

Bogdan KAWALEC, Zenobia KOPKA

WŁAŚCIWOŚCI ŻUŻLI POCHODZĄCYCH ZE WZBOGACANIA RUD CYNKOWO-OŁOWIOWYCH JAKO MATERIAŁU DO ROBÓT DROGOWYCH

Streszczenie. W pracy przedstawiono wyniki badań składu chemicznego i właściwości fizykomechanicznych żużli pochodzących ze wzbogacania rud cynkowo-ołowiowych. W oparciu o obowiązujące kryteria przeprowadzono analizę możliwości ich wykorzystania w robotach drogowych.

1. WSTĘP

Rosnąca systematycznie produkcją hut żelaza i stali oraz metali nieżelaznych, a także zwiększające się stale wydobywanie kopalni, powoduje powstawanie coraz większej ilości odpadów przemysłowych. Jednym z praktykowanych sposobów likwidacji odpadów jest wykorzystywanie ich w robotach inżynierjino-drogowych.

Duża różnorodność odpadów przemysłowych pod względem składu chemiczno-mineralogicznego i właściwości fizykomechanicznych, powoduje iż proces projektowania budowli ziemnych poprzedzać muszą każdorazowo wnikliwe badania laboratoryjne, w wyniku których uzyskuje się potrzebne parametry geotechniczne.

Śród najczęściej występujących odpadów przemysłowych stosunkowo dokładnie rozpoznane są odpady kopalniane, odpady elektrowniane oraz żużle hutnicze i paleniskowe.

Mało rozpoznane, jak dotąd, jest zagadnienie utylizacji odpadów powstających przy wzbogacaniu rud cynkowo-ołowiowych. W celu upewnienia się co do jakości i przydatności odpadów pochodzących ze wzbogacania rud cynkowo-ołowiowych w drogownictwie, przeprowadzono w Zakładzie Geotechniki Politechniki Śląskiej szerokie badania tego materiału. Część wyników z przeprowadzonych badań wraz z ich analizą i wnioskami podano w niniejszym artykule, co być może przyczyni się do szerszego wykorzystania tych odpadów w robotach inżynierjino-drogowych. Bardziej szczegółowe dane można natomiast znaleźć w opracowaniach [1], [2].

2. OGÓLNA CHARAKTERYSTYKA BADANYCH ODPADÓW

Badany materiał stanowią przepalone odpady, zalegające na zwałowiskach żużli pocynkowych i ołowiowych. Stanowią one produkt uboczny powstający

przy wzbogacaniu rud cynkowo-olowiowych w piecach przewalowych. Makroskopowa ocena materiału zalegającego na hałdach pozwoliła na wyróżnienie dwóch zasadniczych odmian materiału:

- odpady kwaśne, bogate w żelazo, pochodzące z produkcji tlenku cynku, stanowiące przeważającą partię materiału hałd;
- odpasy zasadowe, pochodzące z produkcji galmanów, występujące w hałdach w postaci gniazd.

Odpady kwaśne w zależności od stopnia przepalenia charakteryzują się barwą od stalowoczarnej do rdzawobrunatnej. Makroskopowo są podobne do żwiru. Stanowią mieszaninę ziarn okrągłych - gładkich, jak i nieregularnych - porowatych. Zawartość CaCO_3 mają w granicach 1 do 3%. Odpady zasadowe posiadają barwę jasno kremowżółtą, budowę drobnoziarnistą i charakteryzują się znaczną zawartością frakcji pyłowo-łowej.

3. ANALIZA CHEMICZNA

Badania składu chemicznego przeprowadzono w dwóch etapach, w pierwszym w oparciu o jakościową analizę spektralną określono rodzaje pierwiastków budujących oba typy odpadów, w drugim etapie wykonano badania ilościowe. Wyniki tych badań zestawiono w tablicy 1.

