UKD 552.1:[553.623:631.742.4]:551.442.46+551.35:551.762/.763 (438.232 Częstochowa — Zawiercie)

Ewa SZELĄGOWSKA-SKRZYPCZAK

Badania petrograficzne piasków formierskich z rejonu Częstochowa—Zawiercie

WSTĘP

Zakład Złóż Surowców Skalnych Instytutu Geologicznego od 1957 r. realizuje prace związane z poszukiwaniem i dokumentowaniem złóż piasków formierskich na obszarze Częstochowa — Zawiercie, należącym do Jury Krakowsko-Częstochowskiej (fig. 1). Na omawianym terenie występują osady jury (liasu, doggeru, malmu), kredy, trzeciorzędu i czwartorzędu. Piaski formierskie wypełniają formy krasowe w wapieniach malmu, reprezentowanego przez wapienie skaliste, płytowe i okruchowe.

Prace geologiczno-rozpoznawcze w omawianym rejonie prowadziła M. Błaszak (1970). W ramach tych prac autorka niniejszego artykułu wykonywała badania granulometryczne i mineralogiczno-petrograficzne piasków, pozwalające na wyciągnięcie wniosków co do ich sedymentacji (E. Szelągowska-Skrzypczak, 1965). Badania te umożliwiły również pełniejszą charakterystykę omawianych osadów pod względem przydatności dla przemysłu odlewniczego.

CHARAKTERYSTYKA GRANULOMETRYCZNA PIASKÓW FORMIERSKICH

Dla zbadania składu granulometrycznego piasków formierskich wykonano analizę sitową stu próbek piasków jurajskich z warstw łysieckich i kościeliskich (Łysiec, Zawada, Zawisna, Bargły), piasków albskich i cenomańskich (Zalesice, Sygątka, Julianka) oraz piasków formierskich wypełniających formy krasowe (I — część środkowa rejonu Częstochowa — Zawiercie: Zrębice, Biskupice, Skałki, Kuźle, Przewodziszowice-Pniaki, Czatachowa, Moczydło, Złoty Potok, Zagórze, Dżbów, Zdów, Kotowice, Kostkowice, Rzędkowice, Kroczyce, Skarżyce, Morsko, Pomnożyce; II — część północno-wschodnia rejonu Częstochowa — Zawiercie: Okrąglik I, Okrąglik II, Słonkowa Góra).

Zawartości poszczególnych frakcji uzyskane w wyniku przesiania zważono i obliczono ich procentowy udział w próbce. Wyniki analiz przedstawiono graficzne przy pomocy diagramów słupkowych (fig. 2). W

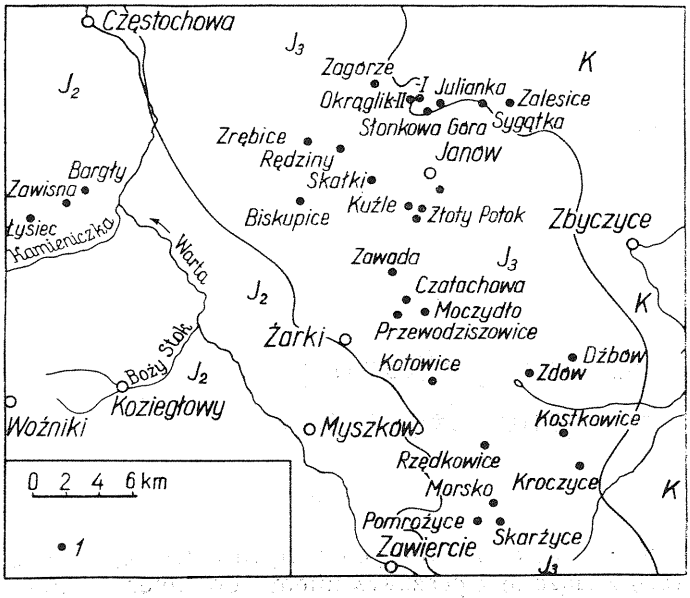

Fig. 1. Szkic sytuacyjny obszaru badań
Situation sketch of the area in study
1 — miejsca pobrania próbek; K — kreda; J_3 — jura górna; J_2 — jura środkowa
1 — sampling sites; K — Cretaceous; J_3 — Upper Jurassic; J_2 — Middle Jurassic

większości przypadków w badanych próbkach piasku dominuje frakcja 0,1—0,3 mm osiągając niekiedy 60%, przeciętnie wahając się w granicach 30—50%. W kilku przypadkach zaznacza się kulminacja dwóch, a nawet trzech frakcji.

Udział frakcji pyłowej w piaskach formierskich przeciętnie waha się w granicach 20—30%, a w poszczególnych próbkach przekracza 30%. Biorąc pod uwagę nieznaczną zawartość pelitu mineralnego w tej frakcji można ogólnie piaski te określić jako piaski tłuste. Badania rentgenograficzne i dylatometryczne minerałów ilastych wykazały w piaskach formierskich rejonu środkowego obecność kaolinitu i haloizytu. W piaskach formierskich rejonu północno-wschodniego zaznacza się większe zróżnicowanie minerałów ilastych, gdzie oprócz kaolinitu i haloizytu spotyka się glaukonit, illit i prawdopodobnie montmorylonit.

Różnica w ilości i jakości minerałów ilastych wpływa na nieco gorsze warunki technologiczne (niższa wytrzymałość na ściskanie i niższa przepuszczalność) piasków formierskich z rejonu północno-wschodniego.

W celu dokładnego scharakteryzowania badanych piasków wykreślono krzywe kumulacyjne (fig. 3), za pomocą których można odczytać zawartości poszczególnych frakcji oraz wyznaczyć współczynnik wysortowania So według wzoru podanego przez P. D. Traska (1932): $So = \sqrt{\frac{Q_1}{Q_3}}$; gdzie Q_1 i Q_3 odpowiadają średnicy ziarna stanowiącego 25 i 75% (odczytane z krzywej).

