

PROJEKT POLSKICH NORM CEMENTU PORTLANDZKIEGO.

Podał Leon Karasiński.

Półtora roku temu z inicjatywy Dyrektora Departamentu Drogowego, profesora M. Nestorowicza, Ministerstwo Robót Publicznych powzięło myśl ostatecznego ustalenia polskich norm cementu portlandzkiego, opartych na wynikach prób bezpośrednich. W tym celu Departament zwrócił się do Laboratorium Wytrzymałości Tworzyw (L. W. T.) Politechniki Warszawskiej z poleceniem zbadania krajowych cementów i, po otrzymaniu w dniu 1 stycznia 1923 r. wyników ostatecznych, ujętych w ramy pierwotnego szkicu Polskich norm, wyłonił Komisję z udziałem przedstawicieli Ministerstwa Kolei Żelaznych, Politechnik krajowych i Związku Cementowników.

Już w r. 1921, na łamach „Przeglądu“, L. W. T. zapowiedziało podanie do wiadomości ogółu „projektu Polskich norm cementu portlandzkiego“, zastrzegło sobie prawo ogłoszenia wyżej wspomnianego szkicu niezależnie od zmian i uzupełnień Komisji, która zresztą dotychczas jeszcze nie ukończyła swych prac. Podaję go niżej wraz z dodatkami uzupełniającymi:

Polskie normy cementu portlandzkiego.

1. *Cement portlandzki stanowi tworzywo wiążące, otrzymane przez właściwe i dokładne zmieszanie surowców, zawierających wapieni i glinę, przez wypalenie tej mieszanki przy temperaturze spiekania i ścisłe zmielenie wypalin.* Wszelkie dodatki po wypaleniu są wzbronione, z wyjątkiem gipsu i wody. Procentowa zawartość gipsu nie powinna przekraczać 2,75%, wody zaś 2%.

2. *Próby cementu portlandzkiego winny być robione w pracowniach odpowiednio uposażonych i celowo prowadzonych.* W spornych wypadkach ostateczne orzeczenie należy do Pracowni Politechniki krajowych. Temperatura pracowni wynosić winna: 15—18°C, wilgotność względna: 60—70%, temperatura wody, używanej do prób: 14—17°C.

3. *Próba pełna obejmuje: warunki wiązania, stałość objętości, wytrzymałość, stopień zmielenia, ciężar właściwy i rozbiór chemiczny.* Wymaga próbki 25 kg cementu. *Próba zwykła* obejmuje: warunki wiązania, stałość objętości, wytrzymałość, stopień zmielenia i ciężar właściwy. Wymaga 20 kg. *Próba doraźna* obejmuje: warunki wiązania, stałość objętości, oraz wytrzymałość czystego cementu i zaprawę po 7-iu dniach. Wymaga 15 kg.

4. *Rozbiór chemiczny* ma dać stratę przy wyżarzeniu, pozostałość nierozpuszczalna, zawartość SO_2 i MgO , oraz spójnik hydrauliczny.

5. *Strata przy wyżarzeniu nie powinna przekraczać 3%*, przyczem gram cementu należy odważyć w tyglu najlepiej platynowym 20—25 cm^3 , przykryć tygiel, obsadzić w otworze płytki azbestowej na wysokości 3/5 ścianki i przez 15 minut prażyć w pochylonym płomieniu dmuchawki. Po powtórnym prażeniu pięciominutowym odważyć wraz z tygłem.

6. *Pozostałość nierozpuszczalna nie powinna przekraczać 1,5%*, przyczem gram cementu należy zalać 10 cm^3 wody, dodać 5 cm^3 stężonego kwasu solnego, nagrzewać aż do zupełnego wygotowania się wody, pozostałość rozcieńczyć 50 cm^3 wody i nagrzewać nad parą aż do zupełnego rozkładu cementu. Osad przesączyć, przemyć zimną wodą, sączek wraz z zawartością pogrążyć w 30 cm^3 pięcioprocentowego węgla sodu, świeżo przez 15 minut gotowanego, znów odsączyć, przemyć zimną wodą, zwilżyć kilkoma kroplami gorącego kwasu solnego (1:9), ponownie przemyć wodą gorącą i wyżarzyć do czerwoności. Po wystudzeniu zważyć jako pozostałość nierozpuszczalną.

