

Wykorzystanie odpadowych piasków odlewniczych do wykonywania mieszanek iniekcyjnych stosowanych w naprawach studzienek i rurociągów kanalizacyjnych

Dr inż. Jacek Mądrowski, mgr inż. Wojciech Kostrzewski,
Uniwersytet Przyrodniczy w Poznaniu

1. Wprowadzenie

Przemysł odlewniczy wytwarza dużą ilość produktów ubocznych podczas procesu odlewania. Odpadem jest piasek, ponieważ formy składają się zwykle z piasku formierskiego, który jest łatwo dostępny, niedrogi, odporny na uszkodzenia cieplne i łatwo może być połączony ze spoiwem w formie. Przemysł odlewniczy używa do produkcji wysokiej jakości piasku krzemionkowego o specjalnej frakcji ziaren. Najczęściej piasek ten jest wykorzystywany tylko jeden raz, po czym kwalifikowany jest jako odpad.

Właściwości fizyczne i chemiczne piasków odlewniczych zależą od rodzaju wylanego metalu, procesu odlewania, zastosowanej technologii i rodzaju procesu wykończeniowego (szlifowanie, czyszczenie odlewów). Obecnie na świecie wielu uczonych zajmuje się problemem zagospodarowania odpadów piasków odlewniczych, które w języku angielskim *waste foundry sand* mają skrót (WFS). Autorzy publikacji [1] aplikowali piaski odpadowe do budowy dróg jako kruszywo do wytwarzania mas asfaltowych, w produkcji ceramiki. W artykule [2] autorzy badali wytrzymałość i skurcz betonu zawierającego piasek formierski z częściową wymianą naturalnego piasku.

2. Badania własne

Przedmiotem badań był odpadowy piasek poformierski z odlewni aluminium, zaliczony do grupy 10 10 08 w katalogu odpadów o nazwie: „Rdzenie i formy odlewnicze po procesie odlewania inne niż wymienione w punkcie 10 10 07”. Piasek ten został poddany badaniom przez niezależne, akredytowane laboratoria na zawartość substancji niebezpiecznych. Na podstawie otrzymanych wyników analiz i porównania ich z wytycznymi zawartymi w Rozporządzeniu Ministra Środowiska z dnia 13.05.2004 r. w sprawie warunków, w których uznaje się, że odpady nie są niebezpieczne (Dz.U. 2004 r. nr 128, poz. 1347) laboratorium stwierdza, że w pobranej próbce odpadu o kodzie 10 10 08 stężenia substancji nie są przekroczone i tym samym można uznać, iż badany odpad nie jest niebezpieczny. Ponadto wyniki badań przyrównano do wartości granicznych dla odpadów składowanych na składowisku odpadów obojętnych (załącznik nr 2 Rozporządzenia Ministra Gospodarki z dnia 16 lipca 2015 r. w sprawie dopuszczania odpadów do składowania na składowiskach (Dz.U. 2015, poz. 1277). Próbka odpadu o kodzie 10 10 08 spełnia

kryteria dopuszczenia odpadów do składowania na składowisku odpadów obojętnych.

Zagospodarowanie piasku odlewniczego poprzez składowanie jest procesem, który rodzi długookresową odpowiedzialność za szkody środowiskowe. Dotrzymanie tej odpowiedzialności nie jest rzeczą łatwą ze względu na prace podejmowane na składowiskach, właściwości wszystkich pozostałych odpadów zdeponowanych na składowisku i eskalację kosztów oczyszczania związanych z regeneracją składowisk.

