

BIULETYN INSTYTUTU TECHNOLOGII KRZEMIANÓW W WARSZAWIE DODATEK DO CZASOPISMA „CEMENT — WAPNO — GIPS“

Rocznik I

PAŹDZIERNIK — LISTOPAD 1952 r.

Nr 1 — 2

Mgr inż. Anna Skalicka

539.374:66.093:666.94.022.64:666.942.11

Obniżenie zawartości wody w szlamie cementowym przy pomocy środków upłynniających

Zagadnienie zmniejszenia wody w szlamach cementowych stanowi poważny problem ekonomiczny. Obniżenie zawartości wody wpływa na zmniejszenie ilości paliwa potrzebnego do jej odparowania, co przy dużym dziennym zużyciu wody przez średnią nawet cementownię stanowi znaczną pozycję.

Prof. Budnikow (Sbornik nauczno-issledowatielskich rabot po stroit. materialam, Moskwa 1947 r.) przykładowo wylicza, że przy zużyciu 35% paliwa w stosunku do klinkru — obniżenie wody w szlamie z 48 do 42,5% daje oszczędność wynoszącą 8,3%. Zwraca przy tym uwagę, że zmniejsza się jednocześnie energię na przemiał paliwa.

Znaczenie ekonomiczne zmniejszenia wody w szlamie nie ogranicza się jednak wyłącznie do spadku zużycia paliwa. Wprowadzenie do pieca obrotowego szlamu z mniejszą zawartością wody powoduje korzystne zmiany: zostaje skrócona strefa suszenia i podgrzewania a przedłużona strefa kalcynacji i spiekania. Pozwala to na zwiększenie wydajności pieca.

Stosowanie szlamów o mniejszej zawartości wody pozwala też na wzrost wydajności aparatury rozdrabniającej, pomp i innych urządzeń do podawania szlamu. Jednocześnie dodatnio wpływa na lepsze wykorzystanie basenów, zbiorników itd.

Rozpiętość zawartości wody w różnych szlamach jest duża — waha się w szerokich granicach 36 — 52% w stosunku do wagi szlamu (wg P. Budnikowa, G. Kukolewa i W. Leszoweja).

Zawartość wody zależy od składu surowca wyjściowego danego szlamu. Prof. Hans Kühl (Zement Chemie t. I) uważa, że ilość potrzebnej wody ustalają z reguły własności substancji glinowej. Podaje on przy tym, że można przyjąć, że zawsze ilość potrzebnej wody wzrasta, jeżeli do zestawu surowców wprowadzana jest glina o dużej plastyczności, zmniejsza się natomiast przy przerobieniu chudej gliny.

Przez stosowanie środków upłynniających szlam, tzn. umożliwiających zmniejszenie jego wiskozy, można uzyskać zmniejszenie zawartości wody w szlamie.

Według danych z literatury poglądy na teorię upłynniania szlamów są bardzo rozbieżne.

Omawiając to zagadnienie prof. Hans Kühl powołuje się na to, że np. „wg Vierhellera środek upłynniający sprzyja tworzeniu się warstwy zwilżającej cząsteczkę gliny i przez to zmniejsza się ilość wody zarobowej. Zdaniem Prussinga przez dodanie elektrolitu zmieniają się warunki trwałości koloidalnych cząsteczek gliny; przez adsorpcję elektrolitu cząsteczki gliny ładują się silniej, wzrasta wzajemne odpychanie się cząsteczek i przez to wiskozita zmniejsza się“.

Prof. Budnikow twierdzi, że zagadnienie oddziaływania chemicznego składu wody na lepkość gliniastych zawiesin jest naukowo uzasadnione. Podaje on, że „upłynnienie, albo koagulacja są uwarunkowane rodzajem adsorbujących jonów. Jeśli kationy są adsorbowane silniej niż aniony to następuje szybka koagulacja koloidów, obniżenie ładunku na cząsteczkach gliniastych i zagęszczenie zawiesiny. Naodwrot przy intensywnej adsorpcji anionów, a przede wszystkim OH, do pewnej granicy zachodzi upłynnienie na skutek ujemnego naładowania się cząsteczek i ich wzajemnego odpychania, natomiast jeżeli

koncentracja jonów OH przekracza ustaloną granicę — następuje ponowne zagęszczenie“.

Upłynnienie szlamów może być uzyskane przez dodanie alkali i soli alkalicznych. Jako najlepiej działające środki upłynniające literatura wymienia wodorotlenek sodu, węglan sodu i krzemian sodu. W dotychczasowych pracach badawczych stosowane były przeważnie wyżej wymienione elektrolity.

Przemysłowe zastosowanie ich jest jednak mało ekonomiczne, np. F. Guye, Kierownik Lab. Prób i Badań F-ki Holderbank—Wildegga podaje, że według przeprowadzonych przez niego badań, wartość sodu stosowanej do upłynnienia szlamu jest 5—6 razy większa od wartości zaoszczędzonego węgla. Prace radzieckie zwracają uwagę na możliwość praktycznego stosowania melasy oraz ługów posulfitowych.

Instytut Technologii Krzemianów prowadził badania z zastosowaniem ługu posulfitowo-pofermentacyjnego. Skład produktu na podstawie danych Instytutu Celulozowo-Papierniczego ulega dość dużym wahaniom; orientacyjna analiza jest następująca:

Zawartość suchej substancji	82 g/litr
„ popiołu	5 g/litr
„ sulfoligniny	47 g/litr
„ cukrów	7 g/litr
„ alkoholu	ślady
Ciężar właściwy	1,04
Skład popiołu	
SO ₃	34,00%
CaO	39,00%
Na ₂ O	16,59%
SiO ₂	7,80%
MgO	0,87%
Fe ₂ O ₃	0,73%

Ług posulfitowo-pofermentacyjny, produkt odpadkowy przemysłu papierniczego, jest dotychczas niewykorzystany. Fabryki papiernicze odprowadzają go do rzeki, bądź też na nieużytki. Ilości ługu przekraczają poważnie ewentualne zapotrzebowanie przemysłu cementowego.

Do prowadzenia pierwszych badań wytypowany został szlam cementowni Wiek, w którym zawartość wody waha się od 39 do 47%. Badany był szlam specjalny o zawartości 85% CaCO₃ i zwykły szlam roboczy o zawartości około 77,8% CaCO₃.

W dalszym etapie przeprowadzone zostały badania ze szlamem cementowni Górka.

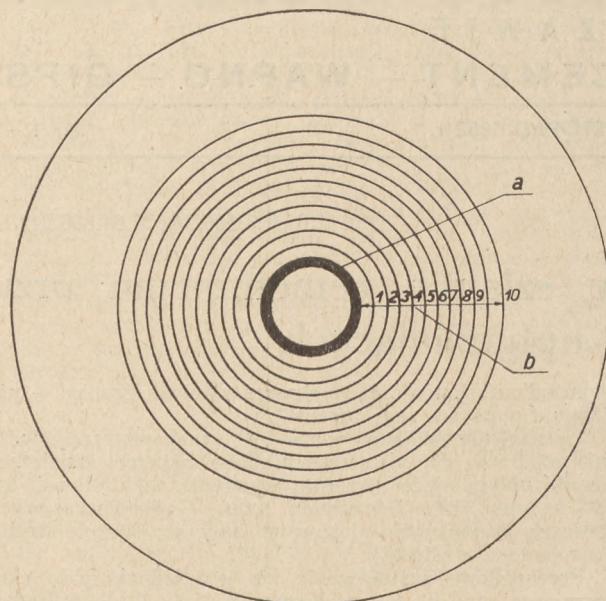
Do oznaczeń używano stale wody przemysłowej z fabryki, z której pochodził szlam.