Tablica 1

Skład chemiczny

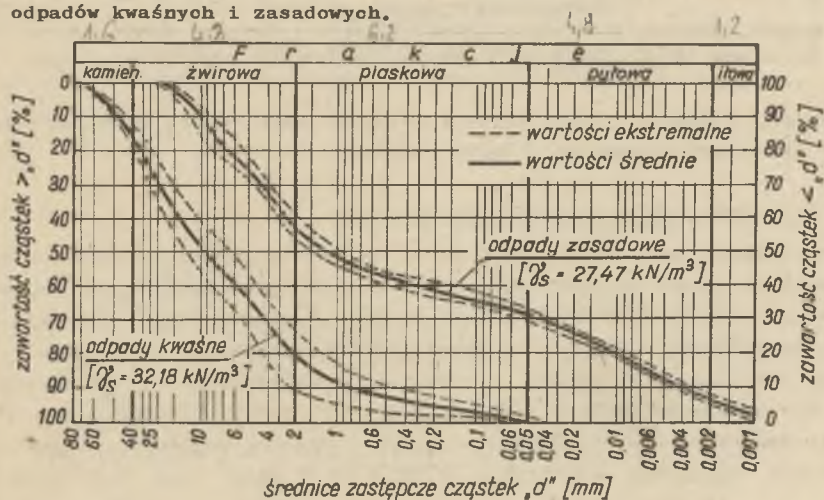
Skład chemiczny	Odpady kwaśne [%]	Odpady zasadowe [%]
SiO_2	24,9 ÷ 31,86	6,35 ÷ 7,35
CaO	16,20 ÷ 18,60	28,95 ÷ 29,85
MgO	6,90 ÷ 8,70	14,77 ÷ 16,51
Al_2O_3	9,88 ÷ 12,65	6,70 ÷ 7,98
FeO	5,92 + 7,35	0,94 ÷ 1,26
Fe_2O_3	8,91 + 10,43	8,75 ÷ 9,47
Fe	13,47 + 17,97	9,65 ÷ 10,09
Mn	0,50 + 0,70	0,63 ÷ 0,72
Zn	0,65 ÷ 1,12	0,95 ÷ 1,32
Pb	0,08 ÷ 0,19	0,11 ÷ 0,17
C	1,31 + 3,10	3,79 ÷ 4,17
S	2,20 + 3,00	2,90 ÷ 3,03
P	0,01 + 0,02	0,02
Cu, W, Ni, V, Mo, Ti, Ca, Ag, B	ślady	ślady

4. WYNIKI BADAŃ CECH FIZYKOMECHANICZNYCH I ICH ANALIZA

Próbki pierwotne do badań laboratoryjnych cech fizykomechanicznych pobrano w sposób losowy z różnych miejsc o zwałowiska żużli pocynkowych. Próbki pierwotne pobierano bez zachowania struktury zalegania materiału. Taki sposób pobierania próbek jest uzasadniony jego przeznaczeniem jako materiału do nasypów inżyniersko-drogowych, w których następuje nieodwracalne zniszczenie pierwotnej struktury. Próbkę ogólną uzyskano poprzez zmieszanie w laboratorium próbek pierwotnych oddzielnie dla każdego rodzaju badanego materiału. Średnie próbki laboratoryjne, wykorzystywane do poszczególnych badań, przygotowywano metodą ćwiartowania zgodnie z normą PN-74/B-04481.