7. *Zawartość SO_2 nie powinna przekraczać 2,75%*, przyczem gram cementu należy rozpuścić w 5 cm^3 stężonego kwasu solnego, rozcieńczonego 5 cm^3 wody lekko nagrzaną. Po zupełnym rozpuszczeniu się cementu dodać 40 cm^3 wody, przesączyć, osad dokładnie przemyć wodą, rozcieńczyć do 250 cm^3 , zagotować, dodać kroplami 10 cm^3 dziesięcioprocentowego roztworu BaCl_2 gorącego. Gotować aż do skupienia się osadu, postawić na parowej kąpiel, poczem osad odsączyć i przemyć. Sączek z osadem wyprażyć w tyglu platynowym aż do strawienia sączka, poczem otrzymany siarczan baru wyżarzyć i zważyć. Jego waga pomnożona przez 34,3 da zawartość procentową SO_2 .

8. *Zawartość magnezji nie powinna przekraczać 3%*, przyczem pół grama cementu należy zalać w parownicze 10 cm^3 wody, dodać 10 cm^3 stężonego kwasu solnego, lekko ogrzewać i mieszać, a następnie wysuszyć nad parą. W celu przyspieszenia odparowania ogrzewać osad przy 150°C, a nawet i przy 200°C przez 30—60 minut, poddać działaniu 10 cm^3 stężonego kwasu solnego, rozcieńczonego tą samą ilością wody. Parowniczkę przykryć i przez 10 minut trzymać nad kąpielą parową lub wodną. Rozcieńczony roztwór odsączyć, osad krzemionkowy starannie przemyć. W celu strącenia śladów związków manganu dodać do przesącza 5 cm^3 stężonego kwasu sol-

nego z odpowiednim dodatkiem wody bromowej (razem około 250 cm^3), zalkalizować amoniakiem, zagotować, a otrzymane osady $\text{Fe}(\text{OH})_3$ oraz $\text{Al}(\text{OH})_3$ przemyć początkowo przez szlamowanie, a następnie na sączku. Przesączyć odstawić, osad silnym strumieniem gorącej wody zmyć z sączka do zlewki, poczem rozpuścić w 10 cm^3 kwasu solnego. Sączek wylugować kwasem, roztwór wraz z produktami przemysławania dodać do poprzedniego roztworu. Glin i żelazo ponownie strącić z roztworu przez gotowanie zapomocą amoniaku i wody bromowej w objętości około 100 cm^3 . Ten drugi osad zebrać, przemyć na sączku poprzednio użytym; oba przesącza złączyć, w miarę potrzeby zredukować objętościowo i dodać 1 cm^3 amoniaku, poczem przegotować, dodać 25 cm^3 roztworu szczawianu amonowego, nasyconego na gorąco i znów gotować aż do strącenia szczawianu wapniowego w postaci wyraźnych ziarenek. Ten osad po upływie godziny odsączyć i przemyć, sączek wraz z zawartością wyprażyć w tyglu platynowym nad słabym płomieniem Bunsena aż do strawienia sączka, poczem zawartość tygla rozpuścić w kwasie solnym, rozcieńczyć 100 cm^3 wody, dodać w lekkim nadmiarze amoniaku i zagotować. Galaretowaty osad strącić szczawianem amonowym, odsączyć i przemyć. Złączone przesącza osadów wapiennych zakwasić kwasem solnym, skoncentrować nad łaźnią parową do mniej więcej 150 cm^3 , poczem zalkalizować zlekką amoniakiem, przegotować i odsączyć. Po ostudzeniu dodać 10 cm^3 nasyconego roztworu fosforanu sodowo-amonowego, ciągle mieszając. W chwili utworzenia się krystalicznego fosforanu magnezowo-amonowego dodać w lekkim nadmiarze amoniaku i pozostawić w spokoju przez kilka godzin w chłodnym miejscu, poczem odsączyć i przemyć wodą, zawierającą 2,5% NH_3 . Osad rozpuścić w małej ilości ciepłego kwasu solnego, rozcieńczyć do mniej więcej 100 cm^3 i dodać 1 cm^3 nasyconego roztworu fosforanu sodowo-amonowego, oraz kroplami amoniaku, ustawicznie mieszając aż do ponownego utworzenia się osadu ziarnistego, poczem dodać w lekkim nadmiarze amoniaku. Osad odstawić na dwie godziny, poczem odsączyć i przemyć, jak poprzednio. Sączek strawić w tyglu platynowym zważonym, a osad pozostały prażyć do stałej wagi nad palnikiem Mekera lub dmuchawką w płomieniu niezbyt ostrym, aby nie roztopić pirofosforanu magnezu. Jego waga pomnożona przez 72,5 da odsetkową wartość magnezji.