Do oznaczania wiskozy stosowane są często aparaty wypływowe typu Englera. Nie są one jednak dogodne przy posługiwaniu się gęstymi szlamami. Literatura podaje przykłady stosowania wiskozymetrów oporowych, których zasada polega na pomiarze energii elektrycznej zużytej przez mieszadła obracające się w szlamie oraz wiskozymetrów ciśnieniowych typu Holderbanka.

W pracy ITK zastosowany został wiskozymetr rozpliwowy Sutharda, składający się z tarczy z podziałką i pierścienia. Wiskozymetr tego typu jest stale używany w przemyśle cementowym, jako przyrząd do badań ruchowych.

Rozpliw badanych szlamów porównywano z rozpliwem roboczego szlamu fabrycznego o optymalnej dla danej fabryki wiskozie. Do pierścienia nalewa się szlam górny po-

ziom wyrównuje się do poziomu krawędzi pierścienia. Pierścień unosi się szybkim ruchem do góry. Na podziałce tarczy (rys. 1) odczytuje się rozpliw szlamu, licząc centymetry od zewnętrznej średnicy pierścienia. W wy-



Rys. 1. Tarcza wiskozymetru. a — pierścień, b — podziałka.

padku nierównego rozlewu odczytuje się podziałkę z obu stron pierścienia i oblicza średnią. Rozpliw odpowiadający fabrycznej płynności szlamu jest różny dla każdej cementowni; dla cementowni Wiek rozpliw szlamu o gęstości normalnej waha się w granicach 3,5—4,5.

Prace laboratoryjne prowadzone były w pracowni ITK i częściowo w cementowni Wiek, próby przemysłowe przeprowadzone zostały w cementowni Wiek.

PRZEBIEG I WYNIKI BADAŃ

Pierwsze próby przeprowadzone zostały ze szlamem o zawartości 85% CaCO_3 . Szlam wyjściowy zawierał 39,1% wody — jest to dolna granica zawartości wody w szlamach cementowni Wiek.

Do około 2000 g szlamu dodawano 0,5; 1,0; 1,5; 2,0; 2,5% ługu (licząc w stosunku do sumy szlamu i ługu, wziętych wagowo). Ponieważ zgodnie z analizą zawartość suchej substancji w ługu wynosi tylko 82 g/litr, przy ciężarze właściwym 1,04 dla uproszczenia w wyli-

Tabela I
Zmiany wiskozy szlamu o wysokiej zawartości wody, w zależności od procentu dodanego ługu.

Procent dodawanego ługu	0,0	0,5	1,0	1,5	2,0	2,5
Rozpliw na tarczy w cm	5,0	6,5	7,1	7,6	8,2	8,7

czaniu wody w szlamie z dodatkiem ługu, przyjęto wprowadzoną z ługiem wodę za równą wagowo ilości ługu.

Pierwsze próby przeprowadzone były w słoikach z szlifowanymi korkami, celem uzyskania możliwości sprawdzenia wiskozy nie tylko bezpośrednio po dodaniu ługu, ale i zmian zachodzących po upływie określonego czasu.

Zmiany wiskozy szlamu o niskiej zawartości wody, w zależności od procentu dodanego ługu.

Procent dodawanego ługu	0,0	0,5	1,0	1,5	2,0	2,5	3,0	3,5	4,0	4,5	5,0
Rozpliw na tarczy w cm	0,8	1,5	2,0	2,3	2,8	3,1	3,7	4,2	4,8	5,3	5,4

Przy 1% dodatku ługu

Procent wody	30,7	31,4	32,8	34,2	35,6	37,0	38,4	39,8	41,2	42,7	44,1	45,4
Rozpliw na tarczy w cm	0	0,5	1,0	1,9	2,8	3,6	5,0	6,1	6,6	7,7	8,6	9,6

Tabela III

Mieszanie odbywało się ręcznie przez wielokrotne wstrząsanie słojem. Dodawanie nawet małych ilości ługu pozwoliło uzyskać poważne upłynnienie (tabl. I).

Dalsze próby miały na celu ustalenie możliwości zmniejszenia wiskozy szlamów gęstych, o zawartości wody znacznie mniejszej w stosunku do szlamów fabrycznych, a właściwie znalezienie granicznej gęstości, przy której, stosując ług, można uzyskać płynność szlamu odpowiadającą szlamom fabrycznym.

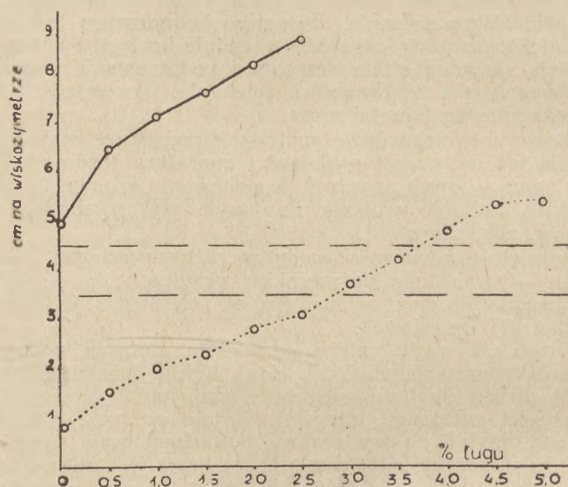
Przez zdekantowanie wody i następnie częściowe odciąganie wody ze szlamu, uzyskaliśmy szlam o niskiej zawartości wody — 31,9%.

Próby były prowadzone analogicznie do poprzednich. Uzyskane wyniki podane w tabeli II i na wykresie (rys. 2) wskazują, że dopiero przy dodaniu 3,5% ługu uzyskana została płynność szlamu odpowiadająca fabrycznej.

Dalsze próby były prowadzone ze szlamami fabrycznymi cementowni Wiek. Badania prowadzone były przy stałej zawartości procentowej ługu w stosunku do sumy szlamu i ługu. Zmieniało natomiast procentową zawartość wody w szlamie, dodając stale około 1% wody w stosunku do całości.

Zmieniona została także technika prowadzenia prób. Doświadczenia przeprowadzono w zlewkach, odważając każdorazowo 250 g szlamu. Mieszanie odbywało się przy pomocy elektrycznego mieszadła w przeciągu 15 min. W trakcie prób oznaczano zawartość wody w szlamie przed i po dodaniu ługu. Oznaczenia wilgotności dokonywano opracowaną przez ITK metodą karbidową oraz kontrolnie wagowo.

Uzyskane wyniki zostały przedstawione w tabeli III, IV, V, VI; procent wody podany w tabelach stanowi sumę wody z szlamu i dodawanego ługu. Tabela i wykres zostały zrobione w oparciu o średnie wyniki z szeregu oznaczeń.



Rys. 2. Wpływ dodatku ługu na wiskozę szlamu o różnej zawartości wody.

— szlam 85% CaCO_3 , 39,1% H_2O
- - - szlam 85% CaCO_3 , 31,9% H_2O

Jak wynika z zestawienia, przy dodatku 1% ługu fabryczną płynność szlamu (rozpliw 3,5—4,5 dla cementowni Wiek) uzyskuje się przy około 37% wody; przy dodatku 2% ługu — już przy 36,5% wody; przy dodatku 2,5—3,0% ługu — przy około 35,5% wody w szlamie (woda łącznie z ługiem).