4.1. Uziarnienie i wskaźniki piaskowe

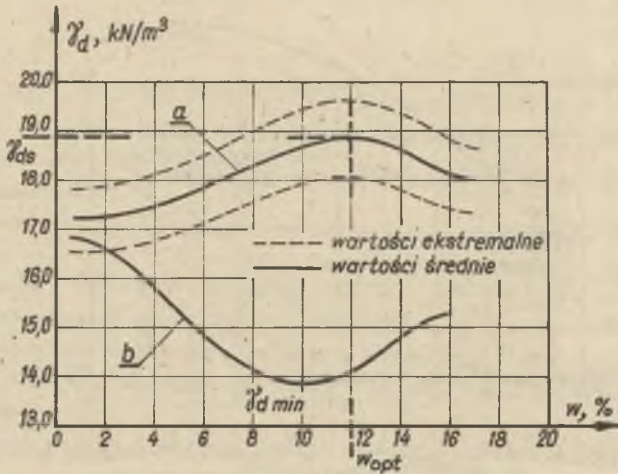
Przy oznaczaniu uziarnienia odpadów kwaśnych zastosowano analizę sitową, odpady zasadowe wymagały natomiast wykonania analiz sitowo-areometrycznych. Na rysunku 1 przedstawiono ekstremalne i średnie krzywe uziarnienia odpadów kwaśnych i zasadowych.



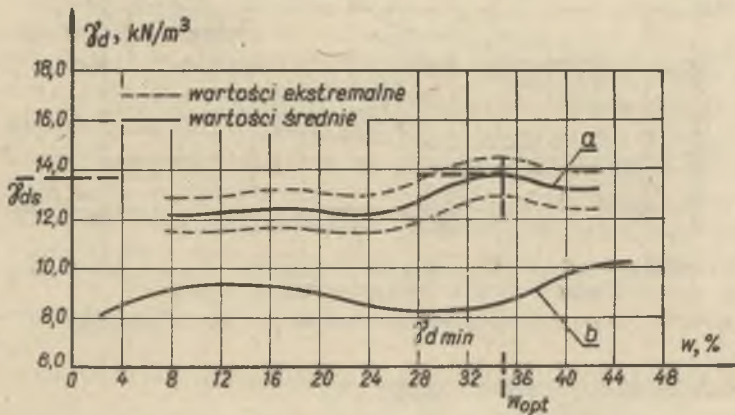
Rys. 1. Wykresy uziarnień

Przedstawione krzywe są wynikiem analizy całości badanego materiału. Odpady kwaśne charakteryzuje różnoziarnistość, natomiast odpady zasadowe są bardzo różnoziarniste. Pod względem uziarnienia pierwszy typ odpadów odpowiada żwirom, drugi natomiast pospółkom gliniastym.

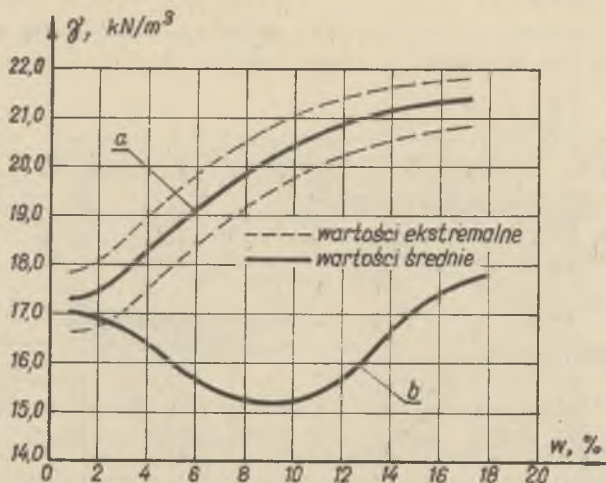
Oba typy odpadów – to zatem odpady gruboziarniste. Charakteryzują się one wysokimi wartościami wskaźników piaskowych. Dla odpadów kwaśnych otrzymano wskaźniki piaskowe rzędu 88 ± 97 , a dla odpadów zasadowych rzędu 45 ± 54 . Po 5-krotnym zagęszczeniu metodą normalną parametr ten wynosi odpowiednio 80 ± 85 i 37 ± 41 .