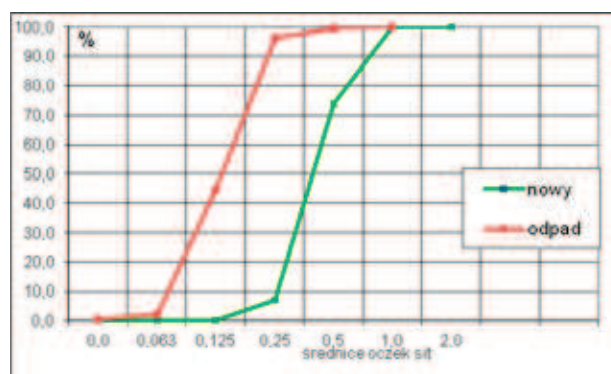
Tak więc w tej pracy odpady piasków odlewniczych zostały wykorzystane w celu zastąpienia piasków naturalnych w zaprawach cementowych oraz iniektach cementowych.

3. Materiały badawcze

Podstawowym materiałem badawczym był odpadowy piasek poformierski. Gęstość badanego piasku określona metodą piknometryczną wynosiła 2,591 G/cm³.

Jako dodatki mineralne wykorzystano odpadową mączkę wapienną z filtrów w lakierni przemysłowej o gęstości 2,504 G/cm³ oraz popiół lotny ze spalania węgla kamiennego o gęstości 2,180 G/cm³.

Domieszki chemiczne firmy BASF, użyte w badaniach, to: upłynniacz Melflux 2651 F oraz odpieniacz Vinapor DF90120f w postaci proszkowej.



Rys. 1. Krzywe uziarnienia piasków

4. Analiza składu uziarnienia

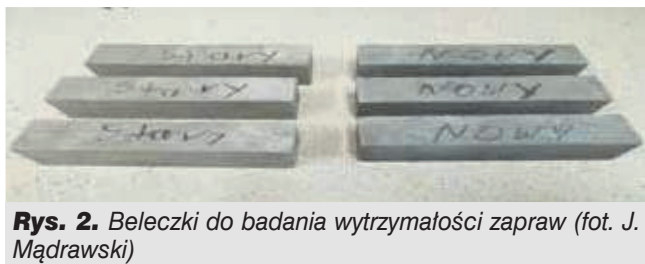
Wykonano badania porównawcze składu uziarnienia piasku nowego, stosowanego w odlewni do wykonywania rdzeni odlewniczych oraz odpadowego piasku odlewniczego. Pozostałości rdzeni po zlepionym piasku zostały rozkruszone i wstępnie przesiane przez sito o oczkach 2 mm w celu pozbycia się pozostałości aluminiowych. Następnie wykonano analizę sitową na zestawie sit normowych. Wyniki analizy sitowej przedstawiono na rysunku 1.

5. Zaprawy cementowe

Recepturę zaprawy ustalono identycznie jak zaprawy normowej do badania klasy wytrzymałości cementu. Skład zaprawy przedstawia się następująco:

- piasek – 1350 g,
- cement – 450 g,
- woda – 225 g.

Składniki mieszano w mieszarce laboratoryjnej zgodnie z normą PN-EN 197-1.



Rys. 2. Beleczyki do badania wytrzymałości zapraw (fot. J. Mądrawski)

Próbki w formie beleczyki o wymiarach 40×40×160 mm przechowywane w wodzie przez 28 dni poddano badaniu na ściskanie w prasie laboratoryjnej. Wyniki badania wytrzymałości na ściskanie zamieszczono w tabeli 1.

Tabela 1. Średnie wytrzymałości badanych zapraw

Zaprawa na piasku odlewniczym nowym	Zaprawa na piasku odpadowym
MPa	MPa
22,69	31,21

Zaskakującym jest fakt, że zaprawa wykonana na nowym piasku miała niższą wytrzymałość niż zaprawa wykonana na piasku odpadowym. Kwestia ta wymaga dalszych badań.