Tabela II

Przy 2% dodatku ługu Tabela IV

Procent wody	36,3	38,1	39,2	40,6	42,0	43,7
Rozpływ na tarczy w cm	3,8	5,35	5,8	7,0	7,6	9,2

Przy 2,5% dodatku ługu Tabela V

Procent wody	34,7	36,2	38,7
Rozpływ na tarczy w cm	3,3	4,7	6,0

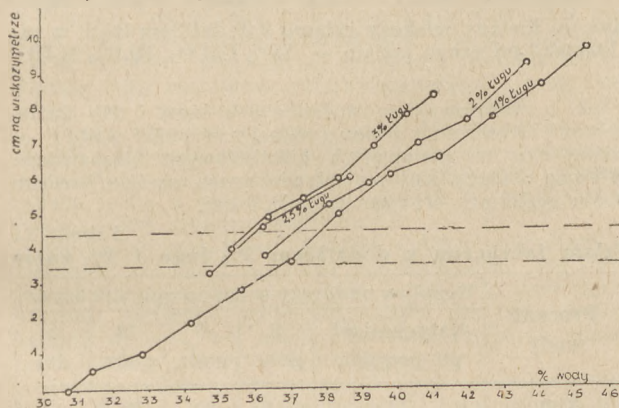
Przy 3% dodatku ługu Tabela VI

Procent wody	35,4	36,4	37,4	38,4	39,4	40,3	41,1
Rozpływ na tarczy w cm	4,0	4,9	5,4	6,0	6,9	7,8	8,4

UPLYNNIANIE SZLAMÓW CEMENTOWYCH PRZEZ ZASTOSOWANIE POSULFITOWYCH ŁUGÓW ŁĄCZNIE Z INNYMI DODATKAMI

W dalszym etapie badań przeprowadzone zostały próby silniejszego upłynnienia szlamów cementowych przez zastosowanie kombinacji dwóch środków upłynniających.

Na zjawisko zwiększonego działania dwóch czynników zwracają uwagę naukowcy, którzy opracowywali zagadnienie zmian wiskozy szlamów cementowych. Między innymi prof. Budnikow podaje ciekawe przykłady stosowania w pracach badawczych jednocześnie ługu sodowego, melasy oraz sody i melasy.



Rys. 3. Szlam fabryczny o różnej zawartości ługu.

W pracach ITK przeprowadzone zostały próby upłynnienia szlamów przez dodawanie łącznie ługu posulfitowo-pofermentacyjnego i żuźla. Do prób użyty został zasadowy żużel granulowany, używany przez przemysł cementowy jako dodatek do cementu portlandzkiego 250. Początkowo przeprowadzone zostały próby upłynnienia samym żużlem, dały one jednak bardzo słaby wynik — mały wpływ na wiskozę szlamu.

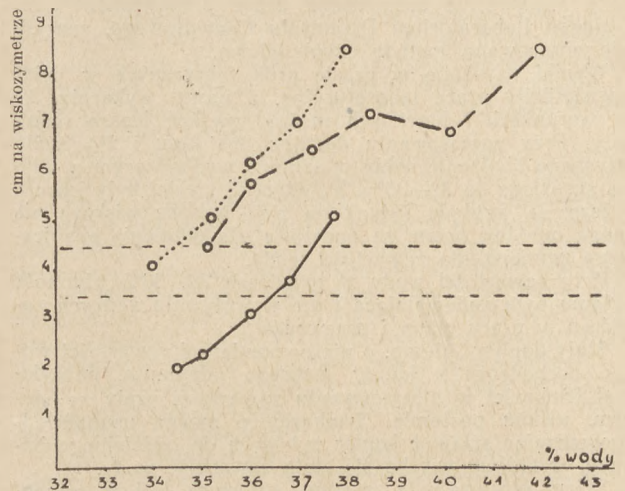
Płynność odpowiadającą fabrycznej uzyskuje się dodając 1% żuźla przy około 37% wody w szlamie.

O wiele lepsze wyniki uzyskuje się przy jednoczesnym dodawaniu ługu i żuźla. Analogicznie do poprzednich przeprowadzona została seria prób, której wyniki (średnie) podane są w tabelach VII, VIII, IX.

Wyniki te wskazują, że przy dodaniu do szlamu 3% ługu i 1% żuźla można potrzebną płynność uzyskać przy 35%, natomiast przy dodaniu 3% ługu i 2% żuźla płynność fabryczną uzyskuje się już przy 34% wody, to znaczy o przeszło 1,5% niżej niż bez żuźla i o 7—8% niżej niż normalnie pracuje cementownia Wiek.

Metoda upłynnienia szlamów przez dodawanie ługu posulfitowo-pofermentacyjnego i żuźla została sprawdzona laboratoryjnie przy zastosowaniu szlamu z cementowni Górka. Otrzymane wyniki potwierdziły silne działanie upłynniające wyżej wymienionych dodatków. Przy dodaniu 3% ługu i 1% żuźla (proporcja ta okazała się optymalną dla szlamu z Górki) uzyskana została płynność,

odpowiadająca fabrycznej, przy 34% wody w szlamie. Stanowi to obniżenie zawartości wody o 6—7% w stosunku do średniego, roboczego szlamu na tej cementowni



Rys. 4. Zmiany wiskozy szlamu przy zastosowaniu kombinacji dwóch dodatków upłynniających.

- szlam fabryczny + 1% żuźla
- - - szlam fabryczny + 3% ługu i 1% żuźla
- szlam fabryczny + 3% ługu i 2% żuźla

Tabela VII

Szlam fabryczny z dodatkiem 1% żuźla

Procent wody	34,5	35,0	36,0	36,8	37,7
Rozpływ na tarczy w cm	2,0	2,3	3,1	3,8	5,1

Tabela VIII

Szlam fabryczny z dodatkiem 3% ługu i 1% żuźla

Procent wody	35,2	36,0	37,3	38,5	40,2	42,0
Rozpływ na tarczy w cm	4,5	5,8	6,5	7,2	6,8	8,5

Tabela IX

Szlam fabryczny z dodatkiem 3% ługu i 2% żuźla

Procent wody	34,0	35,2	36,0	37,0	38,0
Rozpływ na tarczy w cm	4,1	5,1	6,2	7,0	8,5

PRÓBY FABRYCZNE

Na podstawie laboratoryjnych wyników przeprowadzono dwukrotnie próby fabryczne w cementowni Wiek.

Pierwsza próba prowadzona była przez 8 godzin na jednym młynie, druga w pełnym ruchu fabrycznym — szlam z młynów surowych został odprowadzony do rozdzielonego basenu i wypalony w piecu.

Ze względu na brak odpowiednich urządzeń dozowania ługu i żuźla próba była utrudniona.

Ług pompowany był do małego zbiornika, skąd rurami doprowadzony był do młynów surowych. Przez odpowiednie nastawienie kranów uregulowano ilość i równomierność podawanego ługu. Kontrolę przeprowadzano, sprawdzając ilość ługu spływającego w ciągu minuty do skalibrowanego naczynia.

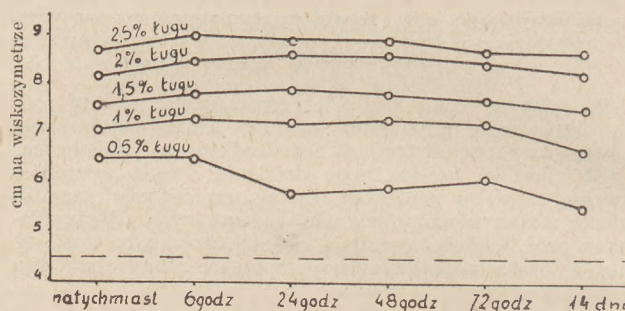
Żużel dozowany był ręcznie. Co pół minuty dodawano ustalone ilości na talerz podawczy młyna.