Rys. 3. Zależność ciężaru objętościowego szkieletu odpadów kwaśnych w stanie zagęszczonym i luźnym od wilgotności
 a - materiał zagęszczony, b - materiał luźno usypany

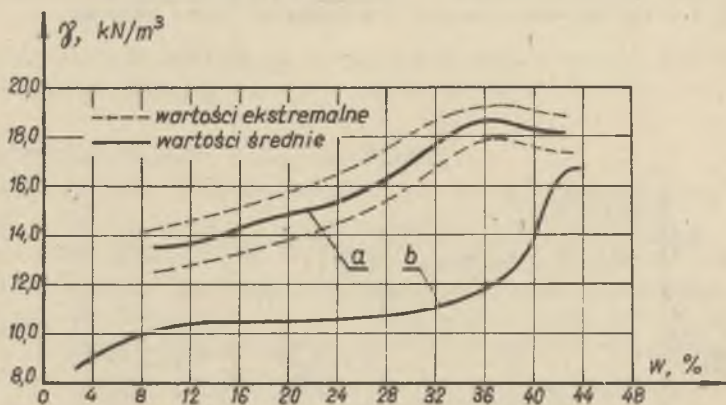


Rys. 4. Zależność ciężaru objętościowego szkieletu odpadów zasadowych w stanie zagęszczonym i luźnym od wilgotności
 a - materiał zagęszczony, b - materiał luźno usypany



Rys. 5. Zależność ciężaru objętościowego odpadów kwaśnych w stanie zagęszczonym i luźnym od wilgotności

a - materiał zagęszczony, b - materiał luźno usypany



Rys. 6. Zależność ciężaru objętościowego odpadów zasadowych w stanie zagęszczonym i luźnym od wilgotności

a - materiał zagęszczony, b - materiał luźno usypany

4.3. Porowatość i wskaźnik porowatości

W celu oceny właściwej roli zagęszczania odpadów wbudowywanych w nasypy przeprowadzono oznaczenia porowatości i wskaźników porowatości w stanie zagęszczonym i luźno usypanym. Dla odpadów kwaśnych uzyskano porowatość rzędu $0,41 \div 0,48$ dla stanu zagęszczonego oraz $0,49 \div 0,58$ dla stanu luźnego. Odpowiednie wartości wskaźników zagęszczania wynoszą $0,71 \div 0,94$ i $0,95 \div 1,38$. Dla odpadów zasadowych porowatość w stanie zagęszczonym waha

się w granicach $0,50 \pm 0,58$, a w stanie luźnym jest rzędu $0,59 \pm 0,70$. Przynależne wartości wskaźników zagęszczenia wynoszą $1,01 \pm 1,28$ i $1,29 \pm 2,36$.

4.4. Nasiąkliwość, mrozoodporność i wodoprzepuszczalność.

Przeprowadzone badania nasiąkliwości zwykłej, tj. pod normalnym ciśnieniem i w temperaturze pokojowej, wykonano na losowo wybranych próbkach obu typów odpadów.

Wykonane badania wskazują na stosunkowo niewielką nasiąkliwość odpadów kwaśnych wynoszącą $2,4 \pm 6,9\%$. Nasiąkliwość odpadów zasadowych jest znacznie większa, waha się bowiem w granicach $7,7 \pm 49,4\%$. Duży rozrzut wyników badań spowodowany jest różnorodną budową strukturalną tych odpadów. Wśród badanych próbek obserwowano zarówno zlepionce zbudowane z ziarn zwirowych, zespolonych spoiwem pyłowo-łłowym, jak i twarde okruszywo przepalonego żużla.

Na tych samych próbkach, które służyły określeniu nasiąkliwości, przeprowadzono badanie mrozoodporności metodą bezpośrednią. Obserwacje zachowania się próbek podczas badania wykazały całkowitą nieodporność na zamrażanie odpadów zasadowych. Już po 5 cyklach zamrażania i odmrażania poddane badaniu próbki rozkruszyły się całkowicie. Próbki reprezentujące odpady kwaśne nie wykazały natomiast żadnych zmian. Strata na ciężarze, będąca miarą odporności na zamrażanie w przypadku odpadów kwaśnych, była minimalna i wynosiła średnio $0,4\%$. Badania wykazały, że odporność odpadów kwaśnych jest tego samego rzędu co kruszywo bazaltowych.