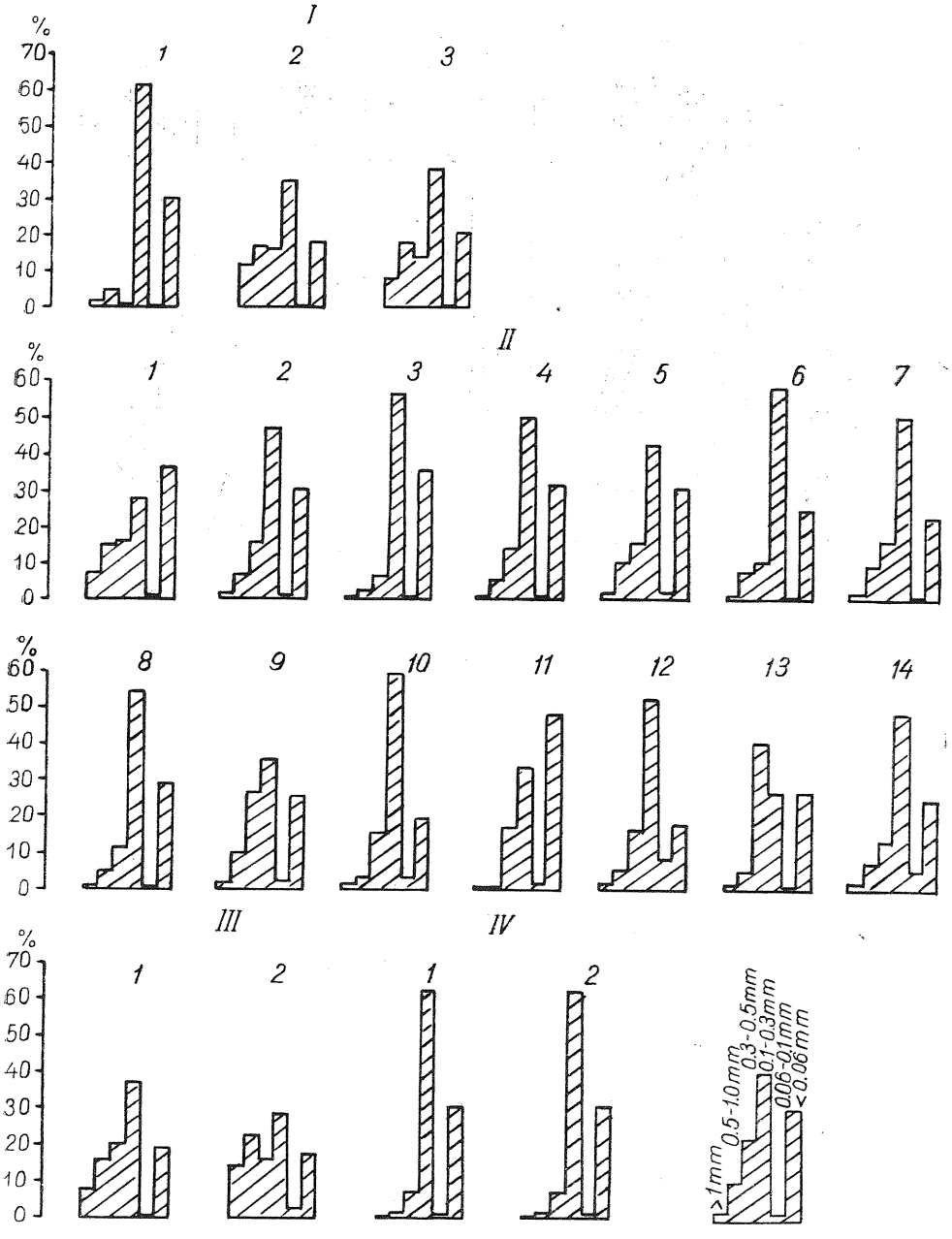

Fig. 2. Diagramy składu ziarnowego piasków formierskich
Grain composition diagrams of foundry sands

I — piaski jurajskie *in situ:* 1 — Łysiec, 2 — Zawisna, 3 — Bargły; II — piaski formierskie lejów krasowych części środkowej badanego obszaru: 1 — Zrębice, 2 — Biskupice, 3 — Skałki, 4 — Kuźle, 5 — Moczydło, 6 — Dżbów, 7 — Zdów, 8 — Kotowice, 9 — Kostkowice, 10 — Rzędkowice, 11 — Kroczyce, 12 — Skarżyce, 13 — Morsko, 14 — Pomrożyce; III — piaski kredowe *in situ:* 1 — Sygątka, 2 — Julianka; IV — →

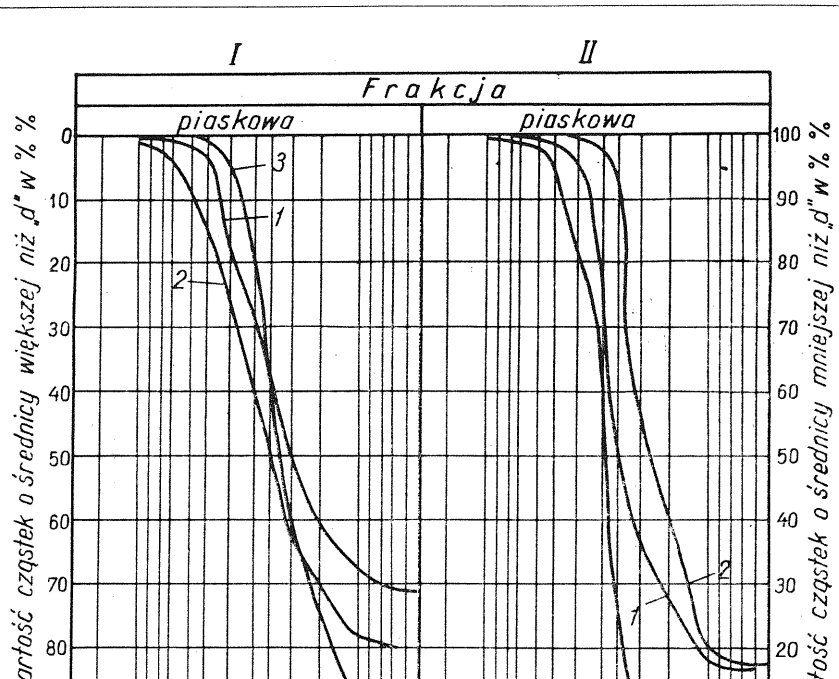

Fig. 3. Krzywe składu ziarnowego piasków formierskich
Grain composition curves of foundry sands

I — przykłady krzywych kumulacyjnych piasków jurajskich *in situ* i piasków z lejów krasowych obszaru środkowego: 1 — Łysiec, 2 — Moczydło, 3 — Skarżyce; II — przykłady krzywych kumulacyjnych piasków kredowych *in situ* i piasków z lejów krasowych obszaru północno-wschodniego: 1 — Sygątka, 2 — Okrąglik II, 3 — Słonkowa Góra

I — examples of cumulative curves of Jurassic sands *in situ*, and those of sands from karst funnels found in the central part of the area in study: 1 — Łysiec, 2 — Moczydło, 3 — Skarżyce; II — examples of cumulative curves of Cretaceous sands *in situ*, and those of sands from karst funnels found in the north-eastern part of the area in study: 1 — Sygątka, 2 — Okrąglik II, 3 — Słonkowa Góra

Rozpatrując zależność stopnia wysortowania ziarna od współczynnika wysortowania *So* wg P. Schneiderhöhna (1953), R. Folka (1954) i H. Feuchtbauera (1959) można przyjąć, że są to w większości osady na ogół dobrze i umiarkowanie wysortowane, a tylko poszczególne próbki wykazują zły stopień wysortowania (tab. 1).

piaski formierskie z lejów krasowych części północno-wschodniej badanego obszaru: 1 — Okrąglik I, 2 — Okrąglik II

I — Jurassic sands *in situ:* 1 — Łysiec, 2 — Zawisna, 3 — Bargły; II — foundry sands from karst funnels found in the central part of the area in study: 1 — Zrębice, 2 — Biskupice, 3 — Skałki, 4 — Kuźle, 5 — Moczydło, 6 — Dżbów, 7 — Zdów, 8 — Kotowice, 9 — Kostkowice, 10 — Rzędkowice, 11 — Kroczyce, 12 — Skarżyce, 13 — Morsko, 14 — Pomrożyce; III — Cretaceous sands *in situ:* 1 — Sygątka, 2 — Julianka; IV — foundry sands from karst funnels found in the north-eastern part of the area in study: 1 — Okrąglik I, 2 — Okrąglik II

Tabela 1

Współczynnik wysortowania *So* piasków formierskich

Nazwa złoża		Współczynnik wysortowania *So*	Wysortowanie ziarna
Piaski jurajskie *in situ*	Zawada	1,57	umiarkowane
	Zawisna	1,92	złe
	Bargły	1,76	złe
Piaski formierskie w lejach krasowych części środkowej rejonu Częstochowa-Zawiercie	Biskupice	1,48	umiarkowane
	Skałki	1,32	dobre
	Przewodziszowice-Pniaki	1,53	umiarkowane
	Czatachowa	1,36	dobre
	Moczydło	1,69	umiarkowane
	Złoty Potok	1,72	umiarkowane
	Zagórze	1,12	bardzo dobre
	Dżbów	1,58	umiarkowane
	Zdów	1,73	umiarkowane
	Kostkowice	1,73	umiarkowane
	Rzędkowice	1,44	umiarkowane
	Kroczyce	1,44	umiarkowane
	Skarżyce	1,45	umiarkowane
	Morsko	1,47	umiarkowane
	Pomrożyce	1,51	umiarkowane
Piaski kredowe *in situ*	Zalesice	1,22	bardzo dobre
	Sygątka	1,80	złe
	Julianka	2,00	złe
Piaski formierskie w lejach krasowych części północno-wschodniej rejonu Częstochowa-Zawiercie	Okrąglik I	1,30	dobre
	Okrąglik II	1,25	dobre
	Słonkowa Góra	1,55	dobre

P. Schneiderhöhn (1953) dla osadów dobrze wysortowanych podał wartości współczynnika wysortowania od 1,41 do 1,51, zaś dla umiarkowanie wysortowanych od 1,51 do 1,74. Powyżej tych wartości osady są źle wysortowane. Według R. Folka (1954) dla osadów dobrze wysortowanych *So* ma wynosić 1,165—1,26, zaś dla umiarkowanie wysortowanych — 1,26—1,60. Zgodnie z opinią przyjętą przez H. Feuchtbauera (1959) osady dobrze wysortowane mają *So* 1,23—1,41, zaś umiarkowanie wysortowane 1,41—1,74. Osady źle wysortowane wykazują *So* powyżej tych wartości.