W ciągu całego czasu trwania prób systematycznie oznaczano wiskozę szlamu, zawartość wody i CaCO₃.

Wiskozę oznaczano na wiskozymetrze Sutharda co 15 minut; w czasie całonocnej próby dla jednego tylko młyna wykonano ponad 70 oznaczeń. Zawartość wody w szlamie oznaczano co pół godziny. Kontrolne oznaczenia wilgotności przeprowadzano metodą klasyczną.

Zmiany wiskozy szlamu z dodatkiem ługu w zależności od czasu

Dodawany procent ługu	Rozpływ na tarczy w cm po upływie czasu					
	Natychmiast po przygot.	6 godz.	24 godz.	48 godz.	72 godz.	14 dni
0,5	6,5	6,5	5,8	5,9	6,1	5,5
1,0	7,1	7,3	7,2	7,3	7,2	6,7
1,5	7,6	7,8	7,9	7,8	7,7	7,5
2,0	8,2	8,5	8,6	8,6	8,5	8,2
2,5	8,7	9,0	8,9	8,9	8,7	8,7

Rys. 5. Zmiany wiskozy szlamu z dodatkiem ługu, w zależności od czasu (szlam — 85% CaCO₃, 39,1% H₂O).

Sporadycznie w ciągu pierwszych godzin próby i systematycznie co pół godziny od godz. 22 do 5 rano oznaczano zawartość CaCO₃. Oznaczenia zawartości CaCO₃ były kilkakrotnie sprawdzane przez pracowników Centralnego Laboratorium Przemysłu Cementowego, specjalnie opracowaną metodą szybkościową.

Wyniki uzyskane w czasie prób fabrycznych w pełni potwierdziły prace laboratoryjne, a nawet wykazały, że w warunkach fabrycznych można uzyskać lepsze rezultaty. Przy zastosowaniu dodatku 3% ługu i 2% żuźla uzyskano obniżenie wody w szlamie wychodzącym z młyna surowego do 32–33%. Pojedyncze wyniki były jeszcze niższe, ze względu jednak na zbyt wysoką wiskozę nie mogą one być brane za podstawę dla ustalenia granicznego zmniejszenia zawartości wody.

Przy zawartości wody w granicach 32–33% płynność szlamu była zadawalająca i nie wywoływała żadnych zakłóceń w pracy pomp i przewodów.

Stały dopływ szlamu, o nierównomiernej zawartości wody, pochodzący z komór mokrego odpylania, powodował trudności w utrzymywaniu zawartości wody na stałym, niskim poziomie. Trudność tę można usunąć odprowadzając szlam z komór pyłowych do oddzielnego basenu, w którym uzyska się stałą zawartość wody.

Szlam otrzymany z młynów surowych jest w cementowni Wiek stale zbyt „wysoki” i zawsze wymaga korekty „niskim” szlamem z gliny.

W czasie prób zawartość CaCO₃ wahała się w granicach 77,7–87,3%. Szlam z młynów surowych o obniżonej zawartości wody posulfitowego i żuźla zawartości wody, kierowany był do wydzielonego zbiornika korekcyjnego, gdzie przez dodawanie gliny, doprowadzono do odpowiedniej zawartości CaCO₃ — 77,8%.

Przez dodanie wilgotnej gliny zwiększona została zawartość wody w szlamie. Dokładne ustalenie końcowej zawartości wody nie było możliwe, gdyż zbiornik, do którego odprowadzono szlam uzyskany w wyniku próby, zapełniony był do około 1/3 szlamem wysokowodnym (około 41% wody), którego z martwej przestrzeni nie można było odciągnąć. Po wymieszaniu obu szlamów zawartość wody w szlamie piecowym wynosiła 36,5%. Orientacyjnie można przyjąć, że szlam z dodatkami po skorygowaniu gliną zawiera nie więcej niż 35% wody.

Wyniki uzyskane z próby przemysłowej przeprowadzonej w cementowni Wiek w całej pełni potwierdzają dane laboratoryjne i wskazują na realną możliwość obniżenia wody w szlamie tej cementowni przynajmniej o 6%.

Doświadczenia prowadzone w laboratorium i na skalę przemysłową pozwoliły poczynić kilka spostrzeżeń dotyczących zachowania się szlamów cementowych przy dodaniu ługu posulfitowo-pofermentacyjnego i żuźla.

W czasie prowadzenia doświadczeń zwrócono również szczególną uwagę na zmiany wiskozy pod wpływem czasu i pod wpływem temperatury.

WPLYW CZASU NA WISKOZĘ SZLAMÓW CEMENTOWYCH

Zagadnienie zmian wiskozy po upływie czasu posiada istotne znaczenie dla ruchu fabrycznego. Zbiorniki szlamu są zazwyczaj obliczone na kilkudniowy przynajmniej zapas. Gęstnienie szlamu mogłoby zakłócić normalną pracę agregatów, podających szlam ze zbiorników do pieców.

Na zjawisko gęstnienia szlamu przy stosowaniu środków upłynniających zwraca uwagę prof. Budnikow, omawiając stosowanie melasy cukrowej oraz ługu sodowego i sody.

Ustalenie możliwości stosowania ługu posulfitowo-pofermentacyjnego i żuźla, jako środków upłynniających szlamy cementowe, wymagało skontrolowania zmian płynności jakie zachodzą z biegiem czasu.

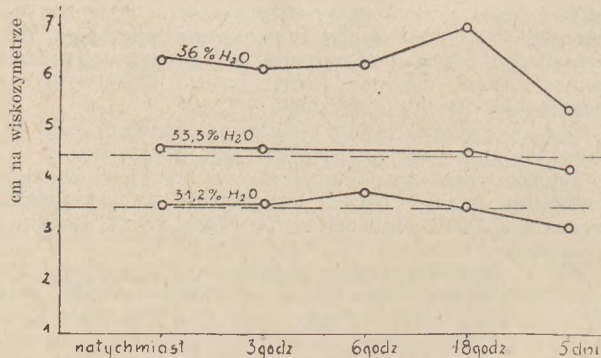
W tym celu przeprowadzono kilka prób. Pierwsze próby przeprowadzone były na szlamie cementowni Wiek o zawartości 85% CaCO₃ i 39,1% wody. Do szlamu dodawano kolejno 0,5; 1,0; 1,5; 2,0 i 2,5% ługu. Wiskozę oznaczano natychmiast po dodaniu ługu i wymieszaniu oraz po upływie pewnego czasu. Przed każdym oznaczeniem wiskozy szlam był ponownie mieszanym.

Jak wynika z tabeli X i rysunku 4 rzadkie szlamy upłynnione przez dodanie ługu nie gęstnieją nawet po upływie kilkunastu dni.

Następne próby przeprowadzone zostały ze szlamem fabrycznym. W czasie prób, prowadzonych w cementowni

Tabela XI Szlam fabryczny z dodatkiem 3% ługu i 2% żuźla

Procent wody	Rozpływ na tarczy w cm po upływie czasu				
	Natychmiast po przygot.	3 godz.	6 godz.	18 godz.	5 dni
31,2	3,5	3,5	3,8	3,5	3,1
33,3	4,7	4,7		4,6	4,3
36,0	6,4	6,2	6,3	7,0	5,4



Rys. 6. Szlam fabryczny o różnej zawartości wody.

