od nr 16 do nr 18 przeprowadzono w roztworze wg patentu 71921 w temp. 25°C w czasie 4 min., a obserwację płyt w stanie mokrym na 10 kroplach gliceryny rozlanych na szklanej płycie nośnej stekometru.

f) Obróbkę płyt od nr 19 do nr 21 i ich obserwację przeprowadzono jak w punkcie e) z dodatkowym moczeniem w 2% roztworze formaliny w czasie 1 min.

g) Obróbkę płyt od nr 22 do nr 24 i ich obserwację przeprowadzono jak w punkcie f) z tym, że moczone je w 4% roztworze formaliny.

3.3. Obserwacje płyt na stekometrze i obliczenie wg programu TEST na EMC ODRA-1325

Po ułożeniu płyty ZP-3 na lewym nośniku stekometru siatka rektyfikacyjna została zorientowana w kierunku osi X ruchem z' wzdłuż punktów 28-36 (rys. 2). Kolejność obserwacji i rejestracji X, Y i numeru punktów wykonano zgodnie z wytycznymi do programu TEST, a następnie przeprowadzono obliczenia na ODRZE-1325 w oparciu o znane „ide-



Rys. 2. Rozkład punktów na siatce rektyfikacyjnej i układ osi współrzędnych

alne” współrzędne siatki kwadratów na siatce rektyfikacyjnej, otrzymując w rezultacie:

- współrzędne X, Y ,
- błędy DX, DY ,
- średnie błędy M_1 obserwacji współrzędnej X ,
- średnie błędy M_2 obserwacji współrzędnej Y ,
- średni błąd położenia punktu $MD = (M_1^2 + M_2^2)^{\frac{1}{2}}$,
- błędy systematyczne instrumentu takie jak: luz L , zmiany skali S , nieprostokątności osi X do osi Y — $E_{1,2}$,
- przesunięcie układu X, Y oznaczone jako U_1, U_2 ,
- skręt osi siatki A_1, A_2 .

Płyty nr 9, 10, 13, 16 i 19 obserwowano powtórnie po upływie 7 dni w celu zbadania wpływu zdejmowania mokrych płyt z nośnika zdjęć na kartometryczność obrazu siatki.

3.4. Wyniki

W tablicy 2 podano zestawione wyniki w mm z obserwacji 24 płyt ZP-3 ORWO, a w tablicy 3 średnie ze średnich wartości błędów, zestawione dla poszczególnych grup płyt, których obróbkę przeprowadzono w tych samych warunkach. W tablicy 4 podano zestawienie błędów dla

4 par obserwacji płyt wykonanych bezpośrednio po obróbce fotochemicznej (bez indeksu) i drugi raz po upływie 7 dni (oznaczone indeksem 2).

Na błąd wyznaczenia położenia punktu siatki kwadratów mają wpływ:

- błąd obserwatora m_0 ,
- błąd siatki kwadratów m_s ,
- błąd instrumentu m_i ,
- błąd emulsji płyty ZP-3 m_e .