Mimo istniejących różnic w interpretacji zależności stopnia wysortowania od wartości współczynnika wysortowania *So* można przyjąć, że

Tabela 2

Średni rozmiar ziarn *Md* i współczynnik średniego uziarnienia *Mn* piasków formierskich

Nazwa złoża		Średni rozmiar ziarn *Md*	Współczynnik średniego uziarnienia *Mn*
Piaski jurajskie *in situ*	Łysiec	0,20	2,06
	Zawada	0,50	4,22
	Zawisna	0,27	5,13
	Bargły	0,26	3,98
Piaski formierskie w lejach krasowych części środkowej rejonu Częstochowa-Zawiercie	Zrębice	0,20	3,37
	Biskupice	0,27	3,17
	Skałki	0,32	1,66
	Kuźle	0,22	2,08
	Przewodziszowice-Pniaki	0,41	3,16
	Czatachowa	0,21	2,65
	Moczydło	0,28	2,64
	Złoty Potok	0,60	2,66
	Zagórze	0,24	2,34
	Dżbów	0,19	2,28
	Zdów	0,20	2,59
	Kotowice	0,19	2,12
	Kostkowice	0,21	2,65
	Rzędkowice	0,17	2,05
	Kroczyce	0,19	2,38
	Skarżyce	0,22	2,40
	Morsko	0,22	2,34
	Pomrożyce	0,20	2,54
Piaski kredowe *in situ*	Zalesice	0,25	4,16
	Sygątka	0,25	4,16
	Julianka	0,35	4,74
Piaski formierskie w lejach krasowych części północno-wschodniej rejonu Częstochowa-Zawiercie	Okrąglik I	0,20	1,81
	Okrąglik II	0,22	1,70
	Słonkowa Góra	0,22	1,70

piaski zarówno jurajskie, jak i kredowe *in situ* charakteryzują się na ogół złym wysortowaniem (wyjątek stanowi próbka z Zalesic mająca bardzo niskie wartości współczynnika wysortowania). Piaski wypełniające leje krasowe cechuje umiarkowane i dobre wysortowanie, co szczególnie zaznacza się w piaskach z Okrąglika i Słonkowej Góry.

Obliczone zawartości poszczególnych frakcji w osadzie służą nie tylko do określenia stopnia wysortowania i krzywej kumulacyjnej. W oparciu o skład mechaniczny wyliczono średni rozmiar ziarn *Md* oraz współczyn-

nik średniego uziarnienia *Mn*. Średni rozmiar ziarn *Md* odpowiada średnicy ziarna stanowiącego 50% (odczytane z krzywej kumulacyjnej).

Współczynnik średniego uziarnienia *Mn* wyliczony jest na podstawie wzoru:

$$Mn = \frac{\sum x \cdot fx}{100}$$

gdzie:

x — średnie rozmiary frakcji;
fx — procentowa zawartość frakcji.

Średni rozmiar ziarn naturalnych piasków formierskich waha się w granicach od 0,17 do 0,35 mm (tab. 2). Są to w przeważającej części piaski drobno- lub średnioziarniste (fig. 2).

Mimo bardzo zbliżonych cech granulometrycznych omawianych grup piasków daje się zauważyć pewne zróżnicowanie pomiędzy piaskami *in situ* i piaskami w lejach krasowych. Odnosi się to zarówno do stopnia wysortowania ziarna, jak i do jego wielkości oraz wartości średniego uziarnienia *Mn*. W porównaniu z osadami *in situ* piaski w lejach krasowych charakteryzują się nieco mniejszymi wartościami średniego rozmiaru ziarn i wartościami średniego uziarnienia *Mn* (tab. 2). Ogólnie twierdzić można, iż piaski w lejach krasowych są lepiej wysortowane i drobniejsze od piasków *in situ*.

Z przedstawionych wyżej danych wynika, że omówione piaski posiadają cechy charakterystyczne dla osadów morskich. Krzywe kumulacyjne zostały porównane z krzywymi zamieszczonymi w innych pracach (J. Lundgvist, 1958; V. Okko, 1955; V. Okko, E. Peltola, 1958; R. H. Sindowski, 1957) i okazało się, że mają one przebieg dość jednolity, zbliżony do przebiegu krzywych osadów morskich. Ich cechą charakterystyczną jest prostolinijny przebieg części środkowej i dość strome załamanie w partiach skrajnych. Wymienione wartości współczynników wysortowania odpowiadają współczynnikowi wysortowania przybrzeżnych piasków morskich, który równa się 1—2 (F. I. Pettijohn, 1949).

STOPIEŃ OBTOCZENIA I FIZJOGRAFIA KWARCU

Badając stopień obtoczenia ziarn kwarcu wyróżniono trzy grupy ziarn: obtoczone, częściowo obtoczone i kanciaste.

Określenie obróbki ziarn kwarcu i charakteru ich powierzchni przeprowadzone było dla wszystkich frakcji piaszczystych otrzymanych w wyniku analizy sitowej. Jest cechą charakterystyczną badanych piasków, że im drobniejsza frakcja, tym większy udział mają ziarna kanciaste. Stopień obtoczenia ziarn kwarcu zależy od ich wielkości. W większych frakcjach procent ziarn zaokrąglonych wzrasta. Drobne frakcje z reguły nie wykazują żadnego obtoczenia. Spowodowane jest to małymi rozmiarami powierzchni wystawionej na działanie tarcia oraz małymi wartościami siły tarcia (A. Cailleux, 1952). Dlatego zasadnicze obserwacje dotyczące obtoczenia i charakteru powierzchni ziarn przeprowadzono na materiale grubszym. Podając liczbowe wartości obtoczenia dla poszczególnych grup ziarn posłużono się procentami ilościowymi oraz wyliczono

współczynnik obtoczenia O w oparciu o uproszczony wzór R. Eissele (1957):

$$O = \frac{K + 1/2\,C}{1/2\,C + R}$$

gdzie:

K — procentowy udział ziarn kanciastych;
C — procentowy udział ziarn półobtoczonych;
R — procentowy udział ziarn obtoczonych.

Wyniki przeliczeń i wartości współczynnika obtoczenia dla frakcji 0,5—0,3 mm oraz 1,0—0,5 mm podano w tabeli 3.

Cechą charakterystyczną piasków formierskich jest dominujący udział ziarn półobtoczonych i obtoczonych. Przebadanie dwóch kolejnych frakcji wykazało pewną zmienność w procentowej zawartości poszczególnych grup ziarn, postępującą równolegle do zwiększania się ich średnicy.

We frakcji 0,5—0,3 mm przeważają ziarna częściowo obtoczone, ich udział waha się od 28,5 do 63,0%, przy współudziale w granicach 13,5—50,0% ziarn obtoczonych i 10,0—39,5% ziarn kanciastych. Stosunkowo niskie wartości współczynnika obtoczenia (0,12—1,56) wskazują na niezłą obróbkę mechaniczną materiału skalnego w tej frakcji.

We frakcji 1,0—0,5 mm zaznacza się pewien wzrost obtoczenia ziarn kwarcu we wszystkich grupach piasku. Zawartość ziarn obtoczonych waha się od 35,0 do 90,0%, półobtoczonych od 6 do 50,0%, kanciastych od 2,0 do 17,0% (w poszczególnych próbkach piasku brak ich zupełnie).

Na dobrą obróbkę mechaniczną ziarn kwarcu wskazują wartości współczynnika obtoczenia (0,10—0,67) mające nieco niższe wartości niż we frakcji 0,5—0,3 mm. Stopień obtoczenia dla obu frakcji ulega pewnym zmianom. W zasadzie w obu frakcjach przeważają ziarna o dość dobrej obróbce mechanicznej.

We frakcji 0,5—0,3 mm poszczególnych grup piasków nie ma wyraźnej różnicy w obróbce mechanicznej. We frakcji 0,5—1,0 mm zaznacza się pewne zróżnicowanie. Piaski w lejach krasowych mają nieco niższe wartości współczynnika obtoczenia niż piaski *in situ*, co wskazuje na nieco większy udział ziarn obtoczonych.