Badania pęcznienia mrozowego wykazały, że odpady kwaśne są materiałem niewysadzinowym. Odpady zasadowe zakwalifikowano jako wątpliwe, a o ich wysadzinowości w praktyce będą w znacznym stopniu decydowały lokalne warunki hydrologiczno-klimatyczne, głównie wysoki poziom wody gruntowej.

Przeprowadzone na wybranych ziarnach odpadów kwaśnych badania na rozpad krzemianowy z zastosowaniem lampy kwarcowej z filtrem Wooda wykazały, że odpady te są całkowicie odporne na rozpad krzemianowy. Wykazują one również całkowitą odporność na rozpad żelazawy. Obserwowana nietrwałość struktury ziarn odpadów zasadowych, duża ich nasiąkliwość i bardzo mała odporność mrozowa, dyskwalifikująca ten typ odpadów jako kruszywo drogowe, były powodem dla którego nie przeprowadzono badań na rozpad krzemianowy i żelazawy.

Badania filtracji przeprowadzono za pomocą aparatu ITB-Zwk2. Badane odpady kwaśne, zarówno w stanie luźnym jak i zagęszczonym, zachowywały się podobnie jak zwirowy. Dla odpadów tych uzyskano współczynniki filtracji rzędu 10 ± 10^{-1} cm/s. Jest to zatem materiał całkowicie przepuszczalny w każdych warunkach zalegania. Duża porowatość odpadów zasadowych w stanie luźno usypanym sprawia, że odpady te w tym stanie nie stawiają dużego oporu wodzie. Po zagęszczeniu opór ten znacznie wzrasta, a wartości wskaźnika wodoprzepuszczalności osiągają rząd $5 \cdot 10^{-4}$ cm/s. Przyczyn tego zjawiska

upatrywać należy w bardzo dobrej zagęszczalności odpadów zasadowych i w zmianach strukturalnych zachodzących w czasie zagęszczania. Zmniejszające się z upływem czasu wydatki wody dowodzą o zdolności samouszczelniania się.

4.5. Kalifornijski wskaźnik nośności; rozkruszenie i ścieralność

Przeprowadzone badania wskaźnika CBR wskazują na podobieństwo odpadów kwaśnych do pospółek i żwirów, a odpadów zasadowych do piasków. Otrzymane wartości wskaźnika dla pierwszego z wymienionych typów odpadów są rzędu $30 \pm 55\%$, dla drugiego typu wynoszą $14 \pm 30\%$.

Równolegle z badaniami wskaźnika nośności prowadzono badania wielkości pęcznienia liniowego w wodzie. Badania te wykazały, że odpady kwaśne i zasadowe nie wykazują pęcznienia liniowego.

Dla odpadów kwaśnych przeprowadzono również ocenę wytrzymałości jako kruszywa drogowego, oznaczając wskaźnik rozkruszenia. Z badań uzyskano wartość średnią $Z_1 = 1,49$. Wynik ten pozwala sklasyfikować odpady kwaśne jako kruszywo drogowe klasy III. Przeprowadzone dla tych samych odpadów badania ścieralności kruszywa w bębnie kulowym Los Angeles wykazały procentową stratę rzędu $34,3\%$, co kwalifikuje odpady do II klasy. Odpady te spełniają wymagania dla kruszyw do warstwy podbudowy oraz warstw wiążących dla dróg o ruchu lekkim.

4.6. Wytrzymałość na ścieranie i ściśliwość

Badania oporu na ścinanie przeprowadzono w aparacie skrzynkowym wyposażonym w skrzynki o wymiarach wewnętrznych 120×120 mm. Dla odpadów kwaśnych badania wykonano w zakresie wilgotności $2,6 \pm 14,4\%$, a dla odpadów zasadowych od $5,9 \pm 38,7\%$. Wymienione przedziały wilgotności obejmowały zakres od stanu powietrzno-suchego do pełnego nasycenia. Przed badaniami próbki konsolidowano obciążeniem $0,4$ MPa.