W czasie tym szlam (tab. XI i rys. 6) wykazywał wprawdzie pewne zgęstnienie, było ono jednak nieznaczne i dla cementowni Wiek, która ma zbiorniki obliczone na kilka zaledwie dni, istotnego znaczenia nie posiada. Uzyskane wyniki wskazują jednak, że zawartość wody w młynach surowych należy utrzymywać nieco powyżej

granicznej dopuszczalnej gęstości, stwarzając przez to jakoby rezerwę dla spadku płynności.

Należy jednak podkreślić, że spadek płynności zaznacza się wyraźniej przy szlamach gęstych.

Należy bezwzględnie, przed ustaleniem dopuszczalnego obniżenia zawartości wody, dla każdego szlamu przeprowadzić badania zmian płynności pod wpływem czasu. Jest to istotne zwłaszcza dla tych cementowni, które mają zbiorniki obliczone na duży zapas szlamu.

WPLYW TEMPERATURY NA ZMIANY WISKOZY SZLAMU CEMENTOWEGO

Wpływ temperatury na wiskozę szlamu cementowego badany był tylko wrywkowo. Wpłynął na to brak aparatu do oznaczania wiskozy w podwyższonej temperaturze. Aparaty wypływowe, umożliwiające oznaczenie wiskozy przy jednoczesnym utrzymaniu stałej temperatury w czasie pomiaru nie nadają się do gęstych szlamów.

Przy wylewaniu szlamu do wiskozymetru Sutharda następuje duży spadek temperatury, nie dający się ściśle określić. Dokładność pomiaru jest niewystarczająca.

Dla uniknięcia dużego spadku temperatury w wyniku strat ciepła przez przewodnictwo zastąpiliśmy mosiężną tarczę i pierścien wiskozymetru Sutharda — szklanymi. Dało to pewne, choć nie wystarczające, polepszenie pomiarów. Na marginesie należy zaznaczyć, że szklany wiskozymetr doskonale może zastąpić drogi aparat mosiężny. Konieczne jest tylko ustalenie pomiarami optymalnego rozpięty szlamu dla danej cementowni.

Szlam ogrzewaliśmy do około 45—50°C. Zlewka z odważką szlamu umieszczona została w dużym naczyniu z wodą, umieszczonym nad palnikiem gazowym.

Kilkakrotnie przeprowadzone próby wykazały, że wiskozę szlamu z dodatkiem ługu posulfitowo-pofermentacyjnego i żuźla zmniejsza się pod wpływem temperatury.

Pomiary temperatury były robione systematycznie podczas prób fabrycznych. Temperatura szlamu wahała się od 40 do 45°C. Wynikało to zarówno z dostarczania gorącego ługu posulfitowo-pofermentacyjnego i podgrzanej wody, jak i wzrostu temperatury przy mieleniu.

Wyniki uzyskane w czasie próby fabrycznej wykazały większą płynność szlamu przy tej samej zawartości wody i dodatków, niż w czasie prób laboratoryjnych. Niewątpliwie jedną z przyczyn wpływających na zmniejszenie wiskozy jest wyższa temperatura.

Wprawdzie zasadniczo dodatni wpływ temperatury na płynność szlamu z środkami upłynniającymi nie nasuwa wątpliwości, konieczne jest jednak przeprowadzenie ścisłych pomiarów, które pozwoliłyby nie tylko wysnuć ogólny wniosek, ale ustalić dokładną zależność zmniejszenia wiskozy przy wzroście temperatury.

Przeprowadzone dotychczas, na bazie szlamów cementowni Wiek i Górka, doświadczenia laboratoryjne i dwukrotne próby fabryczne w cementowni Wiek pozwalają postawić przed przemysłem cementowym zadanie przemysłowe

wej realizacji metody upłynniania szlamów cementowych, pozwalającej na obniżenie wody w szlamie o kilka procent (w cementowni Wiek o 6—7%).

Stopień obniżenia zawartości wody i optymalne proporcje dodatków należy ustalić dla każdego zakładu indywidualnie. Wynika to z tego, że działanie środków upłynniających jest różne, w zależności od składu masy surowcowej i składu chemicznego wody. Wykazały to doświadczenia prowadzone przez ITK ze szlamami Wieku, Górki i innych cementowni.

Wstępnie można powiedzieć, że należy ustalić optymalne proporcje dodatków, a niekiedy może się okazać konieczność zastosowania innych środków upłynniających.

Stopień obniżenia % wody dla różnych cementowni jest jak wskazują przeprowadzone próby, różny i musi być wstępnie, przed wprowadzeniem do produkcji, ustalony.

Już obecne wyniki pozwalają ustalić poważny efekt ekonomiczny, wynikający ze stosowania dodatków. Obniżenie zawartości wody znacznie zmniejszy zużycie węgla na jednostkę klinkru i poprawi bilans pracy pieca.

Na podstawie otrzymanych danych można w przybliżeniu wyliczyć osiągalny w ten sposób wzrost wydajności pieców obrotowych.

Dopiero zastosowanie na skalę przemysłową metody obniżania ilości wody w szlamie pozwoli na ustalenie faktycznego efektu ekonomicznego, wyrażającego się w zmniejszeniu zużycia węgla na jednostkę wyprodukowanego cementu, wzrostem wydajności młynów surowych i wzrostem wydajności pieców.

Opisana praca była wykonana przy współudziale: mgr inż. I. Ahrends, mgr inż. W. Czyżewskiego, st. asyst. J. Pigłowskiego, techn. labor. W. Jurkowski.

LITERATURA

1. Bollenbach H., Kieffer E. — „Laboratoriumsbuch für die Tonindustrie”. Hale (Saale), 1929 r. s. 94.
Rozdział: „Giessfähigkeit”. Oznaczanie wiskozy. „Bestimmung der Viskosität”. s. 23, str. 2 rys. 2.
2. Buchanec — „Wskrytyje wozmożnosti”. Promysl. stroit. Mater. Nr 12 (290), 9 luty 1952 r., s. 1.
3. Budnikow P. P. — „Sbornik nauczno-issledowatelskich rabot po stroitelnym materialam”. Moskwa 1947 r., str. 236.
a) Rozdział II p. „Ob umienzenji koliczestwa wody w szlamie pri izgotowienji portlandcimenta po mokromu sposobu”. s. 141, str. 8, tabl. 7, wyk. 1.
b) Rozdział II p. „Wlijanje razizittielej na stiepien izmizlenzenja syrých cementnych materialow pri mokrom pamolie”. s. 149 str. 1, 5 tabl. 1.
4. Gilard P. — „Traité de Physico-chimie des Silicates”. Bruksela 1947 r., tom 1.
5. Rozdział VIII p. Wiskozę krzemianów. s. 155, str. 4 p. czynniki wywierające wpływ na wiskozę. s. 174, str. 7 (tłum. z franc.).
6. Guye F. — (Laboratorium prób i badań fabryki cementu Holderbank—Wildegge). „De la viskosite des pâtes à ciment”. s. 117 str. 6, rys. 6. (tłumaczenie).
7. Kühl H. — „Zement — Chemie”. Berlin 1951 r. tom I, str. 306, rozdział 1 p. B. „Flüssigkeiten”. „Innere Reibung”. „Oberflächen-spannung”. s. 8, str. 1.
tom II, str. 666, rozdział 9 p. B. „Aufbereitungsverfahren”. 3. c. „Die technische Durchführung der Rohmehlmahlung”. Dickschlamm-Verfahren”. s. 339, str. 13, rys. 8.

Mgr inż. Irena Ahrends

Mgr inż. Barbara Dybowska

666.94:662.613

Materiały wiążące na bazie popiołów paleniskowych

Do niedawna w Polsce produkowano i używano niewiele rodzajów materiałów wiążących hydraulicznych. W okresie międzywojennym produkowano jedynie cement portlandzki w 2 gatunkach i cement glinowy. Z materiałów wiążących powietrznych używano wapna i gipsu palonego, w ostatnich czasach — w niedużych ilościach gipsu estrich.