Przebadanie charakteru powierzchni ziarn kwarcu pozwoliło stwierdzić przewagę ziarn półmatowych i błyszczących w przeważającej liczbie próbek we wszystkich grupach piasków. Jest rzeczą charakterystyczną, że ilość ziarn błyszczących wzrasta wraz z ich wielkością.

Kształt ziarn kwarcu ma istotne znaczenie dla przepuszczalności piasku. Cechą dodatnią jest jak największa ilość ziarn obtoczonych, które wpływają na lepszą przepuszczalność piasku. Pod tym względem omawiane piaski formierskie spełniają wymagania przemysłu odlewniczego.

Kwarc pod względem cech optycznych nie wykazuje zasadniczego zróżnicowania, wykazuje je natomiast z punktu widzenia charakteru fizjografii. Charakter kwarcu związany jest z rodzajem skały macierzystej i wyróżnienie jego typów w osadach klastycznych pozwala na odcyfrowanie źródła zasilającego te skały (I. Kardymowicz, 1963).

Wyróżnia się osiem typów ziarn kwarcu zaklasyfikowanych do trzech grup:

1. Kwarc nieprzezroczysty, półprzezroczysty, spękany (genetycznie żyłowy).

Tabela 3

Obróbka ziarn kwarcu w piaskach formierskich we frakcji 0,5—0,3 mm oraz 1,0—0,5 mm

Nazwa złoża		Obtoczenie ziarn w %			Współczynnik obtoczenia *O*
		kanciaste	częściowo obtoczone	obtoczone	
Frakcja 0,5—0,3 mm					
Piaski jurajskie *in situ*	Łysiec	17,0	43,0	40,0	0,63
	Zawada	16,0	43,0	41,0	0,60
	Zawisna	14,0	58,5	27,5	0,77
	Bargły	10,5	43,5	46,0	0,48
Piaski formierskie w lejach krasowych części środkowej rejonu Częstochowa-Zawiercie	Zrębice	24,0	63,0	13,0	0,12
	Biskupice	12,5	54,5	33,0	0,66
	Skałki	12,5	56,5	31,0	0,93
	Kuźle	11,0	56,5	32,5	0,88
	Przewodziszowice-Pniaki	10,0	40,0	50,0	0,43
	Czatachowa	10,0	50,0	40,0	0,54
	Moczydło	17,0	57,5	25,5	0,84
	Złoty Potok	17,0	53,0	30,0	0,77
	Zagórze	18,0	50,0	32,0	0,75
	Dżbów	19,5	43,5	37,0	0,70
	Zdów	18,5	48,5	33,0	0,75
	Kotowice	31,0	33,0	36,0	0,90
	Kostkowice	22,5	47,5	30,0	0,86
	Rzędkowice	23,0	48,0	29,0	0,88
	Kroczyce	17,0	52,0	31,0	0,75
	Skarżysko	23,5	45,5	31,0	0,86
	Morsko	18,0	52,0	30,0	0,78
	Pomrożyce	23,0	29,0	48,0	0,60
Piaski kredowe *in situ*	Zalesice	27,0	41,5	31,5	0,91
	Sygątka	26,5	60,0	13,5	1,29
	Julianka	39,5	43,0	17,5	1,56
Piaski formierskie w lejach krasowych części północno-wschodniej rejonu Częstochowa-Zawiercie	Okrąglik I	39,5	28,5	32,0	1,16
	Okrąglik II	26,5	48,0	25,5	1,02
	Słonkowa Góra	22,0	43,0	35,0	0,76

Nazwa złoża		Obtoczenie ziarn w %			Współczynnik obtoczenia *O*
		Kanciaste	częściowo obtoczone	obtoczone	
Frakcja 1,0—0,5 mm					
Piaski jurajskie *in situ*	Łysiec	6,5	44,5	49,0	0,40
	Zawada	10,0	42,0	48,0	0,38
	Zawisna	6,0	56,0	38,0	0,51
	Bargły	6,0	28,0	66,0	0,25
Piaski formierskie w lejach krasowych części środkowej rejonu Częstochowa-Zawiercie	Zrębice	9,0	51,0	40,0	0,53
	Biskupice	3,0	22,0	76,0	0,15
	Skałki	2,0	28,0	70,0	0,19
	Kuźle	4,0	40,0	56,0	0,32
	Przewodziszowice-Pniaki	—	12,5	87,5	0,07
	Czatachowa	—	10,0	90,0	0,05
	Moczydło	5,0	36,0	59,0	0,30
	Złoty Potok	13,5	46,5	40,0	0,58
	Zagórze	15,0	50,0	35,0	0,66
	Dżbów	4,5	15,5	80,0	0,14
	Zdów	5,5	10,0	84,5	0,12
	Kotowice	6,0	6,0	88,0	0,10
	Kostkowice	7,5	33,0	59,5	0,31
	Rzędkowice	3,5	22,5	74,0	0,17
	Kroczyce	7,0	24,0	69,0	0,23
	Skarżysko	9,5	38,0	52,5	0,40
	Morsko	8,0	41,0	51,0	0,40
	Pomrożyce	6,0	17,0	77,0	0,17
Piaski kredowe *in situ*	Zalesice	15.0	48,0	37,0	0,64
	Sygątka	13,0	50,0	37,0	0,61
	Julianka	17,0	46,5	36,5	0,67
Piaski formierskie w lejach krasowych części północno-wschodniej rejonu Częstochowa-Zawiercie	Okrąglik I	7,0	36,0	57,0	0,33
	Okrąglik II	10,0	48,0	42,0	0,51
	Słonkowa Góra	2,5	27,5	70,0	0,19

2. Kwarc przezroczysty bez wrostków, kwarc przezroczysty z wrostkami izometrycznymi i tablicowatymi, kwarc z obwódką regeneracyjną (genetycznie ze skał plutonicznych, wulkanicznych).

3. Kwarc z igiełkami i kwarc opalizujący (kwarc utworów hydrotermalnych).

Tabela 4

Typy ziarn kwarcu w piaskach formierskich w procentach ilościowych

Nazwa złoża	Kwarc					
	nieprzezroczysty	półprzezroczysty	spękany	przezroczysty bez wrostków	przezroczysty z wrostkami	z igiełkami
Zawisna	13,80	20,25	38,80	24,13	0,86	2,16
Bargły	12,24	9,80	61,22	12,22	3,30	1,22
Biskupice	18,40	3,47	66,00	10,41	1,02	0,70
Skałki	3,33	2,72	64,00	25,75	3,60	0,60
Kuźle	4,44	6,66	75,23	12,70	0,64	0,33
Moczydło	7,16	25,06	61,57	6,21	—	—
Sygątka	8,20	10,50	37,00	39,70	4,27	0,33
Julianka	7,55	14,34	25,90	46,03	5,29	0,89
Okrąglik I	5,51	7,0	72,80	11,28	2,71	0,70
Okrąglik II	8,70	7,60	71,10	9,90	2,00	0,70

Z punktu widzenia charakteru fizjograficznego dominuje kwarc spękany. W piaskach z Sygątki i Julianki przy współudziale kwarcu spękanego dominuje kwarc przezroczysty. Interpretacja wyników analizy stopnia obtoczenia, charakteru powierzchni i fizjografii ziarn kwarcu wykazała, że piaski osadzone były w środowisku wodnym. Nie zauważono ziarn kwarcu ze śladami obróbki eolicznej (fig. 4).

Cechą charakterystyczną osadów morskich jest dominujący udział ziarn półobtoczonych przy współudziale obtoczonych, o powierzchni błyszczącej (A. Cailleux, 1952; A. Caire, A. Cailleux, 1957; B. Krygowski 1955, 1956; F. J. Pettijohn 1949; J. Syniewska, 1929).

Można zatem powiedzieć, że wyniki badań obróbki mechanicznej ziarn kwarcu potwierdzają tezę o jego przybrzeżnym morskim pochodzeniu.

ANALIZA SKŁADU MINERALNO-PETROGRAFICZNEGO PIASKÓW FORMIERSKICH

Skład mineralny piasków ma zasadnicze znaczenie dla wyjaśnienia pochodzenia oraz warunków sedymentacji materiału okruchowego. Z tabeli 5 wynika, że omawiane piaski składają się głównie z kwarcu, do pozostałych składników należą okruchy skał osadowych, minerały ciężkie, skalenie, glaukonit oraz związki ilaste i wodorotlenki żelaza w różnej postaci, tworzące często powłoki dookoła ziarn kwarcu. Piaski formierskie są przeważnie barwy żółtej, beżowej, różowej, niekiedy rdzawej.