6. Zaprawy iniekcyjne

Z praktycznego punktu widzenia zaprawy iniekcyjne wykonane z odpadowych piasków odlewniczych mogą być przeznaczone do wypełniania przestrzeni pomiędzy płaszczem poliesterowo szklanym a powierzchnią naprawianego rurociągu lub studni. Zaprawom tym stawia się specyficzne wymagania. Przede wszystkim oczekuje się uzyskania wysokich wytrzymałości na ściskanie na poziomie od 20 do 50 MPa, ponadto zaprawy te muszą odznaczać się wysokim stopniem upłynnienia, umożliwiającym wypełnienie wąskich szczelin powstałych w wyniku naprawy studzienek kanalizacyjnych metodą

Tabela 2. Składy zapraw wraz z wskaźnikami upłynnienia i wynikami badania wytrzymałości na ściskanie, w których dodatki dozowano objętościowo w proporcjach 1:1

Cement [kG]	500	500	500	500
Odpadowy piasek [kG]	938	919	638	357
Pył wapienny [kG]	202	202	303	404
Popiół lotny [kG]	176	176	264	352
Woda [kG]	315	322	350	378
SP Melflux 2651 F [kG]	5	5	5	5
Odpieniacz Vinapor DF90120f [kG]	5	5	5	5
W/C + P	0,45	0,46	0,44	0,42
Uwagi dotyczące upłynnienia	slabe	slabe	dobre	b. dobre
Wytrzymałość [MPa]	41,5	35,3	33,5	30,7

Tabela 3. Składy zapraw wraz z wskaźnikami upłynnienia i wynikami badania wytrzymałości na ściskanie, w których dodatki dozowano objętościowo w proporcjach 1:4

Cement [kG]	500	400	300	200	100
Odpadowy piasek [kG]	377	357	382	384	387
Pył wapienny [kG]	162	181	194	210	226
Popiół lotny [kG]	353	630	675	731	788
Woda [kG]	371	372	369	368	367
SP Melflux 2651 F [kG]	5	5	4	3	2
Odpieniacz Vinapor DF90120f [kG]	5	5	4	3	2
W/C + P	0,64	0,64	0,75	0,89	1,25
Uwagi dotyczące upłynnienia	b. dobra	b. dobra	dobra	dobra	dobre
Wytrzymałość [MPa]	39,1	30,8	24,6	14,0	6,2

Tabela 4. Składy zapraw wraz z wskaźnikami upłynnienia i wynikami badania wytrzymałości na ściskanie, w których dodatki dozowano objętościowo w proporcjach 1:6

Cement [kG]	500	400	300	200	100
Odpadowy piasek [kG]	358	361	353	345	331
Pył wapienny [kG]	118	129	142	155	168
Popiół lotny [kG]	615	675	741	808	877
Woda [kG]	372	370	370	370	370
SP Melflux 2651 F [kG]	4,15	4,0	3,9	3,9	3,8
Odpieniacz Vinapor DF90120f [kG]	5	5	5	4	4
W/C + P	0,6	0,7	0,84	1,04	1,38
Uwagi dotyczące upłynnienia	b. dobra	b. dobra	dobra	dobra	dobra
Wytrzymałość [MPa]	40,6	35,8	25,2	15,1	6,8

płaszczu GRP lub relajningu kolektora. Warunkiem uzyskania takich parametrów jest zastosowanie wysoko wydajnych upłynniaczy oraz wprowadzenie do składu dodatków pylastych. Dodatki te dozowane były w różnych proporcjach objętościowych. W badaniach przyjęto założenie, że mieszanki będą produkowane wstępnie w stanie suchym i dostarczane na teren budowy w postaci proszków w workach. Stąd zastosowany w badaniach upłynniacz oraz odpieniacz występują w postaci proszku.

Składy badanych zapraw wraz z wskaźnikami upłynnienia i wynikami badania wytrzymałości na ściskanie przedstawiają tabele 2, 3 i 4.

Zaprawy iniekcyjne mieszane były w mieszarce laboratoryjnej zgodnie z normą PN-EN 197-1. Próbkę do badań wytrzymałości na ściskanie formowano w postaci beleczek o wymiarach 40×40×160 mm i przechowywano w wodzie przez okres 28 dni. Wyniki przedstawiono w tabelach 2, 3 i 4.

