

# CEMENT WAPNO GIPS

MIESIĘCZNIK POŚWIĘCONY ZAGADNIENIOM PRZEMYSŁU MATERIAŁÓW WIĄŻĄCYCH

Rok VIII/XVII

CZERWIEC 1952 R.

Nr 6



WYDAWCA: PAŃSTWOWE WYDAWNICTWA TECHNICZNE

Numer poświęcony zagadnieniom kontroli jakości produkcji



## T R E Ś Ć

	str.
<b>W walce o jakość produkcji</b> . . . . .	111
<b>Nowoczesne metody analityczne</b> — mgr M. Musialik . . .	112
<b>Metody oznaczania składu granulometrycznego i powierzchni właściwej cementu</b> — mgr inż. I. Ahrends i S. Błach . . . . .	116
<b>Aktualny stan prac normalizacyjnych w przemyśle wapienniczym</b> — mgr inż. T. Karaim. . . . .	121
<b>Badanie cech fizycznych i wytrzymałościowych cementu według norm polskich i zagranicznych</b> — mgr inż. I. Ahrends i S. Błach . . . . .	125
<b>Kontrola jakości w przemyśle gipsowym</b> — F. Pająk i S. Machajski . . . . .	130
<b>Przegląd Bibliograficzny</b>	

Fotografia na okładce przedstawia fragment laboratorium

---

### KOMITET REDAKCYJNY

Redaktor naczelny: mgr Lucjan Mazurkiewicz — Sekretarz redakcji: Irena Socjuszowa  
Redaktorzy działowi: mgr inż. Roman Andrzejewski, mgr inż. Walery Cieśliński, mgr inż. Jerzy Sulikowski,

---

Adres redakcji: Sosnowiec, ul. 3-go Maja 28, tel. 6-29-44

Adres administracji: Katowice ul. Stawowa 19, tel. 324-44/45

Kolportaż: PPK „RUCH“ Katowice ul. Rewolucji Październikowej 16 tel. 375-43

---

Warunki prenumeraty: Przedpłata kwartalna normalna 13.50 ulgowa 9.—

---

**Konto PKO Katowice III. 12007/110. Cena zeszytu pojedynczego 4.50**

---

Format A4 — Obj. ark. druk.  $1\frac{1}{2} + \frac{1}{8}$  — Nakład 1600 egz. — Papier druk. sat. kl. V 61×86, 60 g

Numer zamówienia 367 z dnia 13. 5. 52. — M-3-18581 — Druk ukończono 18. 6. 1952

KRAKOWSKIE ZAKŁADY GRAFICZNE Nr 4 — KRAKÓW, J. SAREGO 7 — TELEF. 560-67



# CEMENT WAPNO GIPS

MIESIĘCZNIK POŚWIĘCONY ZAGADNIENIOM PRZEMYSŁU MATERIAŁÓW WIĄŻĄCYCH

Rok VIII/XVII

CZERWIEC 1952 R.

Nr 6

## W walce o jakość produkcji

Początki działalności przemysłowej w naszym kraju w pierwszym okresie po odzyskaniu niepodległości skierowane były przede wszystkim na możliwie szybką odbudowę i uruchomienie zniszczonych zakładów. W dalszym etapie konsekwentnie kładziono nacisk na uporządkowanie zagadnienia ilościowego planowania produkcji oraz opanowanie przez zakłady metody planowania.

Realizacja Planu Sześcioletniego, obok szczegółowych założeń dotyczących wzrostu ilości produkcji materiałów wiążących, stawia jako podstawowe zadanie — podnoszenie jakości produkcji. Coraz mocniej i wyraźniej wszystkie autorytatywne czynniki w Państwie podkreślają zasadę, że usilne dążenie do wykonania i przekroczenia ilościowego planu produkcji nie może przesłaniać zagadnienia jakości produktu.

Z jednakową energią i konsekwencją należy dążyć zarówno do ilościowego wykonania zaplanowanej produkcji jak i do stałego podnoszenia jej jakości.

Odpowiednie akty państwowe są wyrazem stałej troski Rządu o właściwe postawienie tej sprawy w przedsiębiorstwach. Uchwała Komitetu Ekonomicznego Rady Ministrów z 12 maja 1950, nakazująca tworzenie działów kontroli technicznej, szczegółowo omawia i konkretyzuje zadania i obowiązki tej ważnej komórki każdego zakładu przemysłowego, a precyzując dokładnie miejsce komórki kontroli technicznej w schemacie organizacyjnym przedsiębiorstw daje jej dużą samodzielność i niezależność.

Okoliczność ta nakłada na organy kontroli technicznej dużą odpowiedzialność i wymaga od personelu fabrycznego, zatrudnionego w działach kontroli jakości, odpowiednich kwalifikacji fachowych.

Jakość naszych materiałów wiążących posiada dobrą tradycję. Produkcja naszych fabryk wysoko oceniana była przez krajowy przemysł budowlany i docierała — jeśli chodzi o cement — także w znacznych ilościach do odbiorców zagranicznych i zamorskich wytrzymując konkurencję na rynkach międzynarodowych.

Tej dobrej tradycji nie wolno zatracić — trzeba ją utrzymać i rozwinąć.

Zgodne z potrzebami życia gospodarczego podejmowanie produkcji coraz nowych materiałów wiążących, stawia dodatkowe wymagania przed organami kontroli technicznej.

Dlatego też nieprzerwane podnoszenie swych kwalifikacji fachowych, przyswajanie nowoczesnych, szybkościowych metod kontroli technicznej, opracowywanie coraz doskonalszych sposobów badania półfabrykatów i produktów — stanowić musi codzienny obowiązek personelu laboratoriów i organów kontroli technicznej w fabrykach cementu i zakładach wapienniczych.

Wydając zeszyt niniejszy poświęcony zagadnieniom kontroli jakości w przemyśle materiałów wiążących, wyrażamy nadzieję, że umożliwi on szersze spojrzenie zainteresowanym na podstawowe zagadnienia normalizacji i kontroli produkcji, wskaże nowe kierunki w tej dziedzinie i przyczyni się do pogłębienia indywidualnych studiów każdego pracownika kontroli technicznej.



Nie wykluczam przez to możliwości stosowania mikroanalizy w laboratoriach przemysłu cementowego, tym bardziej, że stosowane są już z powodzeniem zagranicą metody kolorymetryczne. Polegają one na wytwarzaniu związków barwnych poszczególnych składników i mierzeniu intensywności zabarwienia przez porównanie z roztworami wzorcowymi.

Na przykład żelazo trójwartościowe tworzy z rodankiem potasu lub amonu roztwory zabarwione na kolor krwisto-czerwony. W zależności od ilości żelaza zabarwienie to będzie jaśniejsze lub ciemniejsze. Jeżeli do jednego cylindra nalejemy krwisto-czerwonego roztworu żelaza badanego, a do drugiego wody z dodatkiem rodanku i będziemy dolewali z biurety roztworu chloru żelaza o znanej jego zawartości (mianowanego, aż do zrównania barw, wówczas z ilości zużytych mililitrów będziemy mogli obliczyć ilość żelaza w badanym roztworze.

Tego rodzaju postępowanie jest jednak kłopotliwe. Stosując fotometry unikamy przyrządzania roztworów wzorcowych a mierzymy nimi ilość światła przechodzącego przez badany roztwór. Jeżeli przepuścimy światło przez roztwór czysty i zabarwiony to przekonamy się, że w drugim przypadku ilość przechodzącego światła będzie mniejsza proporcjonalnie do intensywności zabarwienia, a tym samym do ilości barwnego związku. Pomiar wykonuje się patrząc wprost albo za pomocą fotokomórki.

Fotometrami możemy mierzyć nie tylko intensywność zabarwienia ale również zmętnienie próbki i wtedy mówimy już nie o kolorymetrii a o nefelometrii.

Inną metodą mikroanalizy jest polarografia. Aparat służący temu celowi nazywa się polarografem.

Polarografia jest to rodzaj elektrolizy, gdzie jedna nieruchoma elektroda rtęciowa o dużej powierzchni znajduje się na dnie naczynia, a druga tzw. kroplowa, także rtęciowa, zawieszona jest w badanym roztworze nad pierwszą. W zależności od przyłożonego napięcia będą się wydzielaly różne kationy. Mierząc natężenie prądu, które jest proporcjonalne do stężenia kationu, możemy w ten sposób wyznaczyć ilość jonu w badanym roztworze.

Pomiary, zarówno napięcia jak i natężenia prądu, aparat rejestruje na papierze automatycznie. Z wykresu możemy odczytać zarówno skład jakościowy jak i ilościowy badanego roztworu.

Mimo tylu zalet aparat ten nie znalazł jeszcze szerszego zastosowania w naszym przemyśle, prawdopodobnie z powodu trudności w obsłudze i braku opracowanych metod pracy, chociaż w innych przemysłach jest już prosto niezastąpiony.

Interesującą metodą wspomnianą na wstępie jest chromatografia, która zapewne także mogłaby znaleźć zastosowanie w laboratoriach cementowych. Zasada postępowania jest następująca: roztwór zawierający mieszaninę substancji przesącza się przez szklaną rurę wypełnioną sproszkowaną masą adsorbującą, na przykład — tlenkiem glinu. Przy przesączaniu

rozpuszczone substancje będą się wytrącały jedna nad drugą w adsorbencie, w pewnym porządku, tworząc pierścienie, których zabarwienie jest wywołane od razu, albo też przez traktowanie odpowiednimi czynnikami. Poszczególne warstwy rozdziela się przez wymywanie, a następnie oznacza się ilościowo zawartość składników.

Metodę tą opracowano w ZSRR dla wykrywania barwników w kwiatach. Później zastosowano ją w preparatyce organicznej, a ostatnio i w chemii nieorganicznej. Masą adsorbującą jest tutaj najczęściej tlenek glinu zawierający gliniany alkaliczne. W czasie sączenia metale alkaliczne glinianów (sód, potas) są wymieniane przez metale, które tworzą trudniej rozpuszczalne gliniany, a te z kolei wypierane są przez metale tworzące jeszcze trudniej rozpuszczalne gliniany.

Warstwy kationów w czasie sączenia po prostu wędrują ustalają się ostatecznie w kolejności zależnej od składu badanego roztworu i sposobu przyrządzenia środka adsorbującego, więc w tym wypadku — tlenku glinu. Szerokość warstw jest proporcjonalna do ilości zaadsorbowanej substancji.

Chromatografię do chemii nieorganicznej wprowadzono niedawno (około 16 lat temu) postęp jej jest jednak bardzo szybki ze względu na prostotę wykonania. Metody chromatograficzne, jako bardzo czułe, proste i szybkie mogą również znaleźć zastosowanie przy badaniu cementu.

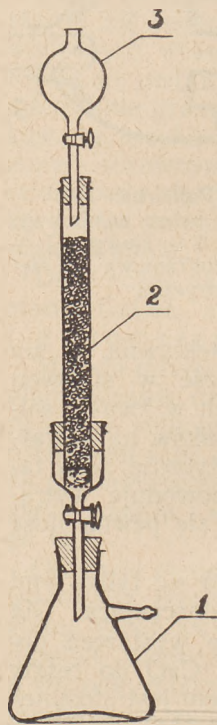
Najważniejsze kationy występujące w cementcie układają się w następującej kolejności od góry: wapń, żelazo, magnez, mangan.

Kolorymetria, polarografia i chromatografia należą do metod mikroanalizy i można je stosować raczej do badania klinkru cementowego i cementu, a nie do surowca.

Celem badania surowca należy sięgnąć do metod makroanalizy.

Duże możliwości zastosowania w przemyśle cementowym przedstawiają metody potencjometrycznego i konduktometrycznego miareczkowania.

Potencjometryczne miareczkowanie polega na oznaczeniu zmian różnicy potencjałów elektrycznych elektrod zanurzonych w badanym roztworze. Mówiąc prościej, koniec miareczkowania stwierdzamy na podstawie wskazań przyrządu elektrycznego (galwanometru), a nie zmian barwy wskaźnika. Jest to szczególnie ważne dla roztworów silnie zabarwionych lub mętnych, jak

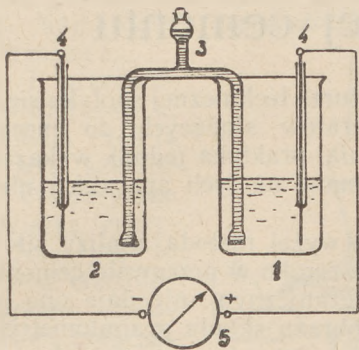


Rys. 3. Urządzenie do analizy chromatograficznej.  
1 — kolba Bunsena,  
2 — rura szklana wypełniona tlenkiem glinu, 3 — wkraplacz.



to ma miejsce w czasie miareczkowania mączki surowej.

Drugą zaletą tej metody jest możliwość oznaczenia kilku kationów obok siebie w tym samym roztworze.



Rys. 4. Urządzenie do miareczkowania potencjometrycznego.

1 — naczynie z cieczą miareczkową, 2 — elektroda porównawcza, 3 — klucz elektrolityczny, 4 — elektrody metalowe, 5 — galwanometr.

Zasada oznaczenia potencjometrycznego polega na tym, że jeżeli do roztworu soli, kwasu, czy zasady zanurzymy dwie elektrody z różnych metali, to na granicy metalu i roztworu powstają potencjały elektryczne, których różnicę można zmierzyć galwanometrem. Zmiana stężenia czynnych jonów w roztworze powoduje zmianę różnicy potencjałów, a zmianę stężenia jonów możemy wywołać przez dodawanie innego roztworu.

Na przykład badanym roztworem jest jakikolwiek kwas, a więc roztwór zawierający jony wodorowe. Przez dodawanie mianowanego roztworu ługu jony wodorowe będą znikaly w momencie zmiareczkowania, a więc zobojętnienia jonów wodorowych, zmiana potencjałów zanurzonych do roztworu elektrod będzie największa. Wielkość tej zmiany możemy regulować przez dobór odpowiednich elektrod.