Dla odpadów kwaśnych z badań uzyskano wartości kątów tarcia wewnętrzznego $\phi_u = 43^\circ \pm 46^\circ$ i spójność $c_u = 0,0$. Odpady zasadowe natomiast charakteryzują się następującymi parametrami: $\phi_u = 31^\circ \pm 35^\circ$ i $c_u = 0,01 \pm 0,02$ MPa. Badania wykazały, że dla obu typów odpadów wpływ wilgotności jest niewielki. Największe wartości kątów tarcia wewnętrzznego uzyskano dla próbek o wilgotności powietrzno-suchej oraz bliskiej wilgotności optymalnej. W miarę zwiększania wilgotności powyżej wilgotności optymalnej wartość kątów tarcia wewnętrzznego nieznacznie ale systematycznie maleje.

Badania ściśliwości odpadów kwaśnych przeprowadzono w edometrach wyposażonych w pierścienie o średnicy wewnętrznej 130 mm i wysokości 55 mm, a w przypadku odpadów zasadowych w edometrach wyposażonych w pierścienie o średnicy 65 mm i wysokości 20 mm. Taki dobór wymiarów pierścieni podyktowany był różnym składem granulometrycznym obu typów odpadów. W badaniach uwzględniono wpływ wilgotności na ściśliwość. Przed badaniami próbki wstępnie zagęszczano energią 60 Nm/cm^3 . Przedział wilgotności objętych zakre-

sem badań wahał się w przypadku odpadów kwaśnych od $2,16 \div 13,8\%$, a dla odpadów zasadowych od $5,7 \div 43,3\%$.

W celu uzyskania wartości edometrycznych modułów ścisłości pierwotnej M_0 oraz wtórnej M , próbki kolejno poddawano naciskom 0,0125; 0,025; 0,05; 0,1; 0,2; 0,4 MPa, następnie kolejno odciążano i obciążano, doprowadzając przy każdej zmianie obciążenia do całkowitej konsolidacji.

W wyniku badań odpadów kwaśnych uzyskano dla poszczególnych zakresów obciążeń następujące wartości modułów ścisłości:

$\sigma = 0,025 \div 0,05$ MPa	$M_0 = 11,9 \div 16,9$ MPa	$M = 22,6 \div 34,8$ MPa
$\sigma = 0,05 \div 0,1$ MPa	$M_0 = 18,7 \div 20,6$ MPa	$M = 42,3 \div 44,4$ MPa
$\sigma = 0,1 \div 0,2$ MPa	$M_0 = 21,8 \div 25,1$ MPa	$M = 73,1 \div 84,6$ MPa
$\sigma = 0,2 \div 0,4$ MPa	$M_0 = 28,7 \div 39,9$ MPa	$M = 60,1 \div 106,3$ MPa

Z kolei dla odpadów zasadowych otrzymano następujące wyniki:

$\sigma = 0,025 \div 0,05$ MPa	$M_0 = 3,9 \div 8,7$ MPa	$M = 23,6 \div 37,5$ MPa
$\sigma = 0,05 \div 0,1$ MPa	$M_0 = 5,0 \div 10,7$ MPa	$M = 20,3 \div 47,2$ MPa
$\sigma = 0,1 \div 0,2$ MPa	$M_0 = 5,7 \div 13,0$ MPa	$M = 42,8 \div 55,4$ MPa
$\sigma = 0,2 \div 0,4$ MPa	$M_0 = 12,4 \div 20,5$ MPa	$M = 52,0 \div 99,0$ MPa

Badania wykazały, że ze wzrostem zawilgocenia ścisłość odpadów rośnie. Ścisłość obu typów odpadów jest nieco większa, niż gruntów naturalnych odpowiadających im uziarnieniem.