Tabela 5

Skład mineralny piasków formierskich w procentach ilościowych

Nazwa złoża		Kwarc	Okruchy skał	Glaukonit	Skalenie	Minerały ciężkie	Frakcja pyłowa
Piaski jurajskie *in situ*	Łysiec	33,89	36,31	0,03	—	0,14	29,63
	Zawada	70,48	0,84	—	—	2,31	26,31
	Zawisna	57,32	19,46	0,07	—	0,02	23,13
	Bargły	70,80	7,89	0,09	—	0,17	21,05
Piaski formierskie w lejach krasowych części środkowej rejonu Częstochowa-Zawiercie	Zrębice	58,95	2,57	2,27	—	0,13	36,08
	Biskupice	76,36	0,08	—	—	0,13	23,43
	Skałki	58,98	0,99	5,25	—	0,09	34,69
	Kuźle	66,56	1,54	0,43	—	0,25	31,22
	Przewodziszowice-Pniaki	76,69	0,15	—	—	0,01	23,15
	Czatachowa	69,52	0,65	—	—	—	29,83
	Moczydło	70,16	4,05	0,02	—	0.22	25,55
	Złoty Potok	76,07	1,66	0,77	—	—	21,50
	Zagórze	71,99	0,80	—	—	0,10	27,11
	Dżbów	75,10	0,89	0,21	—	0,06	23,74
	Zdów	76,55	0,72	0,02	—	0,03	22,68
	Kotowice	74,92	2,74	—	—	0,16	28,25
	Kostkowice	78,21	1,30	—	0,62	0,80	22,22
	Rzędkowice	73,80	1,06	—	—	0,05	25,09
	Kroczyce	72,37	2,47	—	0,23	0,62	24,31
	Skarżyce	71,36	0,55	0,06	0,19	0,71	27,13
	Morsko	79,92	2,90	0,03	0,20	0,83	16,12
	Pomrożyce	73,16	0,51	—	—	0,04	26,29
Piaski kredowe *in situ*	Zalesice	80,91	1,15	1,49	—	0,07	16,38
	Sygątka	62,78	1,24	13,23	—	0,08	22,67
	Julianka	66,00	1,90	11,09	—	0,17	20,84
Piaski formierskie w lejach krasowych części północno-wschodniej rejonu Częstochowa-Zawiercie	Okrąglik I	63,67	6,84	4,48	—	0,20	24,81
	Okrąglik II	52,50	10,91	8,88	—	0,04	27,67
	Słonkowa Góra	65,32	0,74	7,33	—	0,29	26,32

Kwarc na ogół jest bezbarwny, niekiedy zażółcony, z okolic Moczydła, Dżbowa, Zdowa i Kroczyc często pokryty wodorotlenkami żelaza. Kwarc z Zalesic, Julianki, Sygątki, Słonkowej Góry i Okrąglika często jest barwy zielonawej. Wrostki mineralne wewnątrz ziarn kwarcu są rzadkie i drobne. Na ogół zawartość kwarcu waha się od 52,50 do 89,70%, wyjątkowo z rejonu Łyśca wynosi tylko 33,89%.

W składzie petrograficznym okruchów skalnych stwierdza się obecność głównie skał osadowych takich jak: piaskowce, mułowce, zlepieńce, agregaty wodorotlenków żelaza, wapienie, łupki, rogowce, krzemienie, a w piaskach jurajskich niekiedy węgiel. Pod względem liczebności prze-

ważają piaskowce. Występujące tu fragmenty skał są zazwyczaj barwy jasnej (zielonawej, szarawej), a z rejonu Moczydła i Kroczyc czerwonawej. Analiza petrograficzna fragmentów skał z piasków formierskich wykazała, że we wszystkich grupach piasków występują analogiczne skały. Jest cechą charakterystyczną, iż w kierunku południowym pasma Częstochowa — Zawiercie obserwuje się spadek zawartości skał węglanowych na korzyść skał klastycznych. Zawartość okruchów skalnych waha się w dość szerokich granicach od 0,15 do 7,89% (wyjątkowo z rejonu Łyśca 36,31%, Zawisnej 19,46%).

Skalenie są barwy jasnoróżowej i występują w ilościach nieznacznych (0,19—0,62%) w rejonie Kostkowic, Kroczyc, Skarżyc i Morska. Na ogół skalenie są dość świeże i odznaczają się szklistym połyskiem. Niekiedy są mniej lub więcej zmętniałe. Procentowy udział glaukonitu w poszczególnych grupach piasków jest dość różny. W piaskach jurajskich *in situ* i w piaskach z lejów krasowych części środkowej omawianego obszaru glaukonit występuje w granicach 0,02—0,77% (wyjątkowo z rejonu Zrębic 2,27% i Skałki 5,25%), spotykany jest wyłącznie we frakcjach najdrobniejszych, a w wielu próbkach brak go zupełnie.

Dość zasadniczo różnią się pod tym względem piaski kredowe *in situ* i piaski z lejów krasowych części północno-wschodniej, gdzie procentowy udział glaukonitu waha się w granicach 1,49—13,29%. Cechą charakterystyczną tych piasków jest obecność glaukonitu także we frakcjach średnich (tab. 5).

Typowy ciemnozielony glaukonit rozpowszechniony jest w osadach powstających w przybrzeżnych częściach mórz. Jest to wskazówka określająca strefę sedymentacji środowiska morskiego omawianych piasków formierskich.

Wśród minerałów ciężkich piasków formierskich dominują minerały nieprzezroczyste, przezroczystych jest znacznie mniej. Wśród minerałów przezroczystych zauważono: cyrkon, turmalin, rutyl, apatyt, granaty, staurolit, epidot i dysten. Cyrkon występuje w postaci wyraźnie kanciastych okruchów, często słupkowych, są też ziarna dobrze obtoczone, owalne. Ukazuje on silną dwójłomność, proste znikanie światła i zupełny brak pleochroizmu. Turmalin występuje w postaci okruchów słupkowych lub obtoczonych, okrągławych ziarn. Wykazuje on pleochroizm w barwach od żółtej do ciemnobrunatnej. Rutyl cechuje barwa brunatno-czerwona, tworzy ziarna słupkowe, rzadziej nieregularne. Apatyt jest bezbarwny, pojawia się w postaci okrągłych i dobrze obtoczonych ziarn, niekiedy ułamanych słupków. Granaty występują najczęściej w formie nieregularnych okruchów lub ziarn zaokrąglonych. Ziarna te są bezbarwne. Bardzo rzadko na pojedynczych osobnikach występują pewne załamania anizotropizacji granatów. Staurolit bywa słabo obtoczony, wykazuje wyraźne żółte zabarwienie z wyraźnym pleochroizmem. Epidot tworzy ziarna najczęściej bladożółto-zielone, mniej lub bardziej obtoczone. Dysten występuje sporadycznie w postaci niedużych, nie obtoczonych ziarn bezbarwnych.

Minerały mało trwałe, takie jak granaty, epidoty i apatyt mogą odgrywać zasadniczą rolę przy poszukiwaniu źródła materiału detrytycznego. Najczęściej pochodzą one bezpośrednio ze skał krystalicznych, a nie z wtórnego osadowego złoża. Minerały miernie trwałe (staurolit, dysten)

Tabela 6

Tabela wyników frakcji ciężkiej piasków formierskich

Minerał	Zawisna	Zawada	Zrębice	Biskupice	Skałki	Kuźle	Moczydło	Sygątka	Julianka	Okrąglik I	Okrąglik II
Minerały nieprzezroczyste	94,84	78,45	66,44	55,63	59,15	68,95	78,26	—	15,38	57,08	69,17
Cyrkon	1,11	1,14	3,76	7,95	3,83	4,67	4,05	10,00	21,54	7,55	17,23
Turmalin	1,84	15,12	14,38	15,57	25,96	17,59	11,48	44,83	16,92	27,00	5,67
Rutyl	0,55	0,76	5,82	8,94	4,26	3,41	2,61	3,33	13,84	3,30	4,20
Apatyt	0,11	2,08	2,74	2,32	0,42	0,90	1,22	—	3,08	0,83	0,46
Granaty	—	—	—	—	—	—	—	25,67	22,31	—	—
Staurolit	0,55	1,13	5,14	4,97	3,83	3,05	1,00	11,67	3,08	1,41	1,46
Epidot	—	1,32	1,72	3,96	2,55	1,07	0,90	2,00	3,85	2,83	0,46
Dysten	—	—	—	—	—	0,36	0,48	2,60	—	—	0,93

w niektórych przypadkach mogą dostarczać danych dotyczących paleogeografii. Jeżeli chodzi o minerały bardzo trwałe (cyrkon, turmalin, rutyl), to mogły one być przeniesione nawet i z wielokrotnie przerabianych osadów (M. Turnau-Morawska, 1953).