Metoda potencjometryczna nadawałaby się — moim zdaniem — do miareczkowania CaO obok MgO w mączce surowej, ponieważ użycie wskaźników napotyka tu na trudności z powodu mętności próbki. Mierzenie różnicy potencjałów po każdym dodaniu roztworu mianowanego byłoby niestety bardzo kłopotliwe. Istnieją jednak sposoby ominięcia tych trudności. Jednym z nich jest sporządzenie tego rodzaju elektrody, która w momencie zmiareczkowania wykazywałaby taki sam potencjał jak druga, a więc różnica potencjałów równałaby się zeru. Miareczkowanie przy użyciu elektrody tego typu, ograniczałoby się do dodawania roztworu mianowanego tak długo, aż galwanometr wykazywałby napięcie równe zeru.

Sporządzając dwie tego rodzaju elektrody, jedną dla CaO, drugą dla MgO, można byłoby z powodzeniem zastąpić dotychczasowe metody oznaczania wymienionych składników metodami potencjometrycznymi.

Metoda konduktometryczna polega na pomiarze przewodnictwa elektrycznego roztworów soli, kwasów i zasad. Początkowo ja-

ko wskaźnika używano brzęczyka i słuchawek telefonicznych, obecnie stosuje się bardzo czułe galwanometrię na prąd zmienny.

Możliwości zastosowania konduktometrii są w cementowniach takie same jak potencjometrii. O wyborze między obydwoma sposobami mogą zdecydować badania laboratoryjne.

Do przeprowadzania pełnych analiz surowca można by zastosować metody chromatograficzne, lub sięgnąć do odczynników selektywnych. Odczynniki selektywne są to zazwyczaj związki organiczne, które w roztworach soli różnych metali tworzą związki nierozpuszczalne tylko z jednym z nich. Takimi selektywnymi odczynnikiem jest na przykład aluminon, który tworzy związek nierozpuszczalny z glinem i 8-oksychinolina, która w zależności od kwasowości roztworu, tworzy z różnymi metalami związki nierozpuszczalne.

Fabryki odczynników produkują ciągle nowe preparaty o coraz większej selektywności.

Praca chemika analityka, stosującego odczynniki selektywne, polegałaby na rozpuszczaniu badanej substancji, dopełnieniu do pewnej objętości i podzieleniu roztworu na tyle części ile ma oznaczyć kationów. Do każdej części dodałby odczynnika reagującego z żądanym jonom, odsączył osad i oznaczył procent jego zawartości.

Ten krótki przegląd metod pośpiesznych nie wyczerpuje wszystkich możliwości ich stosowania. Na temat kolorymetrii, potencjometrii, polarografii i innych napisano już całe tomy. Celem niniejszego artykułu jest tylko podanie czytelnikowi tych dziedzin nowoczesnej analizy, które już utorowały sobie drogi i zdobyły mocną pozycję w innych przemysłach, a nie przedstawienie dokładnych przepisów pracy. Może dla niektórych chemików-cementowników będzie on bodźcem, drogowskazem do racjonalizacji i modernizacji metod kontroli tak ważnego w gospodarce narodowej produktu jakim jest cement.

Przemysł cementowy w Polsce posiada zakładowe laboratoria fabryczne urządzone dość dobrze. Stare pomieszczenia, częstokroć nie nadające się do tej odpowiedzialnej pracy, zostały już w dużej mierze zastąpione przez nowe, odpowiadające potrzebom sale, zaopatrzone w urządzenia wentylacyjne i digestoria.

Dzięki planowej gospodarce ogólnonarodowej wyposażenie w nowoczesne urządzenia stale postępuje naprzód. Odczuwa się jeszcze braki w odpowiednio przygotowanych kadrach, ale i tutaj robi się wiele. Mamy liczne szkoły przygotowujące nowy narybek, który po pewnym okresie czasu i ten brak usunie. Liczne narady, artykuły w prasie, wydawnictwa (szczególnie radzieckie i z NRD), pozwalają na uzupełnienie braków w wiadomościach i tym samym rokuja nadzieję szybkiej modernizacji pracy.

Obecnie dalecy jeszcze jesteśmy od pełnej modernizacji zarówno metod pracy jak i przygotowanego do tego personelu. W państwie socjalistycznym, państwie planowej gospodarki narodowej, znajdują się jednak środki, aby postęp w tej dziedzinie był pełniejszy, bardziej wszechstronny i ogarniający cały przemysł cementowy.



## Metody oznaczania składu granulometrycznego i powierzchni właściwej cementu

W wielu przemysłach spotykamy się z zagadnieniem określania składu granulometrycznego lub powierzchni właściwej rozdrobnionych substancji stałych.

Zagadnienie to ma w przemyśle cementowym szczególne znaczenie, ponieważ skład granulometryczny cementu lub wielkość jego powierzchni właściwej jest jednym z czynników wpływających na proces jego wiązania i twardnienia. Reakcje zachodzące podczas wiązania i twardnienia cementu, zwłaszcza w fazach początkowych, można uważać za reakcje powierzchniowe. Zwiększenie powierzchni wpływa na przyspieszenie tych procesów.

W literaturze technicznej można znaleźć wypowiedzi wielu autorów, którzy wychodząc z koloidalnej teorii twardnienia, podkreślają znaczenie odpowiedniego składu granulometrycznego dla procesu twardnienia cementu. Według tej teorii dla prawidłowego procesu twardnienia, cement musi zawierać zarówno mniejsze jak i większe cząsteczki. Jak z tego wynika, w nowoczesnym cementownictwie, przy kontroli jakości cementu powinny być uwzględniane pomiary składu granulometrycznego i powierzchni właściwej.

Dowodem zainteresowania cementowników tego rodzaju badaniami jest opublikowanie w nowych książkach radzieckich szeregu dobrze opracowanych metod badania składu granulometrycznego i powierzchni właściwej cementu. Również w nowych normach amerykańskich dla cementów, zamiast wielkości odnoszących się do pozostałości na sicie, podana jest wielkość powierzchni właściwej w  $\text{cm}^2/\text{g}$ .

Dotychczas opracowano szereg metod oznaczania składu granulometrycznego i powierzchni właściwej ciał sproszkowanych. Najczęściej stosowane w przemyśle cementowym są następujące metody:

1. Analiza sitowa,
2. Badanie mikroskopowe,
3. Sedymentacja,
4. Separacja powietrzna,
5. Turbidimetria,
6. Badania za pomocą powierzchniomierza.

### ANALIZA SITOWA

Analiza sitowa polega na rozdzielaniu substancji badanej za pomocą sit na frakcje o odpowiedniej wielkości ziarn w zależności od wielkości otworów sita.

Stopień zmielenia cementu według norm polskich bada się na sitach z tkaniny fosforo-brązowej o otworach 200  $\mu$  i 80  $\mu$ . Sto gramów cementu przesiewa się przez odpowiednie sito i waży pozostałość na sicie. Przesiewanie przeprowadza się ręcznie.

W literaturze technicznej spotyka się opisy i rysunki aparatów służących do mechanicznego przesiewania, praktyka jednak wykazała, że wyniki otrzymane na tych aparatach nie są zadowalające.

Opisana wyżej metoda analizy sitowej stosowana jest szeroko w przemyśle cementowym naszym i zagranicznym, nie daje ona jednak dokładnego obrazu składu granulometrycznego cementu. Na podstawie otrzymanych wyników nie można również oznaczać ilościowo powierzchni właściwej cementu.

Dla otrzymania dokładniejszego ilościowego składu granulometrycznego stosuje się sita o mniejszych wymiarach oczek, a mianowicie 60  $\mu$  i 42  $\mu$ .

Sita o jeszcze mniejszych wymiarach oczek stosować nie można, ponieważ natrafiamy na trudności w przesiewaniu, polegające na przyklejaniu się cementu do sit, zatykaniu otworów itp.

Metoda oznaczania stopnia zmielenia za pomocą sit jest prosta i szybka w wykonaniu, nie wymaga specjalnych urządzeń i może być wykonana przez nisko-kwalifikowany personel, z tego też powodu znajduje zastosowanie jako metoda ruchu dla bieżącej kontroli ruchu młynów. Jednak przy pracach badawczych i naukowych rzadko jest stosowana, ponieważ wyniki jej są niewystarczające.

### BADANIE MIKROSKOPOWE

Badanie mikroskopowe składu granulometrycznego polega na obliczaniu wielkości poszczególnych frakcji granulometrycznych, przez bezpośrednie mierzenie pod mikroskopem wymiarów poszczególnych ziarn substancji sproszkowanych. Metoda ta stosowana była dawniej przy pracach badawczych, obecnie jako żmudna, pracochłonna i dająca tylko przybliżone wyniki jest rzadko stosowana. Aby otrzymać wyniki dokładniejsze, należy przeprowadzić bardzo dużo pomiarów dla tej samej próbki.

### SEDYMENTACJA

Metoda sedymentacyjna badania polega na rozdzielaniu poszczególnych frakcji granulometrycznych za pomocą zawieszenia rozdrobnionego materiału w cieczy. Szybkość opadania cząsteczek w zawieszynie jest według prawa Stokes'a zależna między innymi od wymiarów cząsteczek. Cząsteczki większe opadają szybciej, drobniejsze wolniej; przez co uzyskuje się rozdzielanie substancji na frakcje granulometryczne.

Przy badaniu cementu, jako cieczy sedymentacyjnej używamy związków, które nie mają wpływu chemicznego na cement. Związkami takimi



są: alkohol, glikol etylowy, olej parafinowy i inne. Celem zwiększenia dyspersji dodaje się chlorek wapnia, pirofosforan sodu, kwas oleinowy.

Istnieje kilka aparatów pozwalających na mierzenie składu granulometrycznego za pomocą sedymentacji. Najbardziej rozpowszechniony jest aparat Andreasen'a.

Rysunek 1 przedstawia aparat Andreasen'a, którego główną częścią składową jest szklane naczynie cylindryczne (1) z podziałką centymetrową. Naczynie to zamknięte jest doszlifowanym korkiem szklanym (2), który połączony jest z pipetką (3) wyposażoną w dwudrożny kran (4). Koniec rurki pipety sięga w głąb flaszki do punktu zerowego podziałki. W korku znajduje się otwór (5), służący do wyrównywania ciśnienia w czasie pomiaru. Jako cieczy sedymentacyjnej używa się absolutnego alkoholu etylowego lub glikolu etylowego.

Pomiar wykonuje się w ten sposób, że do naczynia cylindrycznego odważa się 10 g cementu i miesza z małą ilością cieczy. Po wymieszaniu dopełnia się cieczą do wysokości 20 cm na podziałce i przez silne wstrząsanie wytwarza równomierną zawiesinę. Podczas wstrząsania zamyka się otwór palcem. Po przygotowaniu zawiesiny aparat odstawia się do sedymentacji notując czas jako  $t_0$ .

Równocześnie należy bardzo szybko oznaczyć koncentrację początkową zawiesiny  $C_0$  przez wciągnięcie próbki do pipetki i odparowanie odmierzonych 10 ml zawiesiny. Zawiesinę odparowuje się w srebrnej miseczce (6).

W przypadku użycia glikolu etylowego jako cieczy sedymentacyjnej, pozostałość należy krótko wyprażyć nad płomieniem palnika.

Początkową koncentrację zawiesiny  $C_0$  można również wyliczyć, bez przeprowadzania próby, mając dany ciężar odważonej do badania próbki i objętość cieczy.

Po oznaczeniu początkowej koncentracji przystępuje się do właściwego pomiaru: w oznaczonych odstępach czasu  $t$  pobiera się przez wciągnięcie do pipety i odmierzenie 10 ml zawiesiny, próbki, w których przez odparowanie oznacza się zawartość substancji badanej w zawieszynie, czyli koncentrację w czasie  $t$  równą  $C_t$ . Dla każdego pomiaru należy odczytać na skali naczynia wysokość słupa cieczy  $h$ .

W ten sposób otrzymujemy ciężary substancji odpowiadające pewnym frakcjom granulometrycznym. Wielkość cząsteczek odpowiadających tym frakcjom wyliczamy z wzoru Stokes'a; przy założeniu, że cząsteczki mają kształt kostek:

$$K = 141 \left( \frac{h \eta}{t(d_s - d_c)} \right)^{1/2}$$

gdzie:

- $K$  — wielkość cząsteczek w cm,
- $h$  — wysokość słupa cieczy w cm,
- $\eta$  — lepkość cieczy w jednostkach c. g. s.,
- $t$  — czas w sekundach,
- $d_s$  — ciężar właściwy substancji badanej w  $\text{g.cm}^{-3}$ ,
- $d_c$  — ciężar właściwy cieczy w  $\text{g.cm}^{-3}$ .

Przy pomiarze zawiesina musi być prawidłowa. W przypadku powstawania skoagulowanych grudek, pomiar należy powtórzyć dodając do przygotowanej zawiesiny substancji dyspergujących.

Pomiary przy pomocy tego aparatu są proste w wykonaniu.

Wadą tej metody jest fakt, że pomiary muszą być wykonywane w pomieszczeniu gwarantującym stałą temperaturę. Wahania temperatury w czasie pomiaru wpływają ujemnie na dokładność oznaczenia.

Oprócz aparatu Andreasen'a istnieje jeszcze szereg aparatów o odmiennej konstrukcji, działających na zasadzie sedymentacji.