9. *Stosunek CaO do sumy SiO_2 , Al_2O_3 oraz Fe_2O_3 powinien być zawarty w granicach od 1,8 do 2,2*, przyczem należy pół grama cementu w przykrytym tyglu platynowym prażyć na silnym płomieniu dmuchawki przez 15 minut, zawartość wyspać do miseczki platynowej, zwilżyć wodą, aby nie było grudek, dodać 5—10 cm^3 stężonego kwasu solnego, mieszać, nagrzewać przy średniej temperaturze aż do zupełnego rozpuszczenia cementu, poczem wysuszyć nad łaźnią wodną. Pozostałość zwilżyć 5—10 cm^3 silnego kwasu solnego, rozcieńczonego wodą w stosunku 1:1. Miseczkę przykryć i trzymać przez 10 minut na kąpiel wodnej, odsączyć osad, przemyć wodą. Przesączyć odparować, a otrzymany przy tem osad poddać działaniu kwasu, jak wyżej, zbierając na nowym sączku ślady krzemowe, jakie mogły jeszcze pozostać w przesącza. Te resztki wraz z sączkiem wyprażyć w zważonym tyglu platynowym nad płomieniem Bunsena aż do zupełnego strawienia sączka, ponownie wyprażyć przez 15 minut na dmuchawce do stałej wagi. Pozostałość w tyglu poddać działaniu mniej więcej 10 cm^3 kwasu fluorowodorowego z czterema kroplami H_2SO_4 (zwykle wystarczy 5 cm^3 i 2 krople), poczem dokładnie wysuszyć nad niewielkim płomieniem a pozostałość przez 1 do 2 minut wyprażyć na dmuchawce, wystudzić i zważyć. Nadwaga da odsetkową zawartość SiO_2 .

Około 250 cm^3 otrzymanego wyżej przesącza po drugim odparowaniu zalkalizować amoniakiem, dodać tyle kwasu solnego, aby całkowita zawartość w roztworze wyniosła 10—15 cm^3 silnego kwasu, amoniak powinien być przy tem w lekkim nadmiarze, poczem gotować aż do wypędzenia nadmiaru amoniaku. Strącone $\text{Al}(\text{OH})_3$ oraz $\text{Fe}(\text{OH})_3$ ostrożnie odsączyć, przesączyć odstawić, osad zozpuścić w rozcieńczonym gorącym kwasie solnym i zlać do zlewki, gdzie pierwotnie odbywało się strącenie osadu, a następnie strącić glin i żelazo amoniakiem oraz 2—3 cm^3 wody bromowej; osad, powtórnie strącony po wygotowaniu, zebrać na tym samym sączku, o którym była wyżej mowa, i przemyć. Sączek wraz z zawartością włożyć do zważonego tygla platynowego, zawierającego wspomniane wyżej resztki SiO_2 , otrzymane po dodaniu kwasu fluorowodorowego; tygiel wyprażyć aż do strawienia sączka, poczem przez 5 minut żarzyć nad dmuchawką, bacząc, aby nie zaszła redukcja. Po wystudzeniu zważyć otrzymaną mieszaninę Al_2O_3 oraz Fe_2O_3 .

Można z niej wyodrębnić Fe_2O_3 . W tym celu należy ją stopić w tyglu przy niskiej temperaturze z dodatkiem 3 do 4 gr kwaśnego siarczanu potasowego, a jeszcze lepiej kwaśnego siarczanu sodowego. Stop poddać działaniu takiej ilości rozcieńczonego H_2SO_4 , zawierającego przynajmniej 5 gr bezwodnego kwasu z dostateczną ilością wody, aby roztwór stał się gorącym, poczem odparować, względnie nagrzać aż do wydzielania się par kwasu siarkowego. Po ostudzeniu rozpuścić w wodzie, odsączyć nieznaczną ilość SiO_2 , zważyć i skorygować kwasem fluorowodorowym i siarkowym. Przesączyć zredukować cynkiem, lub zapomocą H_2S , przyczem w tym ostatnim wypadku nadmiar H_2S należy wydzielić przez gotowanie przy jednoczesnym przepuszczaniu CO_2 , wreszcie miareczkować nadmanganianem, bacząc, by jego roztwór nie zawierał więcej niż 0,004 gr Fe_2O_3 na 1 cm^3 .