Sredni błąd jednego monokularnego nastawienia znaczka pomiarowego

Tablica 2

Nr zdj.	M_1 10^{-3} mm	M_2 10^{-3}	M_D 10^{-3}	Błąd luzu		Błąd zmiany skal		$E_{1,2}$ cc	U_1 10^{-3} mm	U_2 10^{-3} mm	A_1 cc	A_2 cc
				L_1 10^{-3}	L_2 10^{-3}	S_1 10^{-5}	S_2 10^{-5}					
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	12
1	2,3	2,9	3,7	2,8	1,2	0,4	2,4	-59	1,9	3,3	-62	- 3
2	2,1	2,6	3,4	2,9	0,8	-1,3	-0,9	-40	0,4	10,0	-51	-12
3	2,2	2,9	3,6	3,0	0,9	0,8	-1,6	-61	0,7	10,0	-73	-12
4	3,3	2,7	4,3	2,9	1,0	-0,3	-1,4	-44	1,0	3,9	-54	-11
5	2,7	3,9	4,7	3,0	0,9	-0,7	4,9	-42	-0,9	2,8	-52	-11
6	1,9	2,4	3,1	2,6	1,0	3,6	0,0	-52	-2,1	2,1	-59	- 7
7	2,0	3,3	3,9	2,2	0,8	0,0	-1,7	-47	0,5	4,7	-49	2
8	1,6	2,8	3,2	2,5	0,9	4,1	-3,2	-50	0,8	4,6	-51	- 1
9	1,6	4,0	4,3	3,3	1,0	1,1	-0,1	-49	2,2	5,8	-36	13
9/2	1,8	3,0	3,5	3,2	0,8	1,2	3,6	-43	0,2	2,9	-37	7
10	1,7	3,5	3,9	2,8	0,8	2,0	-2,4	-24	1,4	4,8	-33	- 9
11	1,7	3,2	3,6	2,9	1,1	-0,7	1,5	-41	0,9	0,9	-49	- 8
12	1,7	3,2	3,6	3,2	0,9	1,3	1,1	-29	2,6	3,3	-30	- 1
13	1,6	3,2	3,6	2,7	1,0	1,1	-2,2	-32	0,6	0,7	-46	-14
13/2	2,1	3,6	4,2	3,5	0,9	0,0	-5,2	-18	0,1	3,2	-37	-18
14	1,9	3,3	3,8	2,6	1,1	0,5	-3,6	-21	-0,4	3,6	-10	11
15	1,7	2,2	2,8	3,4	1,1	-1,8	-3,1	-32	0,8	1,6	-30	1
16	1,8	2,4	3,0	2,6	0,9	2,1	-1,4	-53	-2,6	0,2	-50	3
16/2	1,9	2,1	2,9	3,1	0,8	5,0	-0,6	-41	-1,3	-0,2	-34	7
17	1,6	2,1	2,7	3,0	0,9	-0,4	-1,5	-24	-2,9	1,2	-26	- 2
18	1,7	3,4	3,8	2,9	0,8	1,3	-1,8	-34	0,0	2,1	-24	10
19	1,6	2,6	3,0	2,0	0,8	3,5	-3,3	-48	-1,6	1,1	-56	- 8
19/2	2,0	3,3	3,9	3,0	0,9	3,5	1,9	-46	-2,2	2,2	-52	- 6
20	1,9	2,4	3,1	3,3	1,1	0,5	-1,8	-19	-3,4	1,0	-14	5
21	1,8	3,9	4,3	3,1	1,2	3,5	-1,2	-19	-0,5	-0,2	-28	- 9
22	1,6	2,4	2,9	3,4	1,1	0,8	-4,3	-24	1,0	1,9	-20	4
23	1,9	2,9	3,5	5,2	1,1	1,0	1,8	-29	0,9	0,8	-38	- 9
24	1,8	2,4	3,0	4,3	1,0	-0,8	-2,5	-22	1,2	0,8	-23	- 1

Tablica 3

Nr zdjęcia	M_1 10 ⁻³ mm	M_2 10 ⁻³ mm	MD 10 ⁻³ mm	Uwagi	Czas obróbki			m_e 10 ⁻³ mm	
					g	m	s		
1—5	2,5	3,0	3,9	Dane w p-łkie: a) b) c) d) e) f) g)	20	40	20	3,0	
6—9	2,2	3,1	3,7			8	30	2,8	
10—12	1,7	3,3	3,7			9	30	2,8	
13—15	1,7	2,9	3,4			9	30	2,4	
16—18	1,7	2,6	3,1			4	30	1,7	
19—21	1,8	3,0	3,5			5	30	2,5	
22—24	1,8	2,6	3,2			5	30	2,1	
Siatka	1,4	1,9	2,4			—	—	—	0,0

Tablica 4

Nr zdjęcia	M_1 10 ⁻³ mm	M_2 10 ⁻³ mm	MD 10 ⁻³ mm	m_e 10 ⁻³ mm
9	1,6	4,0	4,3	3,5
9/2	1,8	3,0	3,5	2,5
13	1,6	3,2	3,6	2,6
13/2	2,1	3,6	4,2	3,4
16	1,8	2,4	3,0	1,7
16/2	1,9	2,1	2,9	1,5
19	1,6	2,6	3,0	1,7
19/2	2,0	3,3	3,9	3,0

przez obserwatora wyznaczony został z kilkunastu naprowadzeń na przecięcie się linii siatki rektyfikacyjnej i wynosi: $m_x = \pm 0,0008$ mm i $m_y = \pm 0,0012$ mm, to jest $m_0 = \pm 0,0014$ mm, co jest zgodne z [1], gdzie podano błąd średni wyznaczony na podstawie 275 nastawień $m_x = m_y = \pm 0,0017$ mm.