Mając oznaczony za pomocą jednej z metod sedymentacyjnych skład granulometryczny cementu, możemy wyliczyć jego powierzchnię właściwą posługując się wzorem:

$$s = \frac{6}{100 \cdot \gamma} \cdot \sum \frac{g_{pr}}{d_{sr}}$$

gdzie:

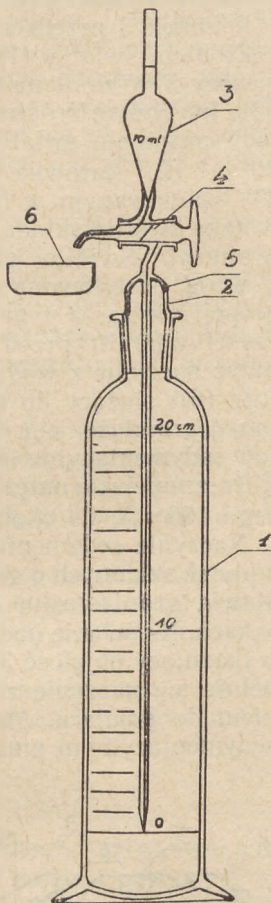
- $S$  — powierzchnia właściwa cementu w  $\text{cm}^2$ ,
- $\gamma$  — ciężar właściwy cementu w  $\text{g.cm}^{-3}$ ,
- $g_{pr}$  — ciężar udziałowy danej frakcji w cementie w g,
- $d_{sr}$  — średni wymiar cząsteczek danej frakcji cementu w cm.

## SEPARACJA POWIETRZNA

Oznaczanie składu granulometrycznego substancji rozdrobnionych za pomocą separacji powietrznej polega na rozdzielaniu poszczególnych frakcji granulometrycznych strumieniem powietrza (o danej szybkości), przepuszczanego przez odważoną ilość materiału.

Istnieje kilka aparatów zbudowanych na wyżej podanej zasadzie. Dla badania cementu najczęściej używany jest separator Gonell'a.

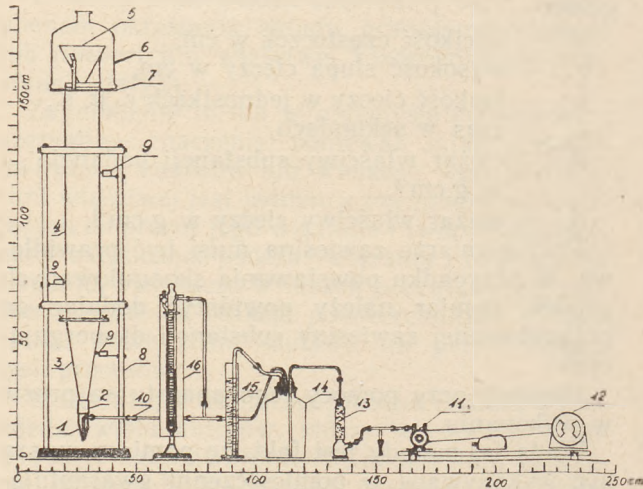
Na rysunku 2 przedstawiony jest schematycznie separator Gonell'a składający się z naczynia szklanego (1), połączonego rurką gumową przez metalową rurę stożkową (3) z metalową rurą cylindryczną (4). Rura cylindryczna zakończona jest lejkiem (5) z nałożonym kłosem szklanym (6), umieszczonym na talerzu (7). Urządzenie to ustawione jest na statywie (8), do którego przytwierdzone są młotki (9) poruszane elektrycznie.



Rys. 1.  
Aparat Andreasen'a.



Do naczynia (1) załączony jest przewód zakończony dyszą (10), wprowadzający do aparatu powietrze z pompy (11) poruszanej silnikiem (12). Powietrze, przed wejściem do aparatu, przechodzi przez oddzielną oleju (13) i flaszkę szklaną (14) połączoną z regulatorem ciśnienia (15). Do przewodu dołączony jest manometr (16) służący do mierzenia ciśnienia.



Rys. 2. Separator Gonell'a.

Pomiar składu granulometrycznego na opisanym wyżej aparacie wykonuje się w następujący sposób:

Odważoną próbkę cementu umieszcza się w naczyniu szklanym (1) i przepuszcza powietrze pod odpowiednim ciśnieniem. Na skutek ciśnienia powietrza cement umieszczony w naczyniu unosi się w górę i wydobywa przez lejek. Część cementu opada na talerz, część zaś wychodzi przez otwór w kloszu. W czasie pomiaru młoteczki elektryczne uderzają o ściany rury cylindrycznej i nie pozwalają drobnym cząsteczkom cementu osiadać na wewnętrznej ścianie rury.

Ubytek ciężaru odważonej próbki w naczyniu szklanym daje ciężar granulometrycznej frakcji uniesionej przez powietrze o danym ciśnieniu.

Aparat przed uruchomieniem musi być cechowany. Cechowanie polega na doświadczalnym wyznaczeniu przy jakich ciśnieniach unoszą się z naczynia poszczególne frakcje cementu.

Wielkość ziaren frakcji oznacza się metodą mikroskopową.

Opisany aparat pracuje dobrze, zaletą jego jest fakt, że dokładność wyników nie zależy od wahań temperatury, nie trzeba więc utrzymywać warunków termodynamicznych w pomieszczeniu, w którym odbywają się pomiary. Poza tym próbka podczas badania pozostaje sucha, odpada więc konieczność suszenia jej przed ważeniem a poszczególne frakcje mogą być bezpośrednio użyte do dalszego badania.

Wadą aparatu jest jego dość skomplikowana budowa i pracochłonność wykonywanych pomiarów.

## TURBIDIMETRIA

Mierzenie powierzchni właściwej ciał sproszkowanych przy pomocy turbidimetru polega na mie-

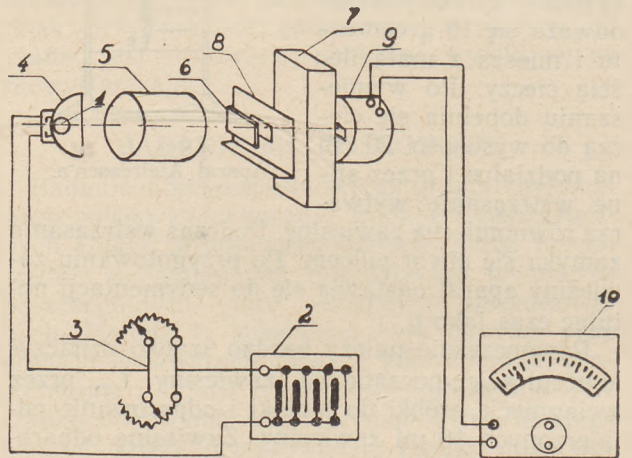
rzaniu zmętnienia zawiesiny badanego ciała w czasie opadania cząsteczek.

W turbidimetrze wiązka promieni świetlnych, o stałym natężeniu, przechodzi przez naczynie z zawiesiną i padając na fotokomórkę, wzbudza prąd elektryczny, którego natężenie jest miarą zmętnienia zawiesiny.

Rysunek 3 przedstawia schemat turbidimetru.

Źródłem światła (1) jest żarówka elektryczna o mocy 5 W zasilana 6 V baterią akumulatorów (2), lub innym źródłem prądu stałego. Do regulacji natężenia światła służą dwa reostaty (3) 30 i 6  $\Omega$ . Żarówka osłonięta jest reflektorem (4) zbudowanym w ten sposób, że wychodząca wiązka światła składa się z prawie równoległych promieni. Światło przechodzi przez naczynie z wodą destylowaną (5) przeznaczoną do absorpcji ciepła, a tym samym ochrony dalszych części aparatu przed ogrzaniem. Po przejściu przez naczynie z wodą, światło przechodzi przez filtr (6), służący do zabezpieczenia fotokomórki przed przeciążeniem, w przypadku, kiedy naczynie sedymentacyjne (7) jest wyjęte z aparatu. Filtr zmniejsza natężenie światła odpowiadającego 100  $\mu$ A, do około 20  $\mu$ A.

Naczynie sedymentacyjne (7) zbudowane jest z płytek szklanych o grubości około 5 mm i przedstawia graniastosłup o dokładnie równoległych bokach. Na ścianie naczynia wykreślony jest znak wykazujący objętość 335 ml. Do tej objętości napełnia się naczynie zawiesiną przed przystąpieniem do pomiaru. Między filtrem a naczyniem sedymentacyjnym umieszczona jest płytka meta-



Rys. 3. Schemat turbidimetru.

lowa (8), w której wycięty prostokątny otwór odpowiada wymiarom otworu budowania fotokomórki. Po drugiej stronie naczynia sedymentacyjnego znajduje się fotokomórka (9) służąca do zamiany energii świetlnej padającego strumienia światła na energię elektryczną. Fotokomórka połączona jest z mikroamperomierzem (10), o zakresie 0 — 50  $\mu$ A i oporze wewnętrznym 50 — 150  $\Omega$ .

W celu wykonania pomiaru odważa się 0,3 — 0,5 g cementu, z którego sporządza się zawiesinę w oleju parafinowym z dodatkiem 5 kropli kwasu oleinowego jako czynnika dyspergującego.



go. Zawiesinę umieszcza się w naczyniu sedymentacyjnym aparatu, a następnie wykonuje się pomiary na różnych wysokościach naczynia w odstępach czasu, odmierzanych za pomocą odpowiednio znormalizowanego urządzenia.

Dla umożliwienia wykonania pomiarów na różnej wysokości naczynia, źródło światła, naczynie z wodą, filtr, metalowa płytka i fotokomórka umieszczone są na ruchomej półce, naczynie zaś sedymentacyjne na oddzielnej podstawie, tak, że nie podlega drganiom podczas przesuwania półki. W ten sposób otrzymuje się dla poszczególnych frakcji odczyty natężenia prądu na mikroamperomierzu.

Powierzchnię właściwą wylicza się z wzoru, który podaje zależność powierzchni właściwej od natężenia prądu odpowiadającego poszczególnym frakcjom granulometrycznym, od pewnych stałych współczynników wyznaczonych doświadczalnie przez cechowanie aparatu i od pozostałości na sicie o otworze  $44\mu$ .

Wprowadzenie do wzoru pozostałości na sicie o otworze  $44\mu$  spowodowane jest tym, że cząsteczki o wymiarach większych niż  $44\mu$  opadają w zawieszinie szybciej, niż można wykonać pierwszy odczyt.

Pomiary wykonane opisaną metodą dają wyniki zgodne pomiędzy sobą, w porównaniu jednak z wynikami otrzymanymi przy pomiarach według innych metod są niższe.

Budowa aparatu jest skomplikowana, cena stosunkowo wysoka, a więc aparat ten nie znalazł szerszego zastosowania.

## POWIERZCHNIOMIERZ

Zasada oznaczania powierzchni właściwej substancji sproszkowanej za pomocą powierzchniomierza, polega na mierzeniu oporu jaki stawia przepływowi powietrza warstwa badanego materiału o danym przekroju i wysokości, którego ciężar objętościowy jest znany.

Na rysunku 4 przedstawiony jest schemat powierzchniomierza. Głównymi częściami aparatu są: komora przepływowa (1), kapilara (2), przepływomierz (3), manometr cieczowy (4).

Komora przepływowa jest to cylinder z fosforobrazu lub nierdzewnej stali, składający się z dwu części połączonych za pomocą śrub. Uszczelnienie między tymi częściami stanowi gumowy pierścień.

W dolnej części cylindra umieszczona jest perforowana płytka, na którą przy pomiarach nakłada się krążek bibuły filtracyjnej, a następnie warstwę badanego cementu o wysokości 1 cm i średnicy 2,54 cm.

Komora przepływowa połączona jest za pomocą rurek gumowych z manometrem cieczowym i przepływomierzem.

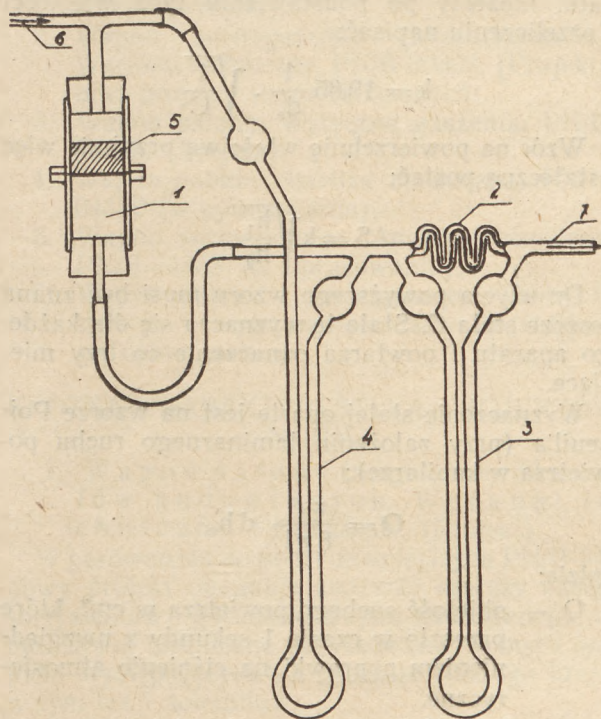
Jako cieczy manometrycznej używa się oleju parafinowego.

Do aparatu wprowadza się powietrze o nadciśnieniu 80—120 cm słupa wody przez rurkę (6), lub też wytwarza odpowiednie ciśnienie przez wysysanie powietrza pompą lub aspiratorem przez rurkę (7).

Przed przystąpieniem do pomiaru oznacza się ciężar właściwy badanego cementu za pomocą piknometru, przy użyciu oleju parafinowego. Następnie z wielkości ciężaru właściwego wylicza się ilość cementu potrzebną do utworzenia warstwy o wysokości 1 cm i średnicy 2,54 cm, której porowatość  $\epsilon$  ma wynosić 0,475.

Porowatość wyraża się stosunkiem objętości pustych przestrzeni między cząsteczkami cementu, do całkowitej objętości zajmowanej przez cement.

Wyliczoną ilość cementu odważa się i wysypuje do komory przepływowej, na perforowaną płytkę przykrytą bibułą filtracyjną i sprasowuje za pomocą tłoka o dopasowanej średnicy i długości pozwalającej na utworzenie warstwy cementu o długości 1 cm. Następnie tłok usuwa się, a komorę przepływową łączy z resztą aparatu w sposób pokazany na rysunku 4.



Rys. 4. Schemat powierzchniomierza.

Do przygotowanego w ten sposób aparatu wpuszcza się powoli suche powietrze przez U rurkę napełnioną chlorkiem wapnia, regulując szybkość przepływu tak, aby przepływomierz wykazywał różnicę w poziomach cieczy 30—50 cm. Następnie odczytuje się różnicę poziomów cieczy w manometrze  $h_1$  i w przepływomierzu  $h_2$ .