5. MOŻLIWOŚCI ZASTOSOWANIA BADANYCH ODPADÓW DO BUDOWY DOLNYCH WARSTW NASYPÓW DROGOWYCH

Określone w wyniku badań parametry fizykomechaniczne wskazują, że odpady kwaśne odpowiadają w pełni wymaganiom stawianym materiałom przeznaczonym do budowy dolnych warstw nasypów drogowych. Prawie całkowita przepuszczalność, dobra zagęszczalność, brak pęcznienia liniowego, niewrażliwość na zawilgocenie i wysoki wskaźnik nośności CBR sprawiają, że odpady kwaśne nadają się do budowy dolnych warstw nasypów w każdych warunkach hydrologiczno-klimatycznych, bez konieczności stosowania dodatkowych warstw filtracyjnych. Materiał ten można używać także do budowy nasypów na terenach podmokłych i bagnistych.

Odpady zasadowe ze względu na dużą nasiąkliwość, nietrwałość struktury, dużą zawartość CaCO_3 i małą przepuszczalność w stanie zagęszczonym nie nadają się do budowy dolnych warstw nasypów drogowych. Można je stosować jedynie w formie domieszek do odpadów kwaśnych (do 20%).

Tablica 2

Porównanie podstawowych parametrów geotechnicznych odpadów pocynkowych z wymaganiami technicznymi dla materiałów odpadowych stosowanych do budowy korpusów ziemnych dróg samochodowych i autostrad

Lp.	Rodzaj badania	Wymagania wg [3]		Wyniki badań	
		dolne warstwy nasypów drogowych	górne warstwy nasypów i warstwy mrozochr. w wykopach	odpady kwaśne	odpady zasadowe
1	2	3	4	5	6
1	Maksymalna wielkość ziarn	1/2 grubości zagęszczonej warstwy	1/3 grubości warstwy $i \leq 15$ cm	$d_{\max} = 40 \div 80$ mm	$d_{\max} = 2 \div 25$ mm
2	Dopuszczalna ilość ziarn i osąstek $< 0,075$ mm po 5-krotnym ubiciu w aparacie Proctora [%]	-	≤ 15	$3 \div 5$	-
3	Wskaźnik piaskowy po 5-krotnym ubiciu w aparacie Proctora [%]	-	≥ 35	$80 \div 85$	$37 \div 41$
4	Strata ciężaru po 15 cyklach zamrażania [%]	≤ 20	≤ 20	0,4	-
5	Wskaźnik nośności CBR	≥ 5	≥ 10	$30 \div 35$	$14 \div 30$
6	Pęcznienie liniowe [%]	≤ 2	≤ 2	0,00	0,20

6. MOŻLIWOŚCI ZASTOSOWANIA BADANYCH ODPADÓW DO GÓRNYCH WARSTW NASYPÓW DROGOWYCH

Przeprowadzone badania wykazały, że zastosowanie odpadów kwaśnych do budowy górnych warstw nasypów nie stwarza żadnego niebezpieczeństwa powstawania wysadzin nawierzchni oraz utraty nośności pod wpływem zawiłgoceenia. Parametry fizykomechaniczne odpadów kwaśnych pozwalają zaklasyfikować je do jednej grupy ze żwirami, co potwierdza ich wysoką jakość. Można je stosować do budowy górnych warstw nasypów w każdych warunkach hydrologiczno-klimatycznych. O przydatności do omawianych robót decyduje głównie dobra zagęszczalność, wysoki wskaźnik nośności CBR, trwałość struktury, duża przepuszczalność i bardzo małe pęcznienie mrozowe. Duży wskaźnik wodo-

przepuszczalności eliminuje konieczność budowy specjalnej warstwy odcinającej pomiędzy podłożem i warstwą podbudowy.

Odpady zasadowe, z uwagi na wcześniej już wymienione cechy, nie nadają się również do budowy górnych warstw nasypów drogowych.