Błąd siatki rektyfikacyjnej użytej w pracy wynosi:
 $m_s = \pm 0,00085$ mm.

Błąd instrumentu $m_i = \pm 0,002$ mm.

Całkowity błąd $MD = (m_0^2 + m_s^2 + m_i^2 + m_e^2)^{\frac{1}{2}}$.

Stąd interesujący nas błąd emulsji m_e można obliczyć z wzoru:

$$m_e = [MD^2 - (m_0^2 + m_s^2 + m_i^2)]^{\frac{1}{2}} = [MD_i^2 - x]^{\frac{1}{2}},$$

gdzie $x = m_0^2 + m_s^2 + m_i^2 \approx 0,000006$.

Obliczone błędy m_e zamieszczono w tablicy 3 i 4.

4. Wnioski

1. W przypadku konieczności skrócenia czasu obróbki fotochemicznej można stosować metody podane w punktach od a) do g). Najkrótszy czas obróbki oraz największą dokładność zapewnia metoda podana w punkcie 3.2.e).

2. Przeprowadzone badania wykazały, że pomiary wykonane na płytach ZP-3 w stanie mokrym nie wykazują praktycznego zmniejszenia dokładności określenia współrzędnych tłowych.

3. Porównanie wyników pomiarów przeprowadzonych na tych samych płytach w stanie mokrym, a następnie po kilku dniach na płytach w stanie suchym, nie wykazały widocznych zmian w kartometryczności emulsji fotograficznej.

4. Otrzymana dokładność w określeniu współrzędnych tłowych $m_x = \pm 0,002$ mm i $m_y = \pm 0,003$ mm, błąd emulsji $m_e = \pm 0,0017$ mm przy obróbce metodą wg patentu 71921 oraz obserwacja płyt przeprowadzonych w stanie mokrym na warstwie gliceryny, pozwala stosować metodę w pracach fotogrametrycznych wymagających szybkiego dostarczenia wyników.

L I T E R A T U R A

- [1] Kern H. G.: *Ergebnisse von Testmessung am Präzisionsstereokomparator Stereokompar des VEB Carl Zeiss Jena*. Vermessungstechnik, nr 1, 1968.

Recenzował dr inż. Adam Linsenbarth
Rękopis złożono w Redakcji w październiku 1977 r.

ЕЖИ БУТОВИТТ
ЯНУШ ГОЕСИОР
РОМУАЛЬД КАЧИНСКИ

БЫСТРАЯ ФОТОХИМИЧЕСКАЯ ОБРАБОТКА ПЛАСТИНОК ZP-3 ORWO И ЕЁ ВЛИЯНИЕ НА КАРТОМЕТРИЧНОСТЬ СНИМКА

Резюме

В статье описан ускоренный метод фотохимической обработки пластинок ZP-3 фирмы ORWO и его влияние на точность измерений координат снимков наблюдаемых на стекометре в мокром состоянии без процесса сушки. Полученная точность в определении координат снимков $m_x = \pm 0,002$ мм и $m_y = \pm 0,003$ мм, а также ошибка эмульсии $m_e = \pm 0,0017$ мм разрешает применять метод при фотограмметрических работах, требующих быстрого предоставления результатов

JERZY BUTOWITT
JANUSZ GĄSIOR
ROMUALD KACZYŃSKI

QUICK PHOTOCHEMICAL PROCESSING OF ZP-3 PLATES AND ITS INFLUENCE ON IMAGE ACCURACY

Summary

In this article quick method of photochemical processing of ZP-3 ORWO plates is described, and its influence on accuracy of measurements of image coordinates, measured on wet plates, using stecometer. The accuracy of determination of image coordinates $m_x = \pm 0,002$ mm and $m_y = \pm 0,003$ mm, and the error of emulsion $m_e = \pm 0,0017$ mm gives the possibilities of using this method in photogrammetric works, which require quick results.