Powierzchnię właściwą wylicza się z wzoru:

$$s = \frac{14}{d_c(1-\epsilon)} \sqrt{\frac{\epsilon^3 A h_1}{CL h_2}}$$

gdzie:

S — powierzchnia właściwa w  $\text{cm}^2 \cdot \text{g}^{-1}$

$d_c$  — ciężar właściwy cementu w  $\text{g} \cdot \text{cm}^3$

$\epsilon$  — porowatość (w naszych pomiarach 0,475)

A — powierzchnia badanej warstwy cementu w  $\text{cm}^2$

L — długość warstwy w cm



C — stała przepływomierza uzależniona od kapilary

$h_1$  — różnica poziomów cieczy odczytana na manometrze w cm

$h_2$  — różnica poziomów cieczy odczytana na przepływomierzu w cm.

Powyższy wzór możemy również napisać w następujący sposób:

$$S = \frac{14}{d_c(1-\varepsilon)} \sqrt{\frac{\varepsilon^3 A}{CL}} \cdot \sqrt{\frac{h_1}{h_2}}$$

wyrażenie  $\frac{14}{d_c(1-\varepsilon)} \cdot \sqrt{\frac{\varepsilon^3 A}{CL}}$  wydzielimy i nazywamy stałą  $k$ , a więc:

$$k = \frac{14}{d_c(1-\varepsilon)} \cdot \sqrt{\frac{\varepsilon^3 A}{CL}}$$

Ponieważ  $\varepsilon$ ,  $A$ ,  $L$  są parametrami stałymi aparatu, możemy po podstawieniu tych wielkości i przeliczeniu napisać:

$$k = 19,65 \frac{1}{d_c} \cdot \sqrt{\frac{1}{C}}$$

Wzór na powierzchnię właściwą przyjmie więc ostateczną postać:

$$S = k \sqrt{\frac{h_1}{h_2}}$$

Do użycia powyższego wzoru musi być znana jeszcze stała  $C$ . Stałą tę wyznacza się dla każdego aparatu i powtarza oznaczenie co trzy miesiące.

Wyznaczenie stałej oparte jest na wzorze Poiseuilla (przy założeniu laminarnego ruchu powietrza w kapilarze):

$$Q = \frac{\pi r^4}{8 \eta l} d h_2$$

gdzie:

$Q$  — objętość suchego powietrza w  $\text{cm}^3$ , które przeszło w czasie 1 sekundy z uwzględnieniem poprawki na ciśnienie atmosferyczne,

$\eta$  — lepkość powietrza w danej temperaturze w jednostkach c. g. s.,

$r$  — promień kapilary w cm,

$l$  — długość kapilary w cm,

$d$  — ciężar właściwy oleju parafinowego w jednostkach c. g. s.,

$h_2$  — różnica poziomów cieczy w przepływomierzu w cm.

Równanie to możemy wyrazić również w następujący sposób:

$$\frac{Q \eta}{d h_2} = \frac{\pi r^4}{8 l} = C$$

wtedy:

$$C = \frac{Q \cdot \eta}{h_2 \cdot d}$$

Powierzchniomierz jest bardzo łatwy w obsłudze, ponieważ wszystkie wymiary są znormalizowane, tak, że oznaczenie sprowadza się do odczytów różnic poziomów cieczy w manometrze i przepływomierzu.

W załączonej tabeli podajemy porównanie wyników oznaczenia powierzchni właściwej różnych próbek cementu następującymi metodami: powierzchniomierzem, aparatem Andreasen'a, turbidimetrem.

Próbka cementu	Powierzchnia właściwa w $\text{cm}^2/\text{g}$			Stosunek	
	Powierzchniomierz 1	Aparat Andreasen'a 2	Turbidimetr 3	$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{3}$
A	3895	3860	2270	1,01	1,7
B	3430	3425	1890	1,00	1,8
C	2275	2860	1790	0,97	1,6
D	2430	2540	1540	0,97	1,6
E	3045	3045	1710	1,00	1,8
F	2130	2209	1290	0,97	1,7
G	1270	1350	—	0,94	—
H	2675	2780	1500	0,96	1,8

Jak wynika z tablicy wyniki otrzymane przy użyciu powierzchniomierza i aparatu Andreasen'a są zgodne, pomiary wykonane turbidimetrem są znacznie niższe.

Opisane powyżej sposoby oznaczania składu granulometrycznego i powierzchni właściwej cementu nie wyczerpują wszystkich metod dotychczas opracowanych. Podaliśmy metody najbardziej znane i najczęściej stosowane w przemyśle cementowym. Przy opisywaniu aparatów służących do badania cementu według poszczególnych metod ograniczyliśmy się również do opisu jednego tylko aparatu dla każdej metody. Jednym słowem artykuł zacieśnił się do podania metod najdostępniejszych, takich, które każde laboratorium zakładowe może wprowadzić do swej kontroli. Takie rozszerzenie zakresu badania cech fizycznych cementów, pozwoli na zwiększenie sortymentów cementu, a tym samym użycie najodpowiedniejszego gatunku dla każdego celu, co jest sprawą podstawową dla oszczędnej, racjonalnej i planowej gospodarki materiałami budowlanymi.

#### LITERATURA

- M. Butt — Praktikum po technologii wjażuszczich wieszcziestw i izdielenij iz nich. 1949 r.  
 Stavivo — Nr 19 i 20, 1950 r.  
 Zement — 1930 r.  
 Otto Graff — Die Prüfung nichtmetallischer Baustoffe, 1941 r.  
 J. Dreyfus — La chimie des ciments, 1950 r.  
 British Standard 12/1947, — Portland Cement.

*Czy wszyscy racjonalizatorzy, przodownicy pracy, brygadziści i kierownicy działów Waszego zakładu zaabonowali miesięcznik „Cement-Wapno-Gips“ na II półrocze bieżącego roku?*

*Termin zgłoszenia listy prenumeratorów do PPK „Ruch“ i przekazania należności na konto „Ruchu“ PKO, Katowice III-12007/110 upływa 15 czerwca.*



# Aktualny stan prac normalizacyjnych w przemyśle wapienniczym

Prace nad normalizacją produktów przemysłu wapienniczego, przeznaczonych dla celów budowlanych, zapoczątkowała w roku 1935 „Podkomisja Zapraw Budowlanych“ powołana przy Komisji Budowlanej PKN.

Jedną z prac Podkomisji było opracowanie norm: „Wapno niegaszone dla celów budowlanych. PN/B-240“, opublikowanych w Wiadomościach PKN nr 11 z dnia 5. XI. 1936 r. Podkomisja przejawiała swą żywotność do roku 1937.

Ścisłe naukowe badania w dziedzinie wapiennictwa podjęto zorganizowane w miesiącu kwietniu 1938 r. Laboratorium Badania Wapna przy Dziale Budownictwa Drogowego Politechniki Warszawskiej, nad którym ogólny nadzór spełniał prof. inż. dr W. Skalmowski.

W chwili obecnej pracę tę kontynuuje Laboratorium Chemiczne przy Instytucie Techniki Budowlanej w Warszawie.

Program Laboratorium Badania Wapna obejmował również zagadnienie produkcji wapna suchogazowanego (hydratyzowanego), artykułu w tych czasach bardzo mało w Polsce znanego, o który postępowy świat techniki budowlanej (na Kongresie Inżynierów Budowlanych w Gdyni w roku 1938) wyraźnie się dopominał, przeprowadzając specjalną uchwałę, zalecającą stosowanie wapna hydratyzowanego w budownictwie.

Normy PN/B-240 rozróżniały 3 gatunki wapna niegaszonego:

1. Wapno tłuste — o zawartości powyżej 94% CaO i o wydajności nie mniejszej niż 2,8 m<sup>3</sup> ciasta wapiennego z jednej tony wapna niegaszonego.
2. Wapno średnio-tłuste — o zawartości poniżej 94% do 89% CaO i wydajności nie mniejszej niż 2,4 m<sup>3</sup> ciasta z jednej tony wapna niegaszonego.
3. Wapno chude — o zawartości poniżej 89% do 85% CaO i o wydajności nie mniejszej niż 2,2 m<sup>3</sup> ciasta z jednej tony wapna niegaszonego.

Pod zawartością CaO należało rozumieć tlenek wapnia wolny od dwutlenku węglowego.

Badania o przyjęciu partii wapna niegaszonego ograniczały się do:

- a) badań chemicznych, stwierdzających zawartość tlenu wapnia — CaO,
- b) badań wydajności ciasta po zgaszeniu wapna niegaszonego,
- c) badania zawartości składników niegaszących się.

Okazało się jednak później, że badania przeprowadzane według PN/B-240, a zwłaszcza „badania wydajności przy lasowaniu“, dawały wyniki niezgodne z osiąganymi w praktyce (do 4,25 m<sup>3</sup> ciasta z jednej tony wapna palonego!).

Z tych też powodów normy PN/B-240 należało poddać rewizji. W latach 1948—50 normalizacją produktów przemysłu wapienniczego zajęła się Sekcja Wapienna przy Instytucie Techniki Budowlanej.

Rozpoczęte jej prace kontynuuje obecnie Komisja Spoiw Niecementowych PKN, która do tej pory ukończyła opracowanie następujących projektów norm:

1. Wapno palone (niegaszone) dla celów budowlanych. Warunki techniczne. PN/B-30300. (Projekt).
2. Wapno suchogazowane (hydratyzowane). Warunki techniczne. PN/B-30302. (Projekt). oraz projekty norm związanych:
3. Wapno palone. Wytyczne gaszenia. PN/B-30305. (Projekt).
4. Wapno palone. Analiza chemiczna. PN/B-04352 (w opracowaniu).
5. Wapno suchogazowane. Analiza chemiczna. PN/B-04353 (w opracowaniu).
6. Wapno palone i suchogazowane. Próby fizyczne i wytrzymałościowe. PN/B-04351 (w opracowaniu).

## KRÓTKA CHARAKTERYSTYKA PROJEKTÓW NORM

- I. Wapno palone (niegaszone) dla celów budowlanych. Warunki techniczne. PN/B-30300. (Projekt).

W porównaniu do norm dawniejszych PN/B-240 nowy projekt obejmuje znacznie szerszy zasięg sortymentów i gatunków wapna budowlanego, co umożliwi techniczne zużytkowanie różnych wapieni występujących na obszarze naszego kraju, w tym też i dolomitów.

1. Projekt wyróżnia dwa typy wapna palonego niegaszonego:

- a. Wapno wapienowe — symbol „W“, o zawartości poniżej 5% tlenu magnezowego — MgO,
- b. Wapno magnezjowe — symbol „M“, o zawartości powyżej 5% MgO.

2. W zależności od ogólnej zawartości sumy tlenków wapnia i magnezu rozróżnia się cztery gatunki wapna palonego, w tym trzy gatunki (I, II, III) wapna „wapienowego“ i jeden gatunek (IV) wapna „magnezjowego“.

Tabela 1

Gatunek	Ogólna zawartość CaO + MgO	W tym MgO
I.	powyżej 95% CaO + MgO	poniżej 5% MgO
II.	88%—95% CaO + MgO	„ 5% MgO
III.	80%—88% CaO + MgO	„ 5% MgO
IV.	powyżej 85% CaO + MgO	powyżej 5% MgO

Dla każdego gatunku wapna palonego ustalono minimalną wydajność ciasta wapiennego



w m<sup>3</sup> z jednej tony wapna i dopuszczalną ilość części nielasujących się. I tak:

Tabela 2

Gatunek	Wydajność w m <sup>3</sup>	Części niegaszące się w procentach
I.	powyżej 2,5	poniżej 5
II.	„ 2,2	„ 8
III.	„ 1,8	„ 12
IV.	„ 1,8	„ 10

3. W zależności od szybkości gaszenia różni się trzy rodzaje wapna palonego niegaszonego:

- Wapno szybko gaszące się — symbol „s“; początek gaszenia przed upływem 10 minut po dodaniu wody.
  - Wapno umiarkowanie gaszące się — symbol „u“; początek gaszenia po upływie 10 minut lecz przed upływem 30 minut.
  - Wapno wolnogaszące się — symbol „w“; początek gaszenia po upływie 30 minut od chwili dodania wody.
4. Rozróżnia się dwie postacie wapna palonego:
- Wapno palone w bryłach — symbol „b“;
  - Wapno palone mielone — symbol „m“.

Stopień przemiału charakteryzuje analiza sitowa, wykonana na sitach o prześwicie oczek: 630, 200 i 80 mikronów. Pozostałość na poszczególnych sitach powinna wynosić:

na sicie 630 μ	poniżej 0,1%		
„ „ 200 „	„ 20%	dla wapna	wapniowego
	lub 50%	„ „	magnezowego
„ „ 80 „	poniżej 20%	„ „	wapniowego
	lub 25%	„ „	magnezowego

Jakość wapna palonego niegaszonego jest więc określona: typem, gatunkiem, rodzajem i postacią. I tak: wapno palone niegaszone, w bryłach, o zawartości 91,5% ogólnej sumy CaO+MgO, w tym 3,2% MgO, gaszące się umiarkowanie — jest znakowane:

WAPNO PALONE W II u b PN/B-30300.

Omawiane wymagania techniczne podaje załączona tabela 3.

### Badania i próby

Dla stwierdzenia, czy wapno odpowiada wymaganiom normy, ustala się dwa rodzaje prób:

- Doraźną, która stwierdza gatunek wapna szybkimi metodami analitycznymi (miareczkowymi) i rodzaj wapna przez:
  - oznaczenie szybkości gaszenia wapna w bryłach lub
  - przez oznaczenie stopnia przemiału wapna mielonego.
- Z wyklą, która określa:
  - szybkość gaszenia,
  - wydajność ciasta wapiennego,
  - ilość części niegaszących się,
  - ogólną zawartość CaO i MgO metodami wagowymi.