Stosunki gospodarcze i ekonomiczne kraju w tym czasie nie dawały możliwości wykorzystania całkowitej zdolności produkcyjnej istniejących zakładów, produkujących znane i znormalizowane gatunki cementów. W tych warunkach nie było potrzeby szukania nowych tworzyw wiążących, nawet gdyby udało się produkcję ich oprzeć na takich materiałach odpadkowych. W okresie tym nie było szeroko zakrojonych badań w tym kierunku, poza nielicznymi dorywczo prowadzonymi próbami na skalę laboratoryjną.

Wzmagający się od chwili wyzwolenia rozwój budownictwa wymaga coraz więcej materiałów wiążących i coraz bardziej zróżnicowanych pod względem jakości. Ponieważ w Związku Radzieckim problem nowych materiałów wiążących był od dawna aktualny i technologia wytwarzania wielu nowych tworzyw wiążących była już opracowana, można więc było rozpocząć badania w oparciu o bogatą literaturę radziecką.

Badania nad możliwością zastosowania żuźla wielkopiecowego do otrzymywania tworzyw wiążących doprowadziły do produkcji cementu hutniczego. W niedługim czasie po tym rozpoczęto produkcję cementu murarskiego 150 z klinkru cementowego z dodatkami hydraulicznymi.

Obecnie coraz wyraźniej wyczuwa się w przemyśle budowlanym potrzebę stosowania materiałów wiążących o niższych wytrzymałościach, które możnaby użyć do zapraw i betonów, zwłaszcza w budownictwie wiejskim.

Do produkcji tych tworzyw wiążących w Związku Radzieckim używa się materiałów odpadkowych, takich jak różnego rodzaju żużle, popioły, palone gliny, odpadki z przemysłu ceramicznego itp. Materiały te posiadają ukryte własności wiążące, które można wywołać dodatkami aktywatorów.

Jako aktywatorów używa się wapna, palonego gipsu, żużla wielkopiecowego, wypalonego dolomitu i innych. W ten sposób otrzymać można materiały wiążące, wprowadzając do niskich wytrzymałościach i powolnym twardnieniu, ale zato o łatwym i niekosztownym procesie technologicznym, który sprowadza się do mielenia i mieszania składników, z pominięciem kosztownego wypalania.

Tworzywa te przeważnie produkują się w miejscu, w którym znajduje się materiał wyjściowy i używa się go w najbliższej okolicy, ponieważ transport tak taniego produktu nie opłaca się.

Takie materiały „miejscowe“ mogą mieć dość szerokie zastosowanie w budownictwie, zastąpić mogą w niektórych przypadkach cement, a mianowicie przy sporządzaniu zapraw murarskich i wypraw, fundamentów dla niedużych domów. Nadają się one również do produkcji betonów o niskich wytrzymałościach, z zastrzeżeniem, aby nie były one wystawione na równoczesne działanie wody i mrozu.

Celem opracowania podstaw procesów technologicznych produkcji tego typu tworzyw wiążących rozpoczęto u nas prace badawcze. Pierwszym etapem jest przeprowadzenie w skali laboratoryjnej szeregu prób, które mają na celu wybranie odpowiednich, zwłaszcza odpadkowych, materiałów krajowych i dobranie aktywatorów.

Jako materiałów wyjściowych do tych prób użyto między innymi popiołów paleniskowych. Popioły te powstają w paleniskach rusztowych i pyłowych kotłów. Stanowią one materiał odpadkowy, który musi być wywożony poza obręb zakładu a zwalowanie go, ze względu na brak miejsca, często stwarza trudności. Na ogół popioły posiadają stosunkowo małe własności wiążące i nadają się raczej do produkcji „miejscowych“ materiałów wiążących.

Do prac badawczych użyto popiołów rusztowych i pyłowych z wytypowanych 6 elektrowni krajowych.

Z powyższych elektrowni otrzymano średnie próbki popiołów. Popioły te wysuszono i zmielono do stopnia przemiału nie przekraczającego 6% pozostałości na sicie o wielkości otworu oczka 0,08 mm (4900 ocz/cm²) i następnie przeprowadzono analizę chemiczną. Otrzymane wyniki przedstawione są w tabeli I.

Tabela I

Wyniki analizy chemicznej popiołów

Składniki	P o p i o ł y							
	A	B	C	D	E	F	G	H
SiO ₂	42,98	43,79	46,89	48,31	48,26	46,31	45,36	48,49
Al ₂ O ₃	13,31	8,00	23,77	18,02	25,66	22,56	19,51	18,58
Fe ₂ O ₃	15,50	6,00	12,00	20,00	12,00	11,50	13,73	11,00
CaO	9,76	4,88	9,83	6,78	6,25	8,28	0,72	2,28
MgO	2,92	0,28	1,53	3,39	1,67	1,67	4,46	4,57
SO ₃	1,35	2,44	1,62	0,85	1,05	1,24	2,45	2,97
Strata żarowa	10,73	24,95	2,25	0,99	1,40	4,76	6,05	7,36

Jak wynika z tabeli I skład chemiczny popiołów waha się w dość szerokich granicach, zwłaszcza widać to wyraźnie w stracie przy wyżarzaniu. Stratę tę powoduje głównie obecność niespalonego węgla.

Prócz składu chemicznego wpływ na jakość tworzyw wywierają również inne czynniki, takie jak temperatura spalania i sposób chłodzenia.

Od wysokości temperatury uzależnione są procesy chemiczne, których rezultatem jest powstanie związków pomiędzy składnikami popiołu. Powstałe związki, które głównie składają się z krzemionki i tlenku glinu, posiadają zdolność do reakcji z aktywatorami w obecności wody.

Sposób chłodzenia wywiera wpływ na strukturę otrzymanych związków, a tym samym na ich własności.

Dużo jest więc czynników wpływających na przydatność popiołu. W czasie spalania węgla w palenisku nie zwraca się uwagi na czynniki wpływające na jakość produktu odpadkowego jakim jest popiół. Nie ma jakiegokolwiek możliwości regulowania jego składu chemicznego i prawie w żadnym przypadku nie reguluje się temperatury spalania, z punktu widzenia jakości popiołu. Z powyższych powodów przy produkcji tworzyw wiążących będziemy stale mieć do czynienia z materiałem o wahaających się własnościach. Dlatego też z wyników analizy chemicznej popiołów nie można wnioskować o jakości otrzymanych z nich materiałów wiążących.

W pierwszej kolejności do aktywowania wzięto następujące popioły: A, B, C, D i G.

Jako aktywatorów użyto przy badaniach wapna hydratyzowanego i gipsu prażonego, półwodnego. Aktywatory wybrano tanie i łatwo dostępne. Ilość ich ustalono na podstawie danych z literatury fachowej. Przy wapnie hydratyzowanym 10 i 20%, przy gipsie półwodnym 3%.

Dla przekonania się, czy użyte materiały same, bez aktywatorów, nie posiadają chłochłazy małych własności wiążących, oznaczono ich czas wiązania. Badanie wykazało, że te popioły zupełnie nie posiadają własności wiążących. Zaczynny sporządzony z właściwą ilością wody nie stwardniały i przeważnie po 20 godzinach wysychały. Następnie przystąpiono do aktywowania. Odważone ilości popiołów i aktywatorów mieszano w misce ręcznie a potem w młynku laboratoryjnym, kulowym w ciągu 1 godz. W ten sposób otrzymano jednolity materiał, który poddawano badaniu.