Do połączonych przesyłając osadów żelazo-glinowych dolać kilka kropel amoniaku i zagotować. Dodać do gotującej się cieczy 20 cm³ nasyconego roztworu szczawianu amonowego, gotować aż do utworzenia się wyraźnie ziarnistego osadu szczawianu wapniowego, poczem odstawić, aby osad zupełnie osiadł, poczem odsączyć i przemyć. Sączek strawić w tyglu platynowym nad małym płomieniem Bunsena, osad, pozostały w tyglu, rozpuścić w kwasie solnym, rozcieńczyć 100 cm³ wody, dolać w lekkim nadmiarze amoniaku i zagotować. Gdyby przytem straciło się nieco glinu, odsączyć, zważyć i dodać do poprzednio otrzymanego. Wapno stracić szczawianem amonowym, odstawić, odsączyć i przemyć niewielką ilością wody. Osad wyprażyć w przykrytym tyglu platynowym aż do stałej wagi i zważyć jako CaO, względnie miareczkować normalnym nadmanganianem.

10. *Cement portlandzki, normalnie wiążący winien wykazać początek wiązania najwcześniej po 20 minutach i koniec przed upływem 10 godzin, licząc od chwili dodania wody do zaczynu.* Warunki wiązania określa się zapomocą przyrządu Vicata. Trzon tego przyrządu winien mieć płaskie dno, przekrój ściśle 1 cm², obciążenie 300 gr wraz z wagą własną trzonu. Igła Vicata winna mieć również płaskie dno, przekrój ściśle 1 mm² i obciążenie wraz z wagą własną — 300 gr. Dolna płaszczyzna pozioma przyrządu Vicata służy jako podstawa płytki szklanej, na której ustawia się ebonitowy pierścień 4 cm wysoki o ściankach zlekką stożkowych.

W ciągu trzech minut dokładnie rozmieszać 300 g cementu z właściwą ilością wody, mierzoną w odsetkach wagi użytego do próby cementu. Mieszaniną wypełnić pierścień, pęcherzyki powietrza usunąć z mieszaniny przez potrząsanie płytki, strychulcem zebrać nadmiar zaczynu, poczem z wolna wprowadzić w dotyk z górną powierzchnią zaczynu płaskie dno cylindra. Właściwej ilości wody odpowiada swobodne zanurzenie się trzona do poziomu 6 mm ponad płytkę szklaną, stanowiącą dno mieszaniny. W razie płytszego zanurzenia się trzona próbę ponowić z większą ilością wody, w razie głębszego — z mniejszą.

Po ustaleniu właściwej ilości wody zrobić właściwy zaczyn, ponownie, jak wyżej, wypełnić nim pierścień i w odstępach kilkuminutowych wprowadzać w dotyk z górną powierzchnią zaczynu płaskie dno igły Vicata, poczem każdorazowo igła opadać winna swobodnie. Po każdym zanurzeniu płytkę nieco przesunąć, aby igła trafiła coraz to w inne miejsce. Dotyk igły do płytki należy sprawdzać na skali. Początek wiązania stanowi całkowita liczbę minut od chwili dodania właściwej ilości wody do chwili swobodnego opadnięcia igły na poziom 1 mm ponad płytkę, stanowiącą dno zaczynu, koniec wiązania — do chwili, kiedy igła zostawi na górnej powierzchni zaczynu ślad ledwo dostrzegalny.

11. *Stość objętości cementu portlandzkiego jest dobra, gdy placki z właściwego zaczynu nie pęczą się i nie pękają po 27-dniowej kąpieli powietrznej, wodnej, lub trzygodzinnej kąpieli parowej.* Ugnieść trzy kule średnicy mniej więcej 4 cm z cementu zaczynionego, jak wyżej, właściwą ilością wody, ułożyć na grubych płytkach szklanych i zlekką potrząsać, aby rozlały się w placki wypukłe średnicy mniej więcej 10 cm. Placki wraz z płytkami ustawić na drewnianych podstawkach tuż ponad cienką warstwą wody na dnie płaskiej skrzyni zamkniętej, wyłożonej na ściankach i pokrywie od wewnątrz wołokiem niezbyt grubym, zwilżonym wodą. Po upływie doby, placki wyjąć ze skrzyni, ostrożnie pozostawić z płytek szklanych na blachy cynkowane; jeden przez 27 dni pozostawić na powietrzu, drugi na 27 dni zanurzyć w kąpiel wodną, zmienianą co tydzień, trzeci — przez trzy godziny poddać działaniu pary wodnej.