Dla wapna palonego mielonego określa się stopień przemiału i ogólne zawartości CaO i MgO metodami wagowymi.

Poza tym projekt omawia sposoby pobierania prób wapna, wysyłki wagonowe i sposób przechowywania wapna na składnicach.

II. Wapno suchogaszone (hydratyzowane) warunki techniczne PN/B-30302. (Projekt).

Wapno hydratyzowane, pomimo, że jest artykułem stosunkowo niedawno wprowadzonym na rynek budowlany, zostało bardzo szybko rozpoznacone ze względu na korzystne jego stosowanie w praktyce budowlanej.

Jest fabrykowane z lepszych gatunków wapna palonego, wapniowego lub magnezowego.

Projekt ustala następujące wartości graniczne:

### Badania i próby

Dla stwierdzenia, czy wapno suchogaszone odpowiada wymaganiom normy, ustala się dwa rodzaje prób:

- Doraźną, która obejmuje badania:

Tabela 3

Wskazniki jakości	Wapno palone w bryłach				Wapno palone mielone			
	wapniowe			magnezowe	wapniowe			magnezowe
	I	II	III		I	II	III	
Ogólna zawartość CaO + MgO licząc na wysuszoną subst. w % cięż.	powyżej			powyżej	powyżej			powyżej
	95	88	80	85	95	88	80	85
Zawartość MgO w % cięż.	poniżej			powyżej	poniżej			powyżej
	5	5	5	5	5	5	5	5
Wydajność ciasta wapiennego w litrach z 1 kg wapna	powyżej			powyżej	nie określa się			
	2,5	2,2	1,8	1,8				
Zawartość części niegaszących się, pozostających na sicie 200 μ w % cięż.	poniżej			poniżej	nie określa się			
	5	8	12	10				
Stopień zmielenia. Pozostałość na sicie					poniżej			
630 μ					0,1	0,1	0,1	0,1
200 μ					2,0	3,0	5,0	5,0
80 μ					20,0	25,0	25,0	25,0
Szybkość gaszenia (początek gaszenia)	Wapno szybko gasz. — przed 10 min.				nie określa się			
	„ umiarkowanie gasz. : 10–30 min.							
	„ wolno gasz. : ponad 30 min.							



- a) przyspieszone badanie stałości objętości,
  - b) stopnia zmielenia,
  - c) oznaczenie tlenków wapnia i magnezu metodą miareczkową dla wapna wapniowego lub
  - d) metodą wagową dla wapna magnezowego.
2. Z wyjątką, która obejmuje badania:
- a) stałości objętości,
  - b) stopnia zmielenia,
  - c) oznaczenie wilgotności,
  - d) oznaczenie dwutlenku węgla (CO<sub>2</sub>),
  - e) oznaczenie składników nierozpuszczalnych w kwasie solnym,
  - f) oznaczenie tlenku wapnia metodą wagową,
  - g) oznaczenie tlenku magnezu metodą wagową,
  - h) obliczenie zawartości CaO+MgO,
  - i) obliczenie zawartości niezgaszonego CaO+MgO.

IV. Wapno palone. Analiza chemiczna. PN/B-04352 (w opracowaniu).

V. Wapno suchogaszzone. Analiza chemiczna. PN/B-04353 (w opracowaniu).

Oba projekty omawiają badanie chemiczne wapna metodami analizy ilościowej, ogólnie stosowanymi przy tego rodzaju materiałach. W skład oznaczeń wchodzi: oznaczenia wilgotności (w wapnie suchogaszonym), strat żarowych, krzemionki rozpuszczalnej, tlenków glinu, żelaza i manganu, tlenków wapnia i magnezu, siarczanów, dwutlenku węglowego i wody chemicznie związanej.

VI. Wapno palone i suchogaszzone. Próby fizyczne i wytrzymałościowe. PN/B-04351 (w opracowaniu).

Projekt obejmuje:

1. Badania stałości objętości:
  - a) badanie przyspieszone stałości objętości wapna suchogaszzonego, polegające na obserwacji zmian, jakie zachodzą przez działanie pary wodnej na sformowane w prasie krążki wapna suchogaszzonego. Rysy, spękania lub rozsypanie się krążków wskazują na obecność wapna niedogaszzonego. Próba ta jest zbyt czuła i często dyskwalifikuje towar, który w praktycznym zastosowaniu nie wykazuje jakichkolwiek wad.
  - b) badanie zwykłe stałości objętości wapna suchogaszzonego, oparte na przygotowaniu zaprawy „normalnej” piaskowo-wapiennej, o określonej gęstości i obserwacji zachowywania się odpowiednio spłaszczonej masy, przechowywanej na powietrzu przez 28 dni. Spękania, wzdęcia lub rozsypania się placzków wskazują na obecność wapna trudno gaszącego się.

2. Badania stopnia przemiału. Do badania przemiału używa się sit o prześwicie oczek: 630, 200 i 80 mikronów.

3. Badania ciężaru objętościowego.

Projekt przewiduje oznaczenie ciężaru objętościowego przy wysypie:

- a) swobodnym,
- b) utrzęsionym.

Opisuje aparaturę i przeprowadzenie prób

4. Badania cech wytrzymałościowych. Obejmują one:

a) badanie wytrzymałości na zginanie beleczek, sporządzonych z „normalnej” zaprawy piaskowo-wapiennej, po 28 i po 90 dniach ich przechowywania w wilgotnym powietrzu.

b) badania wytrzymałości na ściskanie beleczek przygotowanych i przechowywanych w warunkach wyżej podanych i w tychże terminach.

5. Badanie wydajności ciasta wapiennego.

Polega na odpowiednim — w zależności od rodzaju wapna — zgaszeniu wapna niega-

Tabela 4

Cecha	Wapno			
	Wapniowe		Magnezowe	
	Gatunek			
	I	II	III	
w procentach				
Wilgotność	poniżej	5	5	5
Zawartość CO <sub>2</sub>	poniżej	5	5	5
Zawartość składników nierozpuszczalnych w kwasie solnym	poniżej	3	5	5
Zawartość MgO		poniżej 4	poniżej 4	powyżej 4
Zawartość % CaO	powyżej	68	64	nie ustala się
Zawartość CaO + MgO	powyżej	72	68	68
Zawartość niezgaszonego CaO+MgO	poniżej	5	5	5
Stopień przemiału	Pozostałość na sicie 630 mikronów:			0%
	„ „ „ 200	„	poniżej	5%
	„ „ „ 80	„	poniżej	15%
	dla wszystkich trzech gatunków			

Poza tym projekt omawia pobieranie próbek, opakowanie towaru wysyłkowego i jego przechowywanie na składnicach.

### NORMY ZWIĄZANE

III. Wapno palone. Wytyczne gaszenia. PN/B-30305. (Projekt).

Omawia sposoby postępowania przy gaszeniu wszystkich gatunków wapna palonego niegaszonego w bryłach. Zwrócono uwagę na usytuowanie w zależności od właściwości gruntu, na wymiary skrzyń do gaszenia i potrzebnego sprzętu, na ilość wody i jej jakość używaną do gaszenia wapna, na skutki, jakie zachodzą przez wadliwe dozowanie wody jak „zatopienie” lub „zaparzenie” wapna, na czas dołowania i na środki ostrożności przy gaszeniu.



szonemu w bryłach i określeniu ilości ciasta wapiennego, doprowadzonego do ściśle określonej konsystencji przy pomocy stożka Nowikowa. Do badania używa się 10 kg wapna palonego. Wydajność określa się w litrach ciasta z jednego kg wapna lub m<sup>3</sup> z jednej tony wapna.

6. Badanie zawartości składników w niegaszących się.

Ciasto wapienne po zbadaniu wydajności rozcieńcza się wodą i przeciedza się przez sito o  $\phi$  oczka 200 mikronów. Pozostałość na sicie przemywa się wodą, suszy i waży. Wynik oblicza się w stosunku procentowym do wapna palonego.

Projekty PN/B-04351, PN/B-04352 i PN/B-04353 są w opracowaniu.

Ze względu na zmiany, jakie powstać mogą w czasie dalszego ich opracowywania, w niniejszym artykule ujęto je pobieżnie.

Oceniając projekty norm wapna niegaszonego

PN/B-30300 i wapna hydratyzowanego PN/B-30302 oraz projekty norm związanych należy stwierdzić, że zmierzają one do tego, aby można było szybko wydać prawidłową ocenę badanego materiału, zbliżoną do właściwości, jakie wykazują w praktyce.

Nie ujęły one jeszcze gatunków wapna o właściwościach hydraulicznych. Tłumaczy się to tym, że są one u nas na razie bardzo mało rozpowszechnione. Brak więc doświadczeń z praktyki oraz bliższych danych analitycznych i wytrzymałościowych opartych o surowce krajowe, nie zezwala na ich znormalizowanie.

Wymagania stawiane wapnu palonemu niegaszonemu i wapnu suchogaszonemu w projektach norm są na ogół dość wysokie w porównaniu do norm zagranicznych, co tłumaczy się lepszymi pokładami surowca obecnie eksploatowanego do produkcji tych wyrobów.

Z drugiej strony wapna produkowane z surowców różnego pochodzenia geologicznego, o róż-

Tabela 5

Normy	Polskie		Radzieckie		Niemieckie <sup>1)</sup>		Brytyjskie <sup>1)</sup>		Amerykańskie <sup>1)</sup>	
	wapniowe	magnezjowe	wapniowe	magnezjowe	wapniowe	magnezjowe	wapniowe	magnezjowe	wapniowe	magnezjowe
Typ wapna										
Ilość gatunków	3	1	3	3	1 <sup>2)</sup>	1 <sup>3)</sup>	2 <sup>4)</sup>	2 <sup>4)</sup>	4) 5)	4) 5)
Najniższa dopuszczalna zawartość CaO + MgO	I. 95% II. 88% III. 80% <sup>6)</sup>	<sup>6)</sup> 85% <sup>6)</sup>	I. 85% II. 70% III. 60% <sup>7)</sup>	I. 80% II. 70% III. 60% <sup>7)</sup>	90% <sup>8)</sup>	90% <sup>8)</sup>	80% <sup>9)</sup>	80% <sup>9)</sup>	95% <sup>9)</sup>	95% <sup>9)</sup>
Zawartość MgO	poniżej 5% <sup>13)</sup>	powyżej 5% <sup>13)</sup>	poniżej 7% <sup>14)</sup>	powyżej 7% <sup>14)</sup>	poniżej 5% <sup>15)</sup>	powyżej 5% <sup>15)</sup>	poniżej 5% <sup>16)</sup>	powyżej 5% <sup>16)</sup>	poniżej 20% <sup>12)</sup>	powyżej 20% <sup>12)</sup>
Zawartość CO <sub>2</sub>	nie określa się		nie określa się		poniżej 3% <sup>10)</sup>		poniżej 5% <sup>11)</sup> lub poniżej 7% <sup>11)</sup>	poniżej 5% <sup>11)</sup> lub poniżej 7% <sup>11)</sup>	poniżej 3% <sup>11)</sup> lub poniżej 10% <sup>11)</sup>	poniżej 3% <sup>11)</sup> lub poniżej 10% <sup>11)</sup>
Części nierozp. w kwasie solnym	nie określa się		nie określa się		poniżej 3% <sup>10)</sup>		poniżej 3% <sup>11)</sup>	poniżej 3% <sup>11)</sup>	poniżej 5% <sup>12)</sup>	
Wydajność ciasta wapiennego z 1 kg wapna w litrach	I. powyż. 2,5% <sup>13)</sup> II. „ 2,2% <sup>13)</sup> III. „ 1,8% <sup>13)</sup>	powyż. 1,8% <sup>13)</sup>	I. powyż. 2,4% <sup>14)</sup> II. „ 2,0% <sup>14)</sup> III. „ 1,6% <sup>14)</sup>	I. powyż. 2,0% <sup>14)</sup> II. „ 1,8% <sup>14)</sup> III. „ 1,6% <sup>14)</sup>	powyżej 2,2 <sup>15)</sup>		powyż. 1,7 <sup>16)</sup>	powyż. 1,4 <sup>16)</sup>	brak danych	
Najwyższa dopuszczalna zawartość części trudno gaszących się	I. poniż. 5% <sup>17)</sup> II. „ 8% <sup>17)</sup> III. „ 12% <sup>17)</sup>	poniż. 10% <sup>18)</sup>	I. poniż. 7% <sup>18)</sup> II. „ 10% <sup>18)</sup> III. „ 12% <sup>18)</sup>	I. poniż. 10% <sup>18)</sup> II. „ 15% <sup>18)</sup> III. „ 20% <sup>18)</sup>	poniżej 5% <sup>17)</sup>		poniżej 5% <sup>19)</sup>		poniżej 15% <sup>20)</sup>	

1) — Dotyczy wapna wiążącego na powietrzu, 2) — Dotyczy wapna białego (Weisskalk), 3) — Dotyczy wapna szarego (Graukalk), 4) — Normy brytyjskie nie różniczkują gatunków według składu chemicznego lecz klasyfikują wapno stosownie do jego przydatności: klasa A — do tynków, wypraw i zapraw murarskich, klasa B — do wypraw i zapraw murarskich, 5) — Normy amerykańskie rozróżniają kilka gatunków wapna ze względu na ich granulację: wapno kruszone, wapno sortowane, wapno mielone, wapno suchogazzone i inne, 6) — Dotyczy ogólnej zawartości CaO + MgO w stosunku do substancji wziętej do badania, 7) — Normy radzieckie rozróżniają po trzy gatunki wapna obu typów. Dane dotyczą zawartości aktywnych CaO + MgO w stosunku do substancji wysuszonej, 8) — W stosunku procentowym do składników rozpuszczalnych w kwasie solnym, a więc po obliczeniu części nierozpuszczalnych, 9) — W stosunku do substancji wyprażonej. Reszta do 100 powinna składać się głównie z SiO<sub>2</sub> i R<sub>2</sub>O<sub>3</sub> (normy brytyjskie), 10) — Łącznie CO<sub>2</sub> i części nierozpuszczalne, 11) — Liczby niższe odnoszą się do próbek w zakładzie produkującym wapno, liczby wyższe do próbek pobranych na miejscach dostawy, 12) — Jako suma SiO<sub>2</sub> + R<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, 13) — Po doprowadzeniu do „normalnej“ konsystencji, 14) — Po 24 bądź też 48 godz. po zgaszeniu i całkowitym usunięciu wydzielającej się wody na powierzchni ciasta wapiennego, 15) — Po ukazaniu się spękań ciasta w skrzyni, 16) — Przy gaszeniu metodą izotermiczną, tzn. przy utrzymywaniu w czasie gaszenia stałej temperatury cieczy w granicach ±12°C. Gaszenie to przeprowadza się przy 60°C lub przy 100°C. Miarodajny jest wynik, wykazujący wyższą wydajność. Ciasto doprowadza się do „normalnej“ konsystencji przy pomocy aparatu Southard'a, 17) — 20) — „Części niegaszące się“ jest to pozostałość po przedcedzeniu ciasta wapiennego pozostałego po badaniu wydajności przez przepisane sito, przemyciu wodą, wysuszeniu w temperaturze około 105°C, zważeniu i przeliczeniu na odpowiadającą ilość pierwotną wapna palonego niegaszonego, 17) — Jako pozostałość na sicie o  $\phi$  oczka 200 mikronów, 18) — Jako pozostałość na sicie o  $\phi$  oczka 600 mikronów, 19) — Jako pozostałość na sitach o  $\phi$  1,2 mm i 0,334 mm, 20) — Jako pozostałość na sicie o  $\phi$  84 mikronów. Przedcedzenie ciasta wapiennego odbywa się po upływie 1 godziny od czasu jego zgaszenia.