AKTYWOWANIE GIPSEM PRAŻONYM PÓLWODNYM

Sporządzono mieszanki badanych popiołów z 3% gipsu. Otrzymane w ten sposób materiały badano na cechy fizyczne i wytrzymałościowe wg norm polskich PN/B-04300 i 04302. Wyniki badania cech fizycznych zestawione są w tabeli II.

Tabela II

Wyniki badania cech fizycznych popiołów aktywowanych gipsem półwodnym wg PN B-04300

Skład mieszanki Popiół + % dodatku	Ilość wody w za- czy- nie %	Czas wią- zania		Zmiany objętości Placki w kąpeli			
		po- czą- tek godz.	ko- niec godz.	parowej	wodnej	powie- trznej	suszenie 120° C
A + 3% gipsu	36,5	8 ⁵⁰	28 ²⁰	rozpadły się			
B + 3% „	36,0	0 ⁴⁰	20 ⁵⁵	„	„	„	„
C + 3% „	31,6	0 ³⁵	21 ⁵⁵	„	„	„	„
D + 3% „	30,5	1 ⁰⁰	12 ³⁰	„	„	„	„
G + 3% „	39,5	0 ²⁰	5 ³⁵	„	„	„	„

Z tabeli wynika, że gips spowodował wiązanie aktywowanych popiołów. Początki wiązania nastąpiły w stosunkowo krótkim czasie a końce były wyraźne. Placki z normalnego, zaczynu nie wytrzymały prób w kąpeli parowej, wodnej i powietrznej oraz suszenia w 120°C. Podczas tych prób całkowicie rozpadły się. Próba Le Chatelier'a również nie dała żadnych rezultatów, ponieważ zaczyn w pierścieniu włożony do wody rozplynął się.

Badanie wytrzymałości przeprowadzono na beleczkach sporządzonych z zaprawy 1:1:2 z 15% wody. Beleczki wyjęto po 2 dniach z form, część pozostawiono na powietrzu w laboratorium, a część włożono do wody. Beleczki włożone do wody rozplynęły się w krótkim czasie. Beleczki przechowywane na powietrzu były bardzo kruche i badane po 7 i 28 dniach — nie posiadały żadnych wytrzymałości.

Jak z powyższego wynika, aktywowanie 3% gipsu nie dało pozytywnych rezultatów poza tym, że badane mieszanki posiadały wyraźny początek i koniec wiązania. Prób z większą ilością gipsu na razie nie przeprowadzono.

Wyniki badania cech fizycznych materiałów wiążących otrzymanych z popiołów aktywowanych wapnem hydratyzowanym

Skład mieszanki Popiół + % do- datku	Ilość wody w zaczynie %	Czas wiązania		Zmiany objętości Placki w kąpeli				Stopień zmielenia Procent pozosta- łości na sicie		Próba Le Chate- lier'a
		początek godz.	koniec godz.	paro- wej	wod- nej	po- wie- trznej	suszenie 120°C	0,2 mm	0,08 mm	
A + 10% wapna	41,5	5 ²⁵	25 ⁵⁰					0,5	2,0	rozpadły się
B + 10% „	38,0	3 ⁴⁰	23 ⁰⁰	roz- padły się				0,5	1,5	
C + 10% „	34,0	5 ³⁰	13 ⁵⁵					0,5	3,0	
D + 10% „	35,5	4 ⁵⁰	22 ⁰⁵					1,0	6,0	
G + 10% „	43,3	1 ³⁵	10 ³⁰					1,0	3,0	
A + 20% wapna	47,0	6 ⁰⁰	12 ³⁰						0,5	2,0
B + 20% „	44,3	4 ³⁰	29 ¹⁰					0,5	1,5	-1,0
C + 20% „	38,5	4 ³⁰	22 ¹⁰					0,5	3,0	-1,0
D + 20% „	38,7	4 ³⁰	22 ²⁵					1,0	6,0	-0,5
G + 20% „	47,7	3 ⁰⁵	22 ⁴⁵					1,0	3,0	-1,0

AKTYWOWANIE WAPNEM HYDRATYZOWANYM

Do badanych 5 popiołów dodawano wapna w ilości 10 i 20%. W sposób wyżej podany przygotowywano odpowiednie mieszanki. Tak jak poprzednio, próbki poddawano badaniu na cechy fizyczne i wytrzymałościowe. W tabeli III zestawiono wyniki badań cech fizycznych.

Otrzymane dane wykazują, że wapno użyte jako aktywator daje znacznie lepsze wyniki niż gips. Badane materiały wykazały wyraźny czas wiązania, jednak z dość wydłużonym końcem dochodzącym do 30 godzin. Zwraca uwagę stosunkowo duża ilość wody w zaczynie, w porównaniu z normalnymi zaczynami cementów portlandzkich. Zaczyn przy wyrabianiu jest plastyczny i „łusty”. Placki z zaczynu po 24 godzinach były jeszcze miękkie, niezwiązane dlatego włożono je do kąpeli wodnej i poddano parowaniu po 7 dniach. Wzorowano się w tym wypadku na przepisach norm radzieckich dla cementów popiołowo-wapiennych (izwieszkowo-zolnyj-cement). Tylko próbki badane w 120°C poddano suszeniu po 24 godzinach od chwili zarobienia. Placki z mieszank z 10% wapna w kąpeli parowej rozpadły się, inne próby wytrzymały. Placki zaś z 20% wapna wszystkie próby wytrzymały.

Uwagę zwracają placki z mieszanki popiołu G z 20% wapna, które wyróżniały się większą twardością niż pozostałe. Mieszanki z 10% wapna nie wytrzymały próby Le Chatelier'a, mieszanki z 20% wapna wykazały przy badaniu nieduży skurecz.

Przygotowane mieszanki z dodatkiem 10% wapna poddano badaniu na cechy wytrzymałościowe wg PN/B-04302 sporządzając beleczy z zaprawy normalnej z piaskiem 1:1:2 z 15% wody. Beleczy wyjęto z form po 2 dniach, część z nich włożono do wody, pozostałe zostawiono na powietrzu w pracowni. Beleczy włożone do wody w krótkim czasie rozplynęły się; powietrzne badano po 7 i 28 dniach.

Z mieszank popiołów A, B, i G (10% wapna) wykonano również ósemki i sześciany wg GOST 310-41 i poddano badaniu, zgodnie z wymaganiami normy GOST 2544-44 dla wapienno-popiołowego cementu. Kształtki próbne wyjęto z formy po 2 dniach i przechowywano je w ciągu dalszych 5 dni w wilgotnym pomieszczeniu, po tym część z nich badano na rozrywanie i ściskanie, a pozostałe włożono do wody na 21 dni dla badania 28-dniowego.