Na podstawie analizy wyników z poprzednich zarobów wycofano wniosek, że najlepsze wytrzymałości oraz możliwości upłynnienia osiąga się, gdy stosunek ilości piasku do sumy proszków (cement + mączka + popiół lotny) razy 100, w przybliżeniu jest równy 29,5. W tabeli 5 przedstawiono składy zapraw, w których receptury skorygowano na podstawie analizy wyników badań wstępnych, prezentowanych w tabelach 2, 3, 4.

Zaprawy mieszane były za pomocą mieszarki ręcznej wysokoobrotowej, aby odwzorować warunki panujące na budowie. Wyniki upłynnienia podano w sekundach a pomiarów upłynnienia dokonano na reometrze KM-1 o średnicy lejka 33 mm. Do badań wytrzymałościowych wykonano próbki o wymiarach 100×100×100 mm.

7. Podsumowanie

Badania wstępne wykazały, że wytrzymałość na ściskanie zaprawy wykonanej na odpadowym piasku była wyższa od analogicznej zaprawy z użyciem piasku nowego. Kwestia ta wymaga dalszych badań.

Na podstawie przeprowadzonych badań laboratoryjnych potwierdzono całkowitą przydatność odpadowych piasków odlewniczych do wykonywania zapraw iniekcyjnych stosowanych w naprawach infrastruktury kanalizacyjnej metodą płaszcz GRP lub relajningu. Nie potwierdziły się obawy, że zawarte pozostałości aluminium w piasku mogą negatywnie wpływać na właściwości stwardniałych zapraw iniekcyjnych.

Tabela 5. Ostateczne składy zapraw wraz z wskaźnikami upłynnienia i wynikami badania wytrzymałości na ściskanie

Cement [kG]	500	400	300	200
Odpadowy piasek [kG]	380	361	386	345
Pył wapienny [kG]	115	129	138	155
Popiół lotny [kG]	603	675	723	808
Woda [kG]	369	370	367	370
SP Melflux 2651 F [kG]	5	5,92	6,36	7,28
Odpiniacz Vinapor DF90120f [kG]	5	5	5	5
W/C+P	0,60	0,7	0,84	1,04
Czas wyplywu z reometru [s]	3,15	3,3	6,91	7,1
Ocena uplynnienia	b. dobra	b. dobra	dobra	dobra
Wytrzymałość [MPa]	49,6	43,5	36,1	36,5

Zastosowane dodatki mineralne, a w szczególności odpadowa mączka wapienna nie wykazują negatywnego wpływu na właściwości reologiczne zapraw iniekcyjnych. Zmniejszenie ilości cementu skutkuje koniecznością zwiększenia dawki uplynniacza, a w konsekwencji wydłuża czas wiązania zaprawy. Zamieszczone receptury w tabeli 5 mogą być zastosowane w realizacjach praktycznych.

BIBLIOGRAFIA

- [1] Singh G., Siddique R., Effect of waste foundry sand (WFS) as partial replacement of sand on the strength, ultrasonic pulse velocity and permeability of concrete. Construction and Building Materials 26/2012, str. 416-422
- [2] Nithya M., Priya. A. K., Muthukumar R., Arunvivek G. K., Properties of concrete containing waste foundry sand for partial replacement of fine aggregate in concrete. Indian Journal of Engineering & Materials Science, tom 24, kwiecień 2017, str. 162-166
- [3] Grzeszczyk S., Podkowa P., Putra W., Wpływ mączki wapiennej i granulowanego żużla wielkopiecowego w cemencie na właściwości betonów samozagęszczalnych, Referat Dni Betonu 2004
- [4] PN-EN 197-1 Cement – Część 1: Skład, wymagania i kryteria zgodności dotyczące cementów powszechnego użytku



TARGI Nowy DOM
Nowe MIESZKANIE

➔ 15-16 września ➔ STADION WROCŁAW

[...więcej targimieszkanie.pl](http://www.wiecej.targimieszkanie.pl)

➔ WSTĘP WOLNY ➔ PORADY EKSPERTÓW ➔ KONKURS DLA ZWIEDZAJĄCYCH