Dane norm niemieckich, brytyjskich i amerykańskich odnoszą się do czasów przed 1939 r.

Dane norm radzieckich odnoszą się do roku 1947



nym składzie chemicznym, o różnych właściwościach fizycznych, różnymi metodami wypalania i przeróbki — są produktem bardzo trudnym do wzajemnego porównywania. Każde więc państwo opracowując normy dla wapna budowlanego dostosowuje je do surowców jakimi dysponuje, do przyjętych procesów technologicznych oraz do wymagań odbiorców. Jeżeli dodamy do tego róż-

ne metody badań i różne sposoby podejścia do oceny wapna, to okaże się, że porównywanie norm poszczególnych państw między sobą jest rzeczą bardzo względną z uwagi na trudności sprawozdania różnych metod do wspólnego mianownika.

W załączonej tabeli 5 zestawiono niektóre wielkości norm różnych państw, dotyczące wapna palonego niegaszonego, wiążącego na powietrzu.

*Mgr inż. Irena Ahrends — Stanisława Błach*

Centralne Laboratorium Przemysłu Cementowego — Sosnowiec

## Badanie cech fizycznych i wytrzymałościowych cementu według norm polskich i zagranicznych

Już w początkach rozwoju przemysłu cementowego pojawiła się konieczność znormalizowania tego produktu, ponieważ w miarę wzrostu produkcji i coraz szerszego zastosowania stawał się on jednym z najważniejszych materiałów w budownictwie.

W Polsce przed pierwszą wojną światową obowiązywały dla cementu normy krajów zaborczych. W okresie międzywojennym ówczesny Polski Komitet Normalizacyjny opracował normy dla produkowanych wówczas cementów. Normy te obejmowały warunki techniczne tych cementów, sposoby badania cech chemicznych, fizycznych i wytrzymałościowych oraz warunki dostawy.

Po ukończeniu drugiej wojny światowej, już w 1945 r. powstała Komisja Cementowa w ramach Zakładu Budownictwa Polskiego Komitetu Normalizacyjnego i rozpoczęła pracę normalizacyjną. Do chwili obecnej znowelizowano normy na warunki techniczne wszystkich rodzajów cementu portlandzkiego, oraz opracowano normy dla materiałów wiążących typu cementowego (cement hutniczy, cement murarski), których produkcję rozpoczął w tym czasie przemysł cementowy.

Znowelizowano również normy na metody badań cech fizycznych, wytrzymałościowych i chemicznych cementu.

Zasadniczą zmianą w porównaniu z normami przedwojennymi było wprowadzenie do normy na badanie cech wytrzymałościowych, nowego sposobu przyrządzania normalnej zaprawy cementowej. Wprowadzono przyrządzanie zaprawy plastycznej z cementu z 15 procentami wody, przy użyciu 2 rodzajów piasku normalnego: drobnego i grubego w stosunku 1 : 1 : 2, zamiast dotychczas stosowanej zaprawy, posiadającej konsystencję wilgotnej ziemi o zawartości 8 procent wody, sporządzanej z cementu z jednym rodzajem piasku normalnego (gruby) w stosunku 1 : 3.

Obecnie w opracowaniu znajduje się norma na sposoby pobierania próbek cementu.

Tak jak w Polsce, również w innych krajach, istnieją obowiązujące normy dla cementów, Jeżeli porównamy normy dla cementów, stwierdzimy duże różnice w sortymencie znormalizowanych cementów, jak również w warunkach technicznych i metodach badań.

Używanie różnych rodzajów materiałów wiążących typu cementu, jak i różnice w warunkach technicznych, uzależnione są przede wszystkim od rozwoju i stanu budownictwa w danym kraju.

Metody badań podane w normach poszczególnych krajów opracowywane były przez odpowiednie komórki normalizacyjne, na podstawie badań prowadzonych przez instytuty i placówki badawcze danych krajów. Kierunek i wyniki tych badań znalazły odzwierciedlenie w metodach przyjętych w normach. Różnice w poszczególnych normach powstały wskutek tego, że nie było międzynarodowej komisji norm, której zadaniem byłoby ujednolicenie metod badania cementów.

Najmniejsze różnice obserwuje się w sposobach badania cech chemicznych, ponieważ sposoby te oparte są na ogólnie stosowanych metodach chemii analitycznej.

Większe różnice wykazują sposoby badania cech fizycznych i wytrzymałościowych cementu. Opracowanie sposobów badania tych cech nie mogło opierać się na ogólnie znanych metodach, chodziło bowiem o oznaczenie cech charakterystycznych, właściwych wyłącznie dla cementu i materiałów hydraulicznych typu cementu. Z samego charakteru tych cech wynika, że przyjęte sposoby badania musiały być umowne i opracowane w ten sposób, żeby dawały wyniki powtarzalne i porównywalne między sobą. Każda metoda musiała być tak opracowana, żeby określała wyraźnie aparaturę oraz sposób i warunki wykonania próby, a tym samym eliminowała wpływy zewnętrzne i dawała wyniki, stale jednakowe dla tego samego cementu badanego.

Różnice pomiędzy wynikami badań różnych cementów, przy dobrze opracowanej metodzie badania powinny być spowodowane tylko różnicą jakości badanych cementów. W poszczególnych krajach prace badawcze szły często niezależnie od siebie, a na podstawie wyników badań wypracowywane były metody określania poszczególnych cech fizycznych czy wytrzymałościowych cementu. Naturalnie metody te różniły się między sobą. Różnice dotyczyły techniki wykonywania badania, lub nawet zasady, na której opierała się dana metoda.

Na przykład na oznaczenie czasu wiązania przyjęła się we wszystkich krajach jednakowa



metoda, a różnice polegają jedynie na technice wykonania, a więc na różnym sposobie przygotowania zaczynu, ustawieniu pierścienia itp. Natomiast badanie stopnia zmielenia cementu w większości norm oparte jest na analizie sitowej, są jednak normy, w których cechę tę oznacza się metodą opartą na całkiem innej zasadzie, mianowicie na zasadzie pomiaru stopnia zmętnienia zawiesiny (turbidimetria).

Jest rzeczą oczywistą, że wyniki otrzymane według poszczególnych metod, różnią się między sobą. O ile jednak metody badania odpowiadają warunkom wyżej wymienionym, to znacząco dają wyniki powtarzalne i porównywalne między sobą, wówczas umieszczenie ich w normie danego kraju jest usprawiedliwione.

Nie można jednak porównywać warunków technicznych zawartych w normach różnych krajów, o ile oparte są one na wynikach badań przeprowadzonych według różnych metod. Na przykład: polski cement portlandzki 250, radziecki cement portlandzki 250 i francuski cement portlandzki 160—250, pomimo jednakowych wartości liczbowych podanych w warunkach technicznych na wytrzymałość na ściskanie po 28 dniach (250 kg/cm<sup>2</sup>), różnią się między sobą w tych wytrzymałościach ponieważ metody badania cech wytrzymałościowych według norm wymienionych krajów są różne. I na odwrót, te same gatunki cementów badane według metod różnych krajów wykazują różnice w wartościach liczbowych określających wytrzymałość na ściskanie po 28 dniach.

Dla zobrazowania różnic w sposobach badania podanych przez normy różnych krajów przeprowadzimy porównanie metod badania cech fizycznych i wytrzymałościowych dla norm siedmiu następujących państw: Polski, ZSRR, Czechosłowacji, Niemiec, Francji, Anglii i USA.

## CECHY FIZYCZNE CEMENTU

Do cech fizycznych cementu, których metody badań są znormalizowane i umieszczone w normach siedmiu wyżej wymienionych krajów należą:

1. Czas wiązania,
2. Zmiana objętości,
3. Stopień zmielenia.

### Czas wiązania

Wszystkie normy, które porównujemy przewidywają badanie czasu wiązania na zaczynie z właściwą ilością wody. Aparaty używane do badania są to aparaty typu Vicat'a. Różnice pomiędzy poszczególnymi normami, polegają na wymiarach pierścienia i sposobie jego ułożenia. Większe różnice występują w przepisach na sposób przygotowania zaczynu i wykonanie pomiaru.

Tabela 1 podaje metody badania czasu wiązania cementu, określone poszczególnymi normami.

### Zmiana objętości

Dla określenia zmiany objętości stosowane są dwie metody.

Pierwsza polega na sporządzaniu placków z zaczynu o właściwej zawartości wody, poddawaniu ich działaniu kąpieli parowej, powietrznej, wodnej, a następnie obserwowaniu zmian objętości i notowaniu ewentualnych deformacji placka. Próba ta ma charakter raczej jakościowy.

Druga metoda, o charakterze ilościowym, polega na pomiarze przyrostu odległości między końcami igieł pierścienia Le Chatelier'a, po 3-godzinny gotowaniu w wodzie pierścienia napełnionego normalnym zaczynem cementowym.

Normy: polska, radziecka, czechosłowacka, niemiecka, amerykańska, przewidują badanie placków. Normy, francuska i angielska — badanie przy pomocy pierścienia Le Chatelier'a.

Metody badania czasu wiązania cementu

Tabela 1

Kraj	Numer normy	Sposób badania				
		Aparat	Przygotowanie zaczynu	Wykonanie pomiaru		
				Właściwa ilość wody	Początek wiązania	Koniec wiązania
Polska	PNB-04300	Vicat'a	mieszanie 3 minuty ręcznie łyżką w misce metalowej	zanurzenie trzonka aparatu 5—7 mm od dna	zanurzenie igły 1 mm od dna	zanurzenie igły na głębokość 1 mm w zaczyn
ZSRR	GOST 310-41	Vicat'a	mieszanie 5 minut ręcznie łyżką w misce metalowej	zanurzenie trzonka aparatu 5—7 mm od dna	zanurzenie igły 0,5—1 mm od dna	zanurzenie igły na głębokość 1 mm w zaczyn
Czechosłowacja	CSN 1213-1947	Vicat'a	mieszanie 3 minuty ręcznie łyżką w misce metalowej	zanurzenie trzonka aparatu 5—7 mm od dna	igła nie dochodzi do dna	zanurzenie igły na głębokość 1 mm w zaczyn
Niemcy	DIN 1164	Vicat'a	mieszanie 3 minuty ręcznie łyżką w misce metalowej	zanurzenie trzonka aparatu 5—7 mm od dna	zanurzenie igły 3—5 mm od dna	zanurzenie igły na głębokość najwyżej 1 mm od dna
Francja	NFP 15-301	Vicat'a	mieszanie 5 minut ręcznie łyżką w misce metalowej	zanurzenie trzonka aparatu 6 mm od dna	igła nie dochodzi do dna	nie normowany
Anglia	B. S. 12:1947	Vicat'a	mieszanie 3—5 min. ręcznie łyżką	zanurzenie trzonka aparatu 5—7 mm od dna	zanurzenie igły 5 mm od dna	igła zaopatrzona w obręczkę pozostawia ślad, obręczka nie
USA	ASTM C 187-44 C 191-44	Vicat'a lub Gillmore	mieszanie 1 min. łyżką, potem ręką w gumowej rękawiczce 1/2 min.	zanurzenie trzonka aparatu 10 mm od dna	„	„



K r a j	Numer normy	Metoda	W y k o n a n i e p o m i a r u			
			Charakterystyka tkaniny	Ciężar próbki g	Sposób przesiewania	Czas przesiewania
Polska	PN B-04300	analiza sitowa	1. bok oczka 80 $\mu$ 2. bok oczka 200 $\mu$	100	ręcznie	co najmniej 15 min. gdy w ciągu 1 min. przechodzi nie więcej niż 0,05 g
Z S R R	G O S T 310-41	"	1. tkanina nr 200 oczko 0,20×0,20 mm 2. tkanina nr 90 oczko 0,09×0,09 mm	50	"	do chwili gdy w ciągu 1 min. przez sito przechodzi nie więcej niż 0,05 g
Czechosłowacja	CSN 1213-1947	"	1. 900 oczek/cm <sup>2</sup> 2. 4900 " " "	50	mechanicznie lub ręcznie	do chwili gdy w ciągu 1 min. przez sito przechodzi nie więcej niż 0,10%
Niemcy	DIN 1164 DIN 1171	"	4900 oczek/cm <sup>2</sup> oczko 0,09×0,09 mm	100	ręcznie	25 minut gdy w ciągu 2 min. przechodzi nie więcej niż 0,1 g
Francja	NFP 15-301	Nie obowiązuje dla cementów				
Anglia	B. S. 12:1947	analiza sitowa	170 oczek na 1" bieżący	100	ręcznie	15 minut
		powierzchniomierz	Pomiar oporu, jaki stawia przepływowi powietrza warstwa badanego cementu o wysokości 1 cm			
USA	ASTM C 184-44	analiza sitowa	tkanina nr 200 bok oczka 74 $\mu$	50	ręcznie	5-10 minut, gdy w ciągu 1 min. przechodzi nie więcej niż 0,059 g
	C 204-46T	powierzchniomierz	Pomiar oporu, jaki stawia przepływowi powietrza warstwa badanego cementu, o wysokości 1 cm			
	C 115-42	turbidimetr	Pomiar zmętnienia zawiesiny badanego cementu w czasie opadania cząstek			

Normy amerykańskie przewidują dodatkowo badanie zmiany objętości przez poddawanie odpowiednich kształtek z normalnego zaczynu działaniu pary wodnej w autoklawie pod ciśnieniem 20 atm.