Analizując skład frakcji ciężkiej, można zauważyć, iż we wszystkich omawianych grupach piasków występują analogiczne minerały. Wśród minerałów przejrzystych wyraźnie dominują minerały z grupy bardzo trwałych, a mianowicie cyrkon, turmalin i rutyl. Częstość występowania cyrkonu i turmalinu jest zróżnicowana, ale minerały te zawsze osiągają przewagę nad rutylem. Obok tych najbardziej odpornych minerałów ciężkich jest stały i wyraźny udział minerałów miernie i mało trwałych. Stosunki ilościowe między składnikami frakcji ciężkiej są dość zmienne, w poszczególnych próbkach piasku brak niektórych minerałów, np. apatytu i dystenu. Istotną sprawą jest obecność granatów w piaskach Sygątki i Julianki, które w pewnym stopniu decydują o charakterze zespołu minerałów ciężkich. Ich obecność jest związana z przypływem nowego sedymentu. Poza tym piaski jurajskie i kredowe *in situ* oraz piaski w lejach krasowych posiadają analogiczne zespoły minerałów ciężkich raczej mało mówiące i mało charakterystyczne, o zbliżonej morfologii i stopniu obróbki mechanicznej, z wyjątkiem cyrkonu, który w piaskach rejonu

środkowego wykazuje lepsze obtoczenie niż z pozostałych obszarów.

Skład mineralny ma istotne znaczenie przy określaniu przydatności piasku dla przemysłu odlewniczego. Od szeregu domieszek (alkalia, węglany oraz rodzaj minerałów ilastych) uzależniona jest bowiem wysokość temperatury spiekania.

W zasadzie najmniejszy udział domieszek mineralnych jest w piaskach formierskich wypełniających formy krasowe części środkowej rejonu Częstochowa — Zawiercie. Piaski jurajskie *in situ* zawierają zaznaczający się współudział okruchów skalnych i agregatów wodorotlenków żelaza, a piaski kredowe *in situ* i piaski z lejów krasowych części północno-wschodniej ponadto dość znaczne ilości glaukonitu i zróżnicowane minerały ilaste, które wpływają na ograniczenie przydatności surowcowej wyżej wymienionych osadów.

PODSUMOWANIE

Wyniki analizy granulometrycznej i składu mineralnego pozwoliły na wyciągnięcie wniosków odnośnie do sedymentacji piasków formierskich z rejonu Częstochowa — Zawiercie. Z uzyskanych wyników i obliczonych parametrów wynika, że piaski *in situ* zarówno jurajskie, jak i kredowe charakteryzują się gorszym wysortowaniem i nieco grubszym ziarnem niż piaski wypełniające leje krasowe. Ponadto piaski *in situ* cechuje nieco gorsza obróbka mechaniczna ziarn skalnych.

Piaski wypełniające leje krasowe, położone w części środkowej rejonu Częstochowa — Zawiercie cechuje pewne zróżnicowanie w stosunku do piasków wypełniających formy krasowe części północno-wschodniej omawianego obszaru. Różnice te dotyczą zarówno cech granulometrycznych, jak i składu mineralnego.

Piaski formierskie w lejach krasowych części środkowej są na ogół nieco gorzej wysortowane, grubsze i lepiej obtoczone niż piaski formierskie wypełniające leje krasowe części północno-wschodniej omawianego obszaru. Lepszą obróbkę mechaniczną posiadają zarówno ziarna kwarcu, jak i cykron z zespołu minerałów ciężkich. Obtoczenie to wskazuje na dłuższy transport materiału okruchowego.

Piaski z rejonu środkowego zawierają nieznaczną ilość glaukonitu, jego obecność ogranicza się tylko do frakcji najdrobniejszych. Natomiast w piaskach rejonu północno-wschodniego glaukonit jest minerałem o wyraźnie zaznaczającym się współudziale i spotykany jest aż do frakcji średniej włącznie. Ponadto we frakcji ilastej piasków formierskich z rejonu północno-wschodniego obok kaolinitu i haloizytu zaobserwowano obecność illitu i przypuszczalnie montmorylonitu. Obecność tych minerałów wespół z glaukonitem sprawia, iż piaski rejonu północno-wschodniego mają gorsze właściwości technologiczne, co wpływa na ograniczenie ich przydatności surowcowej. Z całości badań zespołu minerałów ciężkich wynika, że o jego charakterze decydują w pewnym stopniu granaty występujące w piaskach obszaru północno-wschodniego. Ich obecność związana jest z przypływem nowego sedymentu.

Trzeba zaznaczyć, że piaski wypełniające leje krasowe rejonu środkowego wykazują wiele analogii z piaskami jurajskimi *in situ*, zaś piaski

wypełniające leje krasowe rejonu północno-wschodniego z piaskami kredowymi *in situ*. Jednoznaczne cechy granulometryczne i skład mineralny pozwalają stwierdzić morskie warunki sedymentacji różnowiekowych piasków formierskich z rejonu Częstochowa — Zawiercie.

Zakład Złóż Surowców Skalnych
Instytutu Geologicznego
Warszawa, ul. Rakowiecka 4
Nadesłano dnia 12 stycznia 1972 r.

PIŚMIENNICTWO

BŁASZAK M. (1970) — Charakterystyka naturalnych surowców dla mas formierskich w utworach krasowych obszaru częstochowskiego. Biul. Inst. Geol., **244**, p. 157—238. Warszawa.

CAILLEUX A. (1952) — Morphoskopische Analyse der Geschiebe und ihre Sandkörner und Bedeutung für die Paläoklimatologie. Geol. Rundschau, **40**, p. 602—645, nr 1. Stuttgart.

CAIRE A., CAILLEUX A. (1957) — Morphoskopie les roches grisenses de la region de Biban. Bull. Soc. Géol. France, **7**, 112—145. Paris.

EISSELE R. (1957) — Kritische Betrachtung einer Methode zur Bestimmung des Rundungs grades von Sandkornern. N. Jb. Geol. Paläont., **9**, p. 628—662.

FEUCHTBAUER H. (1959) — Zur Nomenklatur der Sedimentgesteine. Erdöl und Kohle, **5**, p. 605—645, nr 8. Hamburg.

FOLK R. (1945) — The distinction between grain size and mineral composition in sedimentary rock nomenklature. J. Geol., **62**, p. 170—196, nr 4. Chicago.

KARDYMOWICZ I. (1963) — Petrografia okruchów skalnych i fizjografia kwarcu w osadach klastycznych mezozoiku Niżu Polski. Arch. Inst. Geol. (maszynopis). Warszawa.

KRYGOWSKI B. (1955) — Granulometria w badaniach czwartorzędowych w Polsce. Biul. Inst. Geol., **70**, p. 399—404. Warszawa.

KRYGOWSKI B. (1956) — Z badań granulometrycznych nad utworami plejstoceńskimi w Polsce. Biul. Inst. Geol., **100**, p. 503—608. Warszawa.

LUNDGVIST J. (1958) — Beskrivining till Jordartskata över Värmlands Län. Sver. Geol. Unders Avkandlingar och Uppsatser I 4 : 0 Ca, **38**, p. 5—57.

OKKO V. (1965) — Glacial Drift in Iceland its origin and morphology. Bull. Com. Geol. Finlande, **170**, p. 3—133.

OKKO V., PELTOLA E. (1958) — On the Outokumpu bulder train. Bull. Com. Geol. Finlande, **180**, p. 113——134.

PETTIJOHN F. I. (1949) — Sedimentary Rocks. New York.