Tabela IV

Wyniki badania cech wytrzymałościowych materiałów wiążących otrzymanych z popiołów aktywowanych wapnem hydratyzowanym

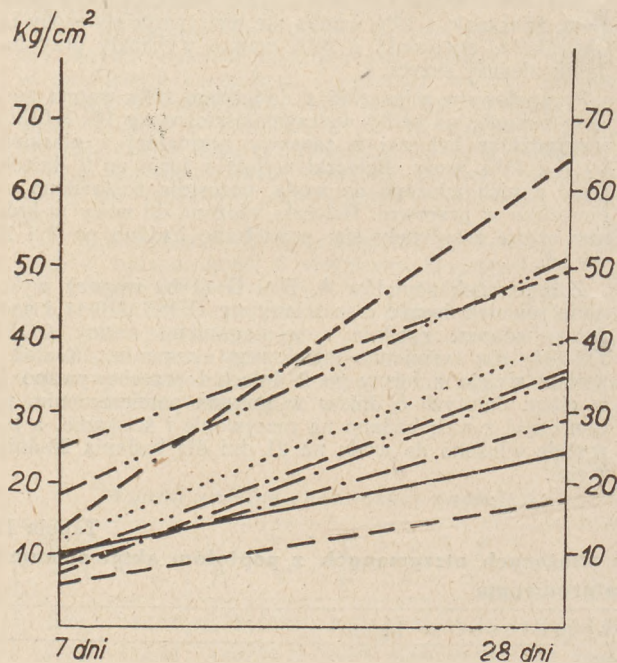
Skład mieszanki Popiół + % do- datku	Wytrzymałości w kg/cm ²							
	Beleczy wykonane wg PN/B-04302 przechowane na powietrzu				Beleczy wykonane wg GOST 2544-44			
	Zginanie		Ściskanie		Rozrywanie		Ściskanie	
	Po upływie dni							
	7	28	7	28	7	28	7	28
A + 10% wapna	3,2	3,8	6,7	7,6	bez wytr.	3,0	5,9	15,1
B + 10% „	4,5	3,6	6,4	6,4	bez wytrzymałości			
C + 10% „	2,5	1,9	4,2	4,1	nie badane			
D + 10% „	5,3	3,4	9,2	6,0	nie badane			
G + 10% „	6,1	3,9	14,4	9,2	2,6	6,5	12,2	39,9
A + 20% wapna					3,5	6,3	7,4	34,7
B + 20% „					2,4	5,9	8,3	29,6
C + 20% „	nie badane				2,6	7,8	9,7	36,5
D + 20% „					3,8	8,0	18,1	51,0
G + 20% „					3,5	12,2	13,2	64,9

Z porównania otrzymanych danych wynika, że metody norm polskich dla cementów portlandzkich nie nadają się do badania tego typu tworzyw, wytrzymałości bowiem na ogół nie wykazują wzrostu, a w niektórych przypadkach nawet zanotowano ich spadek. Ponieważ polskiej normy podającej metody badania materiałów wazących słabohydraulicznych nie ma, dlatego też dalsze mieszanki z 20% wapna badano wg norm radzieckich, specjalnie opracowanych dla tego typu tworzyw. Otrzymane wyniki przedstawione są w tabeli IV.

Tabela V
Wymagania normy GOST 2544-44 dla wapienno-popiołowego cementu

Marka cementu	Wytrzymałość w kg/cm ² po 7 dniach	
	Rozrywanie	Ściskanie
„25”	2	10
„50”	4	20

Z powyższych wyników widać, że dodatek wapna w ilości 10% nie jest wystarczający. Dodatek 20% wapna daje znacznie lepsze wyniki. Dla ustalenia jakości badanych popiołów otrzymane wyniki porównywano z wymaganiami norm radzieckich. W tabeli V podane są wymagania normy GOST 2544-44 dla cementu wapienno-popiołowego.



Wyniki badania cech wytrzymałościowych na ściskanie (wg GOST 310-41) materiałów wiążących otrzymanych z popiołów aktywowanych wapnem hydratyzowanym.

- · --- wymagania normy dla wapienno-popiołowego cementu „50” (linia 20—50)
- wymagania normy dla wapienno-popiołowego cementu „25”
- A+10% wapna, --- A+20% wapna
- G+10% wapna, --- B+20% wapna
- C+20% wapna (linia 9,7—36,5)
- D+20% wapna (linia 18,1—51,0)
- G+20% wapna (linia 13,2—64,9)

Marka „25” i „50” oznacza wytrzymałość na ściskanie po 28 dniach.

Jeżeli więc porówna się nasze wyniki z warunkami technicznymi normy, to widzimy, że materiały wiążące otrzymane z popiołów aktywowanych 20% wapna wszystkie czynią zadość stawianym wymaganiom po 28 dniach. Wytrzymałości po 7 dniach na ściskanie przy popiołach A, B i G są nieco niższe, popioły A, B i C odpowiadają cementowi marki „25”, a popioły D i G cementowi „50”. Popioły aktywowane 10% wapna nie odpowiadają wymaganiom normy prócz popiołu G, który w tym przypadku odpowiada marce „25”.

Otrzymane wyniki przedstawione są na wykresie, który przejrzysto obrazuje różnice między poszczególnymi popiołami i wymaganiami normy.

Podane w niniejszym artykule wyniki przedstawiają pierwsze, początkowe, przeprowadzone na skalę laboratoryjną próby aktywowania popiołów. Stanowią one tylko część całości pracy i obejmują badanie niektórych popiołów. Jednak z tej niedużej ilości danych można wyciągnąć wniosek, że aktywowanie popiołów dać może pozytywne wyniki i otrzymane tworzywa będą odpowiadały marce cementu „25” i „50”.

Dalsze prace laboratoryjne pójdą w kierunku zbadania większej ilości różnych popiołów. Do badań stosowane będą używane dotychczas aktywatory (gips i wapno hydratyzowane) dodawane w różnych ilościach. Będą także przeprowadzane badania z nowymi aktywatorami, między innymi z wapnem palonym mielonym, które według danych z radzieckiej literatury fachowej daje lepsze wyniki niż wapno hydratyzowane. Popioły aktywowane wspomnianym wapnem palonym dają materiały wiążące szybciej twardniejące i odznaczające się większymi właściwościami hydraulicznymi.

Należałoby również przeprowadzić badania na zaprawie plastycznej 1:3 z grubym piaskiem, ponieważ w praktycznym zastosowaniu materiały wiążące z popiołów będą przeważnie używane do zapraw. Na podstawie wyników prac laboratoryjnych będzie można opracować wytyczne dla prób na skalę półprzemysłową.

Realizację produkcji na skalę przemysłową materiałów wiążących „miejscowych” z popiołów poprzedzić musi szereg prób na skalę półprzemysłową, której zadaniem jest sprawdzenie wyników badań laboratoryjnych.

Każde tworzywo wiążące powinno posiadać ustaloną jakość i wykazywać możliwie dużą jednorodność. Aby warunki te mogły być spełnione przez materiały wiążące „miejscowe”, zakłady dostarczające popiół powinny starać się o możliwie całkowite spalenie, aby popiół nie zawierał szkodliwej domieszki węgla. Jednorodność produktu może być utrzymana, gdy zakłady będą stosować stale jeden i ten sam gatunek węgla.

Przy produkcji materiałów wiążących na bazie popiołów paleniskowych używać się będzie mniej energii, paliwa i pracy w porównaniu z produkcją innych cementów. Zastosowanie tych tworzyw pozwoli równocześnie na oszczędzenie cementu, ponieważ te materiały zastąpić go będą mogły w budownictwie wiejskim, niskokondygnacyjnym. Budownictwo więc otrzyma nowe i tanie tworzywo, które będzie mogło pokryć tak duże obecnie zapotrzebowanie na materiały wiążące.

LITERATURA

- Skramtajew — Stroitelnyje Materialy.
- Tyskij — Ispolzowanie razlicznych szlakow.
- Grigorjew P. N. — Primienienie izwiesti w stroitelstwie.
- Ministerstwo stroitelstwa priedpriatij tiazeloj industriji. Instrukcja po prigotowlenju i primienienju mołotoj niegaszoznojj izwiesti w stroitelstwie.
- Kronsbein W. — Flugaschen als hydraulische Zuschläge für die Herstellung von Bindemitteln für Mörtel u. Beton. Zement r. 41, zes. 38.