### Stopień zmielenia

Powszechnie stosowaną metodą badania stopnia zmielenia cementu jest analiza sitowa. Sposób ten polega na przesianiu odważonej ilości cementu przez odpowiednie sito. Różnice w sposobie wykonywania tego oznaczenia według różnych norm polegają na używaniu sit o różnej wielkości oczek i samej technice przesiewania.

Tabela 2 podaje zestawienie metod i sposobów wykonania pomiarów stopnia zmielenia cementu podanych w poszczególnych normach.

### CECHY WYTRZYMAŁOŚCIOWE CEMENTU

Jak już zaznaczyliśmy, największe różnice metod badania wykazują normy na badanie cech wytrzymałościowych cementu.

Różnice pomiędzy poszczególnymi normami polegają na:

1. Stosowaniu przy sporządzaniu normalnej zaprawy różnych ilości piasku znormalizowanego, różnego pochodzenia i uziarnienia.
2. Stosowaniu różnej ilości wody do normalnej zaprawy.
3. Sposobie formowania próbek wzorcowych o różnych wymiarach i kształtach.
4. Różnym rodzaju pomiarów.
5. Różnym wyliczaniu wyników.

Wszystkie normy przewidują badanie wytrzymałości kształtek próbnych sporządzonych z normalnej zaprawy cementowej, to jest mieszaniny określonej ilości cementu, piasku i wody.

Rodzaj i skład granulometryczny piasku ma duży wpływ na wyniki badania, dlatego też wszystkie normy przewidują używanie do prób wytrzymałościowych piasku znormalizowanego, to znaczy piasku o ściśle określonym pochodzeniu, składzie granulometrycznym i chemicznym. Określenie w normie pochodzenia piasku, zapewnia używanie stałe piasku o jednakowym kształcie ziaren i jednakowej ich powierzchni.

Piasek o kształcie ziaren nieregularnych i powierzchni szorstkiej daje, przy tym samym składzie granulometrycznym i tym samym stopniu czystości, wytrzymałości wyższe niż piasek o ziarnach posiadających kształt regularny i gładką powierzchnię.

W tabeli 3 podajemy dane dotyczące piasków znormalizowanych, używanych w krajach, których normy porównujemy.

Dane zawarte w tabeli 3 wyraźnie podkreślają wielkie różnice w składzie granulometrycznym piasków normalnych.

Poszczególne normy przewidują badanie zapraw cementowych o różnej konsystencji, począwszy od konsystencji wilgotnej ziemi (ZSRR, Czechosłowacja), poprzez zaprawy półplastyczne (Anglia), do zapraw plastycznych (Polska, Niemcy). Zawartość wody jest więc różna jednak w każdej normie dokładnie określona, ponieważ na końcowy wynik badania duży wpływ ma współczynnik wodo-cementowy, to jest stosunek ciężaru wody zarobowej do ciężaru cementu. Im współczynnik ten jest mniejszy, tym wyższe otrzymuje się wytrzymałości badanego cementu.

W tabeli 4 podany jest skład zaprawy i sposób jej przyrządzania, podany w porównywanych normach.



Skład granulometryczny piasków

Tabela 3

Kraj	Numer normy	Pochodzenie	Rodzaj	Przygotowanie	Skład granulometryczny mm, $\mu$ %	Cechy chemiczne %
Polska	PN/B-11000	złoża piaskowe „Biała Góra”, pod Tomaszowem Mazowieckim	gruby	przesiewany i płukany, bez rozdrabniania	0,00–0,71 mm 2,0 0,71–1,0 „ 26,5–46,5 1,00–1,4 „ 50,0–70,0 > 1,4 „ 1,5	SiO <sub>2</sub> – 99 strata żarowa – 0,5 części wymywalne 0,05
			drobny	„	0,0–80 $\mu$ 28–32 80,0–200 „ 54–58 > 200 „ 11–14	SiO <sub>2</sub> – 97 strata żarowa – 0,5
ZSRR	OST NKPT 3083	złoża z żwirowni „Wolskich” w pobliżu stacji Priwolsk, Riazańsko-Uralskiej kolei żelaznej	gruby	„	0,000–0,533 mm 8 0,533–0,85 „ 89 > 0,85 „ 3	SiO <sub>2</sub> – 97 strata żarowa 0,25
Czechosłowacja	ČSN 1213–1947		gruby	„	0,775–1,350 mm 100	—
Niemcy	DIN 1164	złoża piaskowe Hohenbocka	I (drobny)	płukany, suszony, mielony	0,0–90 $\mu$ 30 90,0–200 „ 62 > 200 „ 8	SiO <sub>2</sub> – 99
		Bad Freienwalde	II (gruby)	przesiewany i płukany bez rozdrabniania	0,00–74,00 mm 5 0,74–1,39 „ 93 > 1,39 „ 2	SiO <sub>2</sub> – 99 części wymywalne 0,05
Francja	NFP 15–301	piasek morski Leucate (Aude)	gruby	przesiewany	< 0,5 mm 1,3 0,5–1,0 „ 11,9 1,0–1,6 „ 60,9 1,6–2,0 „ 19,8 > 2,0 „ 6,1	—
Anglia	B. S. 12:1947	złoża piaskowe Leighton Buzzard	gruby	przesiewany, płukany, suszony	0,0–599 $\mu$ 10 599,0–853 „ 90	pozostałość po ekstrakcji gorącym HCl – 0,25
USA	ASTM C 109–44	złoża piaskowe Ottawa III	piasek do prób na ściskanie	„	0,0–149 $\mu$ 2 149,0–297 „ 70 297,0–590 „ 26 590,0–1190 „ 2	—
	C 190–44		piasek do prób na rozrywanie	„	0,0–590 $\mu$ 5 590,0–840 „ 80 > 840 „ 15	—

Skład i sposób przyrządzania zaprawy

Tabela 4

Kraj	Numer normy	Skład zaprawy		Sposób przyrządzania zaprawy
		Cement + piasek	Woda w stosunku do suchej mieszanki %	
Polska	PN/B-04302	cement + piasek drobny + piasek gruby 1 : 1 : 2	15	za pomocą znormalizowanej mieszarki mechanicznej
ZSRR	GOST 310–41	cement + piasek gruby 1 : 3	$\frac{P^*}{4} + 1$	„
Czechosłowacja	ČSN 1213–1947	cement + piasek gruby 1 : 3	8	„
Niemcy	DIN 1164	cement + piasek I (drobny) + piasek II (gruby) 1 : 1 : 2	15	„
Francja	NFP 15–301	cement + piasek gruby 1 : 3	0,2 P* + 5,5	ręcznie za pomocą łopatk
Anglia	B. S. 12:1947	cement + piasek gruby 1 : 3	$\frac{0,78 P^*}{4} + 2,5$ na rozrywanie	„
			10 na ściskanie	„
USA	ASTM C 109–44	cement + piasek 1 : 2,75 na ściskanie	ilość wody wyznacza się badaniem zaprawy na znormalizowanym stoliku potrząsalnym	ręką, w rękawiczce gumowej
	ASTM C 190–44	1 : 3 na rozrywanie	0,166 P* + 6,5	„

\*) P = właściwa ilość wody w zaczynie.



Kraj	Numer normy	Kształt formy	Sposób formowania	Przechowywanie kształtek próbnych	Sposób badania	Obliczanie wyników
Polska	PN/B-04302	beleccki 4×4×16 cm	ręcznie, znormalizowanym ubijakiem	1 dzień w wilgotnym pomieszczeniu, potem w wodzie do chwili badania	zginanie	średnia arytm. z odrzuceniem wyników różniących się o 5% od średniej
					ściskanie	średnia arytm. z odrzuceniem wyników różniących się o 10% od średniej
ZSRR	GOST 310-41	ósemki o przewężeniu 5 cm <sup>2</sup>	ubijakiem mechanicznym, ciężar 2 kg 36 uderzeń	..	rozrywanie	średnia arytm. wyliczona z dokładnością do 0,1 kg/cm <sup>2</sup> z 4 najwyższych, otrzymanych wyników
		kostki 7,07×7,07×7,07 cm	ubijakiem mechanicznym, ciężar 3 kg 53 uderzeń	..	ściskanie	średnia arytm. 2 najwyższych wyników z 3 otrzymanych
Czechosłowacja	CSN 1213-1947	ósemki o przewężeniu 5 cm <sup>2</sup>	ubijanie mechanicznym aparatem młotkowym o ciężarze 12 kg, 150 uderzeń	..	rozrywanie	średnia arytm. z otrzymanych wyników
		kostki 7,07×7,07×7,07 cm	..	..	ściskanie	
Niemcy	DIN 1164	beleccki 4×4×16 cm	ręcznie, znormalizowanym ubijakiem	..	zginanie	średnia arytm. z odrzuceniem wyników różniących się o 15% od średniej
					ściskanie	średnia arytm. z odrzuceniem wyników różniących się o 5% od średniej
Francja	NFP 15-301	ósemki o przewężeniu 5 cm <sup>2</sup>	ubijakiem mechanicznym	..	rozrywanie	średnia arytmetyczna z trzeciego i czwartego z sześciu wyników uszeregowanych wg wzrastających wielkości
		kostki 50×50×50 mm	ręcznie znormalizowanym ubijakiem stalowym	..	ściskanie	
Anglia	B. S. 12: 1947	ósemki o przewężeniu 1" kwadrat.	ręcznie znormalizowanym ubijakiem	..	rozrywanie	średnia arytmetyczna
		kostki 7,06×7,06×7,06 cm	wibrowanie specjalnym aparatem	..	ściskanie	
USA	ASTM C 190-44	ósemki o przewężeniu 1" kwadrat.	ręcznie znormalizowanym ubijakiem	..	rozrywanie	średnia arytm. z odrzuceniem wyników różniących się o 15% od średniej
	C 109-44	kostki 2"×2"×2"	ręcznie palcami z naciskiem 6-9 kg	..	ściskanie	średnia arytm. z odrzuceniem wyników różniących się o 10% od średniej

Stosownie do właściwości fizyko-mechanicznych betonów i zapraw oraz do warunków w jakich betony i zaprawy pracują, metody badania uwzględniają trzy cechy wytrzymałościowe, a mianowicie: na rozrywanie, zginanie i ściskanie. Dla określenia tych trzech cech wypracowane są odpowiednie metody badania. Forma kształtek próbnych, sposoby formowania i przechowywania uzależnione są od metody przewidzianej w danej normie.

W tabeli 5 podane jest zestawienie porównawcze sposobów formowania, przechowywania i wyliczania wyników dla omawianych norm.

Z podanych powyżej zestawień wyraźnie widać, jak wielkie różnice istnieją pomiędzy metodami badań, podanymi w poszczególnych normach. Porównywanie więc liczbowych danych, umieszczonych w normach na warunki techniczne cementów w różnych krajach, przeprowadzać można; tylko na podstawie znajomości sposobów badania, przyjętych w normach tych krajów.

Różnice w metodach badań odbijają się ujemnie również na przebiegu prac badawczych z zakresu badań cementu, ponieważ często utrudniają porównywanie otrzymanych wyników z wynikami ogłaszanymi w prasie zagranicznej. Stanowią także przeszkodę przy zawieraniu międzynarodowych umów handlowych o dostawy cementu.

W związku z tym nasuwa się myśl o ujednoczeniu, a przynajmniej sprowadzeniu do minimum różnic pomiędzy normami różnych krajów. Akcja taka natrafiałaby jednak na duże trudności; w pierwszym rzędzie pociągałaby za sobą konieczność zmiany urządzeń laboratoryjnych i zmiany warunków technicznych dla poszczególnych rodzajów cementu. Nic zatem nie wskazuje na to, aby w najbliższym czasie przeprowadzono ujednoczenie badań w skali międzynarodowej. Tym bardziej więc poznanie różnic między metodami będzie pożyteczne nie tylko dla badacza, lecz również dla każdego pracownika przemysłu cementowego, który zainteresowany jest kontrolą jakości cementu.

*Czy zdobyłeś już Odznakę Przewodnika Pracy?*



## Kontrola jakości w przemyśle gipsowym

Gips jako tworzywo wiążące powietrzne ma szerokie zastosowanie w obecnym okresie intensywnego rozwoju naszego budownictwa, wynikającego z założeń Planu Sześcioletniego. Obecnie gdy przemysł gipsowy w Polsce stoi przed rozbudową, jednym z poważnych zagadnień staje się opracowanie norm oraz metod badania surowców i produktu końcowego.<sup>1)</sup>

Jak wielkie znaczenie może mieć przemysł gipsowy dla gospodarki narodowej widzieliśmy najlepiej na przykładzie Związku Radzieckiego, w którym odegrał on ogromną rolę w czasie ostatniej wojny światowej. Mianowicie umożliwił on szybką budowę i montowanie całych urządzeń przemysłowych, przenoszonych z terenów zagrożonych na bardziej oddalone miejsca.