SCHNEIDERHÖHN P. (1953) — Untersuchungen zur Siebanalyse von Sanden und zur Darstedllung ihrer Ergebnisse. N. Jb. Miner. Abh., **85**, p. 142—202, nr 2. Stuttgart.

SINDOWSKI R. H. (1957) — Die synoptische Methode des Kornkurven — Vergleiches zur Ausdeuntung fossiler Sedimentationsräume. Geol. Jber., **73**. Berlin.

SYNIEWSKA J. (1929) — Próba analizy piasków środowiska wodnego i eolicznego. Kosmos [A], **54**, p. 851—858. Lwów.

SZELĄGOWSKA-SKRZYPCZAK E. (1965) — Wyniki opracowania granulometrycznego i mineralogiczno-petrograficznego piasków formierskich z rejonu Częstochowy. Kwart. geol., 9, p. 423—424, nr 2. Warszawa.

TRASK P. (1923) — Origin and environment of Saurce sediments of petroleum. Gulf. Publ. Co. Houston.

TURNAU-MORAWSKA M. (1953) — Znaczenie analizy minerałów ciężkich w rozwiązywaniu zagadnień geologicznych. Acta geol. pol., 3, p. 363—384. Warszawa.

Эва ШЕЛОНГОВСКА-СКЖЫПЧАК

ПЕТРОГРАФИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ФОРМЕРСКИХ ПЕСКОВ В РАЙОНЕ ЧЕНСТОХОВА — ЗАВЕРЦЕ

Резюме

Формерские пески, заполняющие карстовые формы в районе Ченстохова — Заверце (фиг. 1) подверглись гранулометрическим и минералого-петрографическим исследованиям. Грунлометрические исследования песков проводились комплексно с учетом следующих черт: отсортированности (табл. I), зернистости (табл. 2, фиг. 2), рассеяния зерен (табл. 3, фиг. 4), физиографии кварца (табл. 4), а также минерального состава (табл. 5, 6).

Из полученных результатов и вычисленных параметров следует, что пески *in situ*, как юрские, так и меловые характеризуются худшей отсортированностью и несколько более крупными зернами, чем пески, заполняющие карстовые воронки (табл. 1, 2).

Кроме того пески *in situ* хуже окатаны (табл. 3). Пески, заполняющие карстовые воронки, расположенные в центральной части района Ченстохова—Заверце, характеризуются некоторой дифференцированностью по сравнению с песками, заполняющими карстовые формы в юго-восточной части этой территории. Эти различия касаются как гранулометрических черт, так и минерального состава.

Пески, заполняющие карстовые воронки в центральной части исследуемой территории в общем несколько хуже отсортированы, более крупнозернистые и лучше окатаны, чем пески, заполняющие карстовые воронки в юго-восточной части территории. Лучше механически обработанными являются как зерна кварца, так и циркон в группе тяжелых минералов. Эта окатанность указывает на более длительную транспортировку обломочного материала. Пески из центрального района содержат незначительное количество глауконита, его наличие ограничивается самыми мелкими фракциями. Зато в песках северо-восточного района глауконит является минералом, содержание которого становится более заметным и встречается он вплоть до средних фракций включительно (табл. 5). Кроме того, в пылистой фракции формерских песков северо-восточного района наряду с каолинитом и калоизитом отмечено наличие иллита и возможно монтмориллонита. Наличие этих минералов приводит к тому, что пески северо-восточного района отличаются худшими технологическими свойствами.

Из суммы всех исследований группы тяжелых минералов следует, что её характер в определенной степени определяется гранатами, залегающими в песках северо-восточного района. Их наличие связано с приплывом нового осадочного материала. Следует отметить, что пески, заполняющие карстовые воронки центрального района, весьма аналогичны юрским пескам *in situ*, а пески, заполняющие карстовые воронки северо-восточного района, анало-

гичны меловым песками *in situ*. В то же время гранулометрические свойства и минералогический состав указывают на морские условия седиментации разновозрастных формерских песков района Ченстохова—Заверце.

Ewa SZELĄGOWSKA-SKRZYPCZAK

PETROGRAPHICAL EXAMINATIONS OF FOUNDRY SANDS FROM THE CZĘSTOCHOWA—ZAWIERCIE REGION

Summary

Foundry sands that fill in karst forms in the Częstochowa—Zawiercie region have been subject to granulometrical and mineralogic-petrographical examinations (Fig. 1). The granulometrical examinations have been carried out in a complex way taking into account the following features: sorting (Table 1), grain-size distribution (Table 2, Fig. 2), spread of grains (Fig. 3), rounding degree and character of grain surface (Table 3, Fig. 4), physiography of quartz (Table 4), and mineral composition (Table 5, Fig. 6).

It ensues from the obtained results and calculated parameters that the sands *in situ*, both Jurassic and Cretaceous, are characterized by a worse sorting and a somewhat coarser grain that the sands filling in the karst funnels (Tables 1 and 2). In addition to this the sands *in situ* are slightly worse rounded (Table 3). Sands that fill in the karst funnels situated in the central part of the Częstochowa—Zawiercie region are characterized by some differentiation, as compared with the sands filling in the karst forms in the north-eastern part of the area under consideration. The differences concern both granulometrical features and mineral composition.

Sands that fill in karst funnels in the central part of the area in study as a rule are a little worse sorted, coarser and better rounded than the sands from in the karst funnels in the north-eastern part. Both quartz grains and zircon from the heavy mineral association reveal a better mechanical reworking here. The rounding degree points to a longer transportation of the clastic material. Sands from the central region contain a slight admixture of glauconite, whose presence is restricted to the finest fractions only. On the other hand, in sands found in the north-eastern region the glauconite is a marked constituent occurring up to the medium fractions inclusive (Table 5). Moreover, the silty fraction of the foundry sands from the north-eastern region reveals, beside kaolinite and halloysite, also illite, and most probably montmorillonite. The presence of these minerals causes that the sands of the north-eastern region are characterized by worse technological properties.

It results from the examinations of heavy minerals that the character of this association to some extent depends on garnets that appear in the sands of the north-eastern area. Their presence is related to the inflow of new sediments here. It should be emphasized, too, that sands that fill in the karst funnels in the central region are analogous to the Jurassic sands *in situ*, whereas sands that fill in the karst funnels in the north-eastern region — to the Cretaceous sands *in situ*. The unequivocal granulometric features and the mineral composition point to the marine conditions in sedimentation of foundry sands of different age in the Częstochowa—Zawiercie region.