7. MOŻLIWOŚĆ ZASTOSOWANIA ODPADÓW KWAŚNYCH JAKO KRUSZYWA DO WARSTW PODBUDOWY DRÓG

Wykonane badania wykazały, że odpady kwaśne spełniają całkowicie wymagania i zalecenia normatywne jakimi powinny się charakteryzować kruszywa drogowe. Wyniki badań pozwalają również na zaszeregowanie ich do II klasy żużlowych kruszyw drogowych. Mogą być one z powodzeniem użyte do formowania warstw nośnych podbudowy i warstw odsączających oraz mrozoochronnych w przypadku budowy nasypów drogowych z materiałów słabo przepuszczalnych i wysadzinowych.

Badany materiał nadaje się również do stabilizacji mechanicznej przy zastosowaniu cementu i popiołów lotnych.

8. WNIOSKI KOŃCOWE

Przedstawione w pracy wyniki badań i ich analiza pozwalają na wyciągnięcie następujących ogólnych wniosków:

- w masie zwałowisk żużli pocynkowych występują dwa rodzaje odpadów: kwaśne i zasadowe (przy czym dominującymi są odpady kwaśne),
- odpady kwaśne, rozpatrywane w zakresie norm gruntowych, mają właściwości zbliżone do pospółek i żwirów,
- właściwości odpadów kwaśnych pozwalają na ich wykorzystanie do budowy dolnych i górnych warstw nasypów drogowych, warstw odwadniających i mrozoochronnych oraz zaszeregowanie ich do II klasy kruszyw drogowych,
- odpady zasadowe wykazują szereg cech negatywnych, które dyskwalifikują je zarówno jako materiał nasypowy jak i kruszywo drogowe,
- odpady zasadowe można dopuścić jedynie do stosowania w formie domieszek (w ilości do 20%) przy formowaniu dolnych warstw nasypów.

LITERATURA

- [1] Kawalec B., Kopka Z.: Badanie żużli pochodzących z produkcji tlenku cynku i przeróbki galmanów Kombinatu Górniczo-Hutniczego "Orzeł Biały" w Brzezinach Śląskich w zastosowaniu do robót inżynierijsko-drogowych. Część 1. Praca NB-155/RBA-3/77. Politechnika Śląska, Gliwice 1977.
- [2] Kawalec B., Kopka Z.: Badanie żużli pochodzących z produkcji tlenku cynku i przeróbki galmanów KGH "Orzeł Biały" w Brzezinach Śl. w zastosowaniu do robót inżynierijsko-drogowych. Część 2. Praca NB-155/RBA-3/77. Politechnika Śląska, Gliwice 1978.

- [3] Paohowski J., Woźnica J.: Formowanie nasypów z gruntów małoпрzydatnych i odpadów przemysłowych. Wytyczne zastosowania niektórych odpadów przemysłowych do budowy korpusów ziemnych dróg samochodowych i autostrad. Praca TG-30/2/1974. COBiRTD Warszawa 1974.

СВОЙСТВА ШЛАКОВ, ПРОИСХОДЯЩИХ ИЗ ОБОГАЩЕНИЯ ЦИНКОВО-СВИНЦОВЫХ РУД,
КАК МАТЕРИАЛА ДЛЯ ДОРОЖНЫХ РАБОТ

Р е з ю м е

В работе представлены результаты исследований химического состава и физико-механических свойств шлаков, происходящих из обогащения цинково-свинцовых руд. Опираясь на обязательные критерии, проведен анализ возможности использования их для дорожных работ.

THE PROPERTIES OF SLAGS ORIGINATED FROM THE DRESSING
ZINC-LEAD ORE AS THE MATERIAL FOR ROAD ENGINEERING

S u m m a r y

The results of studies of chemical composition and physical-mechanical properties of slags originated from the dressing of zinc-lead ore have been presented. Basing on the generally accepted criteria, the analysis of the possibilities of their utilization in road engineering has been carried out.