12. *Wytrzymałość na rozciąganie czystego cementu po 7-iu dniach ma wynosić nie mniej niż 30 kg/cm², a po 28-iu dniach winna być wyższą od:*
$$\left[A + \frac{240}{A} \right] \text{ kg/cm}^2$$
 gdzie A oznacza wy-

trzymałość na rozciąganie po 7-iu dniach, wyznaczoną bezpośrednio z prób. Wewnętrzne ścianki sześciu ósemkowych normalnych form mosiężnych posmarować czystą wazeliną, ułożyć poziomo na płycie szklanej, wypełnić właściwym zaczynem cementowym, płytką potrząsać dla usunięcia pęcherzyków powietrza, strychulcem zebrać nadmiar zaczynu, wystającego ponad górną płaszczyznę form, poczem wraz z płytką wstawić do skrzyni wyżej opisanej. Po 24 godzinach wyjąć, formy otworzyć, próbki włożyć do kąpeli wodnej. Po 6-ciu dniach wyjąć z wody, zlekką osuszyć ściereczką i na mokro rozerwać pod obciążeniem statycznym. Tego rodzaju obciążenie otrzymać można tłocząc powoli olej do prasy lub sypiąc sruć w przyrządzie dźwigniowym Michaelisa z szybkością 10 gr na sekundę. Sześć innych próbek, tak samo wykonanych, pozostawić w kąpeli wodnej przez 27 dni, zmienianej co tydzień, poczem wyjąć, zlekką osuszyć ściereką i rozrywać pod obciążeniem statycznym. W obu wypadkach średnia z sześciu próbek daje wytrzymałość cementu. Odchylenia od średniej nie mogą przekraczać $\pm 8\%$.

13) *Wytrzymałość na rozciąganie zaprawy cementowej po 7-iu dniach ma wynosić nie mniej niż 15 kg/cm², wytrzymałość na rozciąganie po 28-iu dniach winna być wyższą od*
$$\left[B + \frac{60}{B} \right] \text{ kg/cm}^2$$
 gdzie B oznacza wytrzymałość na rozciąganie po 7-iu dniach, wy-

znaczoną bezpośrednio z prób. Wytrzymałość na ściskanie po 7-iu dniach ma wynosić nie mniej niż 140 kg/cm², po 28-iu dniach nie

mniej niż 250 kg/cm². Wewnętrzne ścianki sześciu normalnych form żeliwnych sześciennych posmarować czystą wazeliną. Odważyć 450 gr cementu, w ciągu minuty zmieszać z 1350 gr piasku normalnego w misce metalowej, poczem dodać od 7-iu do 9-iu % wody na wagę i znów przez minutę mieszać ręcznie łyżką metalową. Mieszaninę jednostajnie rozsypać po całej tarczy młynka Steinbrück-Schmelzera i puścić go w ruch na 2,5 minut, co odpowiadać winno 20 obrotom tarczy. Biorąc szuflę z tarczy po 900 gr, wypełnić dwie formy sześciennie, ustawione wraz z komerami górnymi na swych podstawkach, poczem ubijać w ubijaczce o ciężarze 3 kg, spadającym co sekunda z wysokości 50 cm. Pomiędzy 90-em a 110-em uderzeniem z otworu bocznego formy winna pociec woda kroplami. Wcześniejsze ukazanie się wody oznacza zbyt wielką jej zawartość w zaprawie, późniejsze — zbyt małą. W ten sposób po kilku próbach można ustalić właściwą ilość wody w zaprawie. Tą zaprawą właściwą wypełnić tuzin form sześciennych i tyleż form normalnych, ósemkowych żeliwnych. Pierwsze ubijać w ciągu 2,5 minut przy 150-uderzeniach na ubijaczce wyżej opisanej, drugie na lżejszej w ciągu 2 minut przy 120-u uderzeniach ciężaru 2 kg, spadającego z wysokości 25 cm. Po ubiciu zdjąć komory górne, strychulcem wyrównać powierzchnię górną i wstawić do skrzyni wyżej opisanej. Po upływie doby wyjąć, otworzyć formy, a próbki włożyć do kąpeli wodnej, zmienianej co tydzień. Po sześciu dniach wyjąć po sześciu próbek obu typów, po 27-iu dniach resztę. Probki wyjęte obeźrzeć ściereczką i rozerwać ósemkowe na mokro, sześciennie zaś zgnieść pod obciążeniem statycznym. We wszystkich wypadkach średnia z sześciu próbek daje wytrzymałość zaprawy. Odchylenia od średniej nie mogą przekraczać $\pm 8\%$.