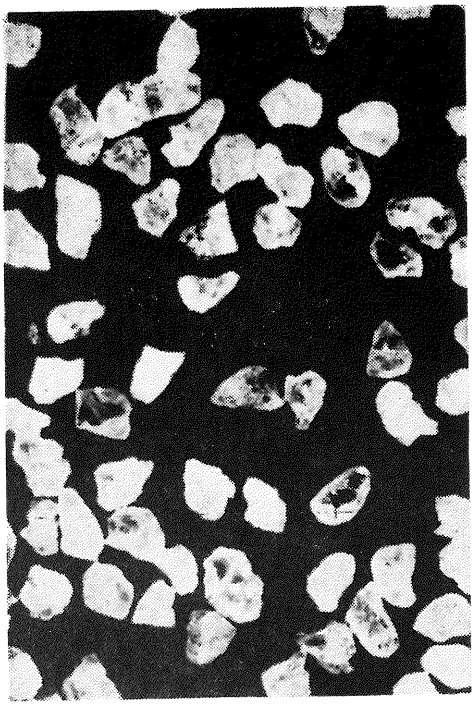

Fig. 4

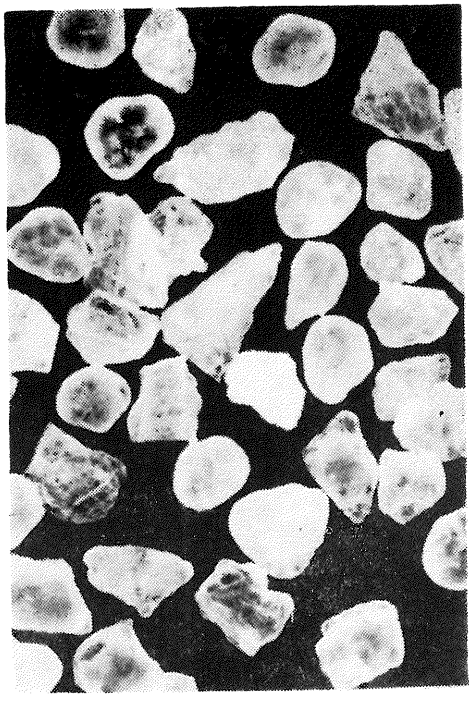

Fig. 5

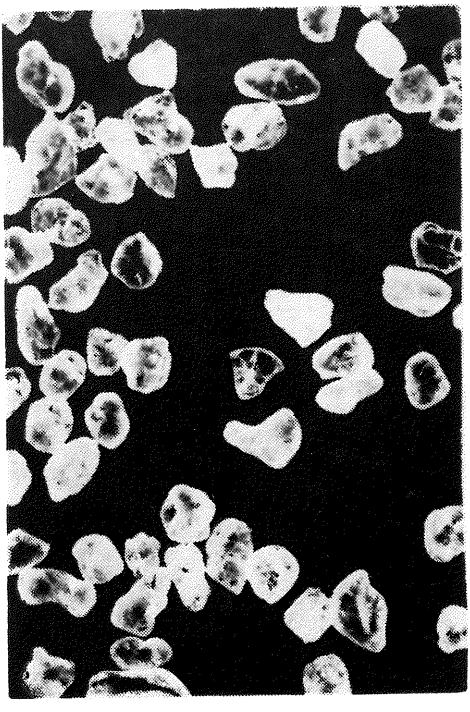

Fig. 6

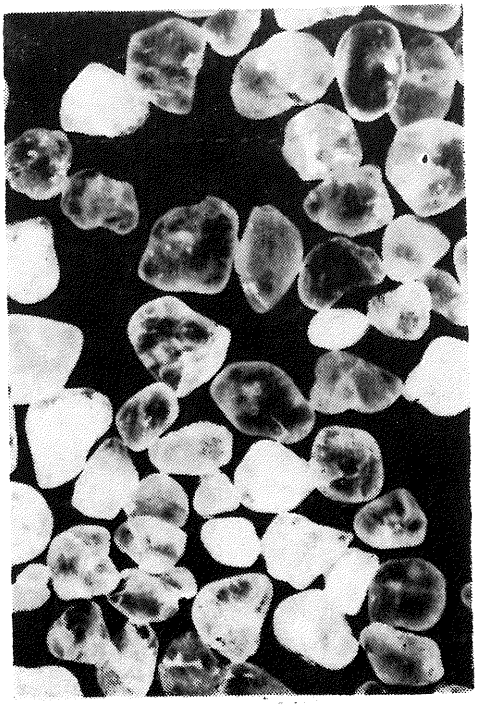

Fig. 7

Ewa SZELĄGOWSKA-SKRZYPCZAK — Piaski formierskie z rej. Częstochowa — Zawiercie

TABLICA I

Zdjęcia charakteryzujące obtoczenie i charakter powierzchni ziarn kwarcu
Photographs characterizing rounding and surface of quartz grains

Fig. 4. Zawisna — frakcja (fraction) 0,3—0,5 mm

Fig. 5. Zawisna — frakcja (fraction) 0,5—1,0 mm

Fig. 6. Kotowice — frakcja (fraction) 0,3—0,5 mm

Fig. 7. Kotowice — frakcja (fraction) 0,5—1,0 mm

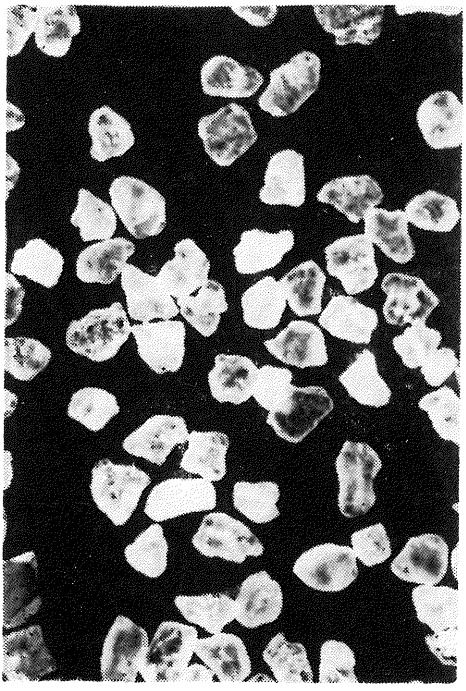

Fig. 8

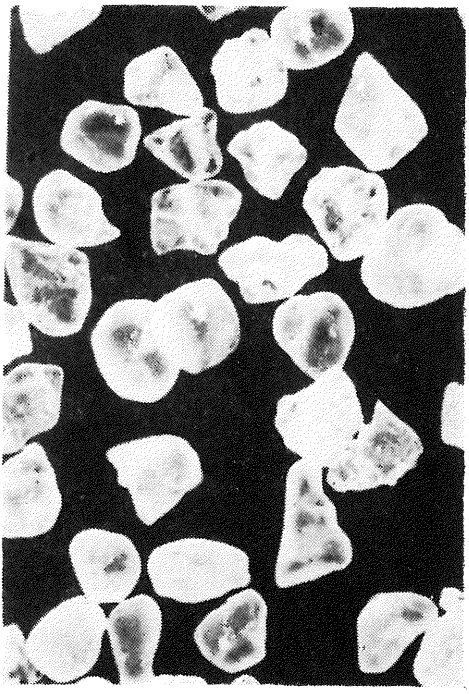

Fig. 9

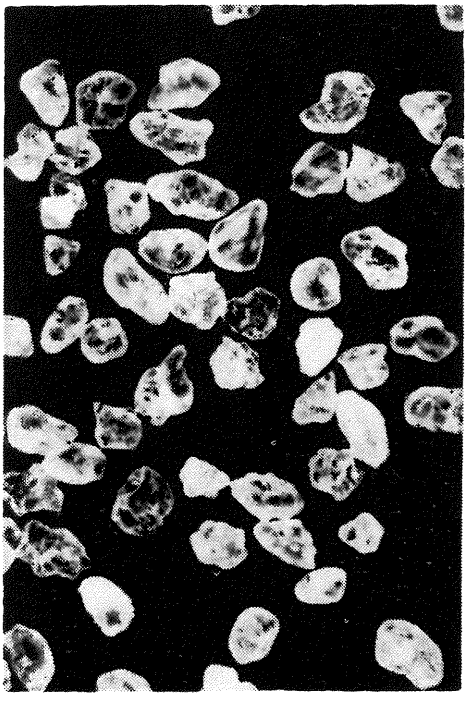

Fig. 10

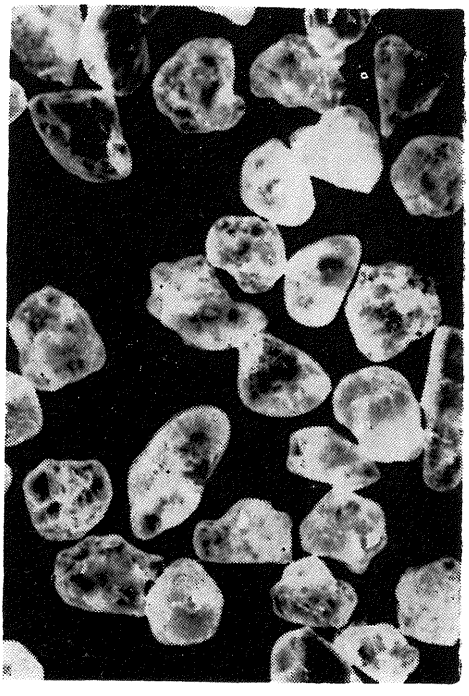

Fig. 11

Ewa SZELĄGOWSKA-SKRZYPCZAK — Piaski formierskie z rej. Częstochowa — Zawiercie

TABLICA II

Zdjęcia charakteryzujące obtoczenie i charakter powierzchni ziarn kwarcu
Photograps characterizing rounding and surface of quartz grains

Fig. 8. Zalesice — frakcja (fraction) 0,3—0,5 mm

Fig. 9. Zalesice — frakcja (fraction) 0,5—1,0 mm

Fig. 10. Słonkowa Góra — frakcja (fraction) 0,3—0,5 mm

Fig. 11. Słonkowa Góra — frakcja (fraction) 0,5—1,0 mm