14. *Piasek normalny polski wydobywa się w...* (miejscowość będzie później wskazana). Po wymyciu wodą i wysuszeniu na powietrzu, piasek kolejno odsiewa się na sitach o 64 (± 1) oczkach na cm² i średnicy drutu 0,4 ($\pm 0,04$) mm oraz o 144 (± 3) oczkach na cm² i średnicy drutu 0,3 ($\pm 0,03$) mm. To, co zostało pomiędzy sitami, stanowi piasek normalny polski.

15. *Stopień zmielenia jest właściwy, gdy cement portlandzki daje na sicie 900 pozostałość nie przewyższającą 1,5% oraz na sicie 4900 pozostałość nie przekraczającą 20%.* Odważyć 100 gr cementu, grudki starannie w palcach rozetrzeć, poczem przesiewać w ciągu 15 minut przez sito o 900 (± 18) oczkach na cm² i średnicy drutu 0,15 ($\pm 0,02$) mm, następnie przez sito o 4900 (± 92), oczkach na cm² i średnicy drutu 0,05 ($\pm 0,01$) mm, również w ciągu 15 minut. Sita mają być bezwzględnie suche i czyste, poruszane poziomo bez wstrząśnień, mechanicznie.

16. *Ciężar właściwy cementu portlandzkiego nie powinien być niższy od 3,1 gr/cm³.* Około 70 gr cementu wsypać do odważonej miseczki porcelanowej lub platynowej i nagrzewać przy 120 C. aż do stałej wagi, poczem umieścić w suszarni z chlorkiem wapnia. Upřednio przyrząd Le Chatelier'a, dokładnie wewnątrz wymyty i napełniony benzyną nieco ponad podziałkę zerową, zanurzyć do 9/10 wysokości w szklanym naczyniu z wodą o temperaturze 14 — 17 C. Po upływie godziny, nie wyjmując z wody przyrządu, usunąć nadmiar benzyny ponad podziałkę zerową za pomocą cienkich przecieków z bibuły i sypać cement z miseczki, tylko co wyjętej z suszarki, o ile w niej już cement ostygł do 14 — 17° C. Sypać małymi dawkami, rogową łyżeczką przez lejek, bacząc, by cement nie osiadał na ściankach przyrządu. Czynność tę przerwać w chwili, gdy poziom benzyny wskaże na skali 20 cm³, poczem strząsnąć pozostałość z łyżeczki i lejka z powrotem do miseczki i zważyć. Różnica wag, dzielona przez 20 da ciężar właściwy cementu.

17. *Cement portlandzki ma być dostarczany w beczkach lub workach z firmą.* Beczki lub worki winny zawierać właściwą wagę cementu i dostatecznie zabezpieczać go od wilgoci. Całkowita strata wagi cementu przy dostawie nie może przekraczać 2%. Orzeczenia jakości cementu winny odpowiadać wymogom norm niniejszych. Cement, nie odpowiadający całokształtowi polskich norm cementu portlandzkiego, nie może nosić miana „cementu portlandzkiego“.

Powyższy zarys, całkowicie oparty na bezpośrednich wynikach prób cementów krajowych, ustala dość wysokie normy na wzór najnowszych angielskich i amerykańskich. Ostre normy ułatwiają zbyt na zewnątrz, zwłaszcza, że rodzime Cementownictwo bez trudu im podoła, jak o tem świadczą niezbitnie wyniki prób cementowni L. W. T. P. W.

Rozbór chemiczny, podany wyżej — wzięty jest żywcem z ostatnich norm amerykańskich (Stany Zjednoczone, 1922). Stopień zmielenia należałoby właściwie ustalić nieco inaczej: *najwyższa odsetkowa dopuszczalna pozostałość cementu portlandzkiego dobrze zmielonego ma wynosić 22% na sicie 4900 oraz (5—0,2C) % na sicie 900; we wzorze powyższym C oznacza odsetkową pozostałość na sicie 4900, jaką daje odsianie bezpośrednie.* Na szczególną uwagę zasługuje sprawa Piasku Normalnego, jego pochodzenia i właściwego przyrządzenia.