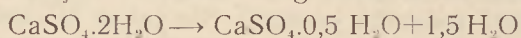
Surowcem wyjściowym do produkcji gipsu prażonego, jest surowy kamień gipsowy. Jest to dwuwodny siarczan wapnia  $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ . Bogate złoża tego surowca posiadamy między innymi na Dolnym Śląsku, w Kieleckim (dolina rzeki Nidy) i na Pomorzu.

W zależności od warunków prażenia gipsu surowego otrzymuje się mieszaninę gipsu półwodnego i anhydrytu lub gipsu półwodnego i dwuwodnego. Przy wyższej temperaturze zawartość anhydrytu wzrasta. Praktycznie otrzymujemy często w procesie prażenia wszystkie trzy odmiany: gips półwodny, dwuwodny i anhydryt, w zależności od stopnia zmielenia oraz sposobu prażenia. Jeżeli całą tę masę po wyprażeniu zamkniemy w szczelnym pomieszczeniu, pozostawiając ją w tej samej temperaturze, w której opuściła ona piec, to jej ciepło, przenikając do głębi najgrubszych ziarn gipsu dwuwodnego, będzie odwadniać go na półwodny; natomiast anhydryt, przyłączając wodę, będzie przechodził w gips półwodny.

Produkt jednorodny o wysokiej jakości otrzymuje się więc wtedy, gdy para wodna, wydzielająca się z gipsu, przez pewien czas styka się z gipsem.

Gips prażony otrzymuje się przez wyprażenie gipsu surowego w temperaturze 145—180°C, w specjalnych kotłach, piecach szybowych lub obrotowych. Proces prażenia polega na zamianie gipsu dwuwodnego na półwodny

Reakcja zachodzi według równania:



Otrzymany produkt jest tworzywem wiążącym znanym pod nazwą gipsu sztukatorskiego lub modelarskiego.

Jeżeli temperaturę prażenia podwyższymy ponad 200°C, wówczas otrzymany produkt bezwodny, zwany anhydrytem. Anhydryt po zarobieniu wodą nie wykazuje własności wiążących.

Wiązanie i twardnienie gipsu półwodnego polega na przejściu gipsu półwodnego w gips dwuwodny przez przyłączenie 1,5 cząsteczki wody. Wiązaniem gipsu półwodnego nazywamy proces przejścia plastycznego zaczynu, otrzymanego przez zmieszanie gipsu półwodnego z wodą, w stan stały charakteryzujący się pewną wytrzymałością. W procesie wiązania rozróżniamy początek wiązania, to jest moment, w którym plastyczny zaczyn posiadający dużą ruchliwość zaczyna gęstnieć i koniec wiązania — gdy zaczyn gipsowy coraz bardziej gęstnieje i w końcu traci plastyczność, przechodząc w ciało stałe.

Dalszy proces, w którym ciało przechodzi chemiczne i fizyczne przeobrażenia charakteryzujące się narastaniem wytrzymałości, nazywamy twardnieniem, którego czas — w zależności od warunków przechowywania, to jest wilgotności powietrza, temperatury itp. — może trwać do siedmiu dni.

Wiązanie gipsu należy więc rozpatrywać jako początkowe stadium procesu twardnienia.

Zadaniem procesu technologicznego prażenia gipsu jest wytworzenie produktu, który odpowiadałby wymaganiom przemysłu budowlanego przede wszystkim pod względem warunków wiązania i twardnienia, ponieważ te cechy nadają mu wartość użytkową. Aby otrzymać odpowiedni produkt cały proces technologiczny, począwszy od surowca aż do końcowego produktu, musi być kontrolowany.

### KONTROLA JAKOŚCI SUROWCA

Kontrola surowego gipsu polega przede wszystkim na zbadaniu zawartości w nim gipsu dwuwodnego. Według norm radzieckich gips surowy powinien zawierać nie mniej niż 85%  $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ . Dla wyliczenia tej zawartości oznacza się ilość  $\text{SO}_3$  i  $\text{H}_2\text{O} \cdot \text{SO}_3$  w gipsie surowym przy pomocy jednej z metod przyjętych powszechnie w chemii analitycznej. Oznaczenie zaś wody krystalizacyjnej najłatwiej wykonać w sposób podany w normie radzieckiej OST-4293: odważkę około jednego grama gipsu nasypuje się do uprzednio wyprażonego i zważonego tygla porcelanowego. Tygiel z przykrywką wstawia się w drugi tygiel porcelanowy tak dobrany, aby dno wewnętrznego tygielka znajdowało się 0,5—1 cm wyżej od dna tygielka zewnętrznego. Ten ostatni tygiel ogrzewa się do temperatury ciemno-czerwonego żaru w ciągu 30 minut. Następnie wewnętrzny tygiel z pokrywą wyjmuje się, ochładza w eksykatorze i waży. Prażenie powtarza się do stałego ciężaru. Metoda ta jest prosta i łatwa w wykonaniu, daje wyniki wystarczająco dokładne dla kontroli surowca.

Sam proces technologiczny w przemyśle gipsowym nie jest skomplikowany, kontrola więc laboratoryjna jest również prosta; polega ona

<sup>1)</sup> Zagadnienia przemysłu gipsowego omawialiśmy szerzej w numerze 12/51 naszego miesięcznika.



przede wszystkim na oznaczeniu zawartości wody w materiale. Oznaczenie to pozwala na zorientowanie się w stopniu wyprężenia produktu.

## KONTROLA JAKOŚCI PRODUKTU GOTOWEGO

Najważniejszą czynnością kontroli jest badanie jakości wyprężonego gipsu. Badanie to polega na oznaczeniu jego cech chemicznych, fizycznych i wytrzymałościowych. Określenie jakości gotowego produktu w większości przemysłów ujęte jest w normy, zawierające dokładne metody badań. Nasz przemysł gipsowy norm takich nie posiada, są one dopiero w stadium opracowywania. Dlatego też obecnie poszczególne laboratoria zakładowe lub badawcze wykonują badania według różnych metod, skutkiem czego powstaje trudność porównywania wyników otrzymanych w poszczególnych laboratoriach.

Poniżej omówimy te właściwości gipsu prażonego, których badanie wydaje nam się konieczne dla prawidłowego wykonywania kontroli jakości. Metody badania powinny być, naszym zdaniem, opracowane i znormalizowane. Normy takie pozwoliłyby na prawidłowe zorganizowanie kontroli technicznej w przemyśle gipsowym oraz na opracowanie i znormalizowanie warunków technicznych poszczególnych gatunków produkowanego u nas prażonego gipsu półwodnego.

### KONTROLA WŁASNOŚCI CHEMICZNYCH

Kontrola własności chemicznych gipsu polega na wykonaniu analizy chemicznej i określeniu składu mineralogicznego.

Poznanie składu mineralogicznego gipsu prażonego ma duże znaczenie dla kontroli, ponieważ, jak już zaznaczyliśmy, gips prażony z reguły składa się co najmniej z dwóch składników. Głównym składnikiem jest gips półwodny, który jest właściwym materiałem wiążącym; składnikami pobocznymi są: gips dwuwodny i anhydryt, powstające wskutek niedopału lub przepału w czasie procesu technologicznego.

Często występuje jeszcze wapień, o ile surowiec jest nim zanieczyszczony. Obecność wymienionych minerałów ma wpływ na właściwości produktu, mianowicie na proces wiązania i twardnienia, konieczne więc jest poznanie składu mineralogicznego gipsu prażonego. Skład ten można wyliczyć na podstawie wyników całkowitej analizy chemicznej.

Analiza chemiczna gipsu prażonego polega na oznaczeniu procentowej zawartości krzemionki, tlenków żelaza i glinu, wapnia, magnezu i siarki, zawartości wody związanej i krystalizacyjnej oraz wolnego wapnia. O ile w produkcie znajdują się obok siebie gips półwodny i dwuwodny oraz anhydryt, wyliczenie jest trudne i nie zawsze oddaje rzeczywisty skład mineralogiczny badanego produktu.

### OZNACZENIE SKŁADU MINERALOGICZNEGO

Najlepszym sposobem oznaczenia składu mineralogicznego gipsu jest badanie mikroskopowe; nie jest to jednak metoda ruchowa, jej sto-

sowanie możliwe jest tylko w dobrze wyposażonych laboratoriach badawczych.

W literaturze fachowej, omawiającej sposoby badania gipsów podane są metody bezpośredniego oznaczenia ich składu mineralogicznego. Jedną z tych metod opiszemy. Z punktu widzenia teoretycznego nie jest ona wprawdzie bez zarzutu, daje jednak w praktyce wyniki porównywalne i zadawalające; pozwala na oznaczenie w badanym produkcie zawartości anhydrytu, gipsu półwodnego i dwuwodnego.

Oznaczenie zawartości anhydrytu polega na tym, że anhydryt przechowywany w wilgotnym powietrzu przyłącza wodę i przechodzi w gips półwodny. Oznaczenie to wykonuje się w następujący sposób: odważoną ilość gipsu suszy się w temperaturze  $65 \pm 5^\circ\text{C}$  do stałego ciężaru, potem wysuszoną próbkę umieszcza się na przeciąg kilku dni w wilgotnym powietrzu. Następnie próbkę suszy się ponownie w temperaturze  $65 \pm 5^\circ\text{C}$  do stałego ciężaru i po ochłodzeniu waży. Z przyrostu ciężaru oblicza się zawartość anhydrytu.

Oznaczenie zawartości gipsu półwodnego. Podstawą tego oznaczenia jest fakt, że gips półwodny w zetknięciu z wodą wiąże ją, przechodząc w gips dwuwodny. Oznaczenie to wykonuje się przez zadanie odważonej ilości badanego gipsu wodą i następnie suszenie w temperaturze  $65 \pm 5^\circ\text{C}$ . Z przyrostu ciężaru wylicza się procentową zawartość gipsu półwodnego. O ile poprzednie badanie wykazało w badanym produkcie obecność anhydrytu należy uwzględnić to obliczenie.

Badanie zawartości gipsu dwuwodnego polega na oznaczeniu całkowitej ilości wody krystalizacyjnej w badanym gipsie. Oznaczenie to można wykonać przez ogrzewanie w ciągu 15—20 minut wysuszonej poprzednio próbki gipsu w temperaturze  $65 \pm 5^\circ\text{C}$ , w rurze z trudnotopliwego szkła do temperatury  $350^\circ\text{C}$ . Wydzieloną w ten sposób wodę oznacza się przez absorpcję w chlorku wapnia.

Prościej można zawartość wody krystalizacyjnej oznaczyć metodą, którą podaliśmy przy omawianiu gipsu surowego. Z oznaczonej wody, jedynym z podanych sposobów, oblicza się zawartość w badanym produkcie gipsu dwuwodnego. W obliczeniu uwzględnia się ilość gipsu półwodnego oznaczonego według wyżej podanego sposobu.

### KONTROLA CECH FIZYCZNYCH I WYTRZYMAŁOŚCIOWYCH

Znajomość składu chemicznego i mineralogicznego gipsu nie jest jednak wystarczająca przy kontroli jego jakości. Konieczne jest zbadanie również cech fizycznych i wytrzymałościowych. Badania tych cech oparte są na metodach stosowanych w przemyśle cementowym. Ze względu jednak na szczególny charakter wiązania i twardnienia gipsu, do metod tych wprowadzono pewne zmiany.

Literatura fachowa, zwłaszcza literatura radziecka, podaje szereg metod badania gipsu, istnieje również norma radziecka GOST 125-41 podająca znormalizowane sposoby badania.



We wspomnianej literaturze znajdujemy opisy opracowanych metod badania wielu właściwości gipsu — między innymi badania stopnia zmielenia, czasu wiązania, ciężaru objętościowego i właściwego, zmiany objętości zaczynu gipsowego, odporności jego na działanie czynników atmosferycznych i mrozu, badanie ciepła hydratacji itd. Przy stosowaniu gipsu do budowy i podobnych celów duże znaczenie posiada określenie wytrzymałości i elastyczności zaczynu gipsowego, odporności na wysokie temperatury oraz oznaczenie przewodnictwa cieplnego i akustycznego.

Dla bieżącej kontroli technicznej wystarczy jednak ograniczenie się do badania kilku najważniejszych cech, do których należy stopień zmielenia, czas wiązania i oznaczenie wytrzymałości na rozerwanie, ściskanie i zginanie.

Oznaczenie stopnia zmielenia wykonuje się za pomocą analizy sitowej polegającej na przesianiu odważonej próbki badanego gipsu przez sita o wielkości boku otworów 0,75 mm i 0,2 mm. Metoda ta, która w przypadku badania cementu daje dobre wyniki i może być wykonana stosunkowo w krótkim czasie, w odniesieniu do gipsów ma szereg braków. Przede wszystkim przesiewanie na sicie 0,2 mm idzie wolno, odsiewanie 100 g wysuszonego gipsu zabiera około 20 minut czasu. Poza tym gips, który jest minerałem miękkim, ulega rozdrobnieniu w czasie przesiewania, otrzymane więc wyniki nie są dokładne. Mimo tych usterek metoda analizy sitowej jest ogólnie stosowana w przemyśle gipsowym.

W przypadkach, kiedy zachodzi potrzeba dokładniejszego określenia granulacji gipsu, na przykład do prac badawczych, można użyć jednej z metod opartej na sedymentacji lub separacji powietrznej.

Badanie czasu wiązania i wytrzymałości gipsu wykonuje się z reguły na zaczynie. Przede wszystkim więc należy określić właściwą ilość wody w zaczynie. Oznaczenie to jest bardzo ważne, zwłaszcza dla badań wytrzymałościowych. Wielu bowiem badaczy podkreśla w swych pracach wpływ współczynnika wodo-gipsowego na wytrzymałość gipsu.

Oznaczenie właściwej ilości gipsu nie jest łatwe z tego powodu, że gips wykazuje krótki, w porównaniu z cementem, czas wiązania. Początek wiązania w normalnych warunkach następuje też często po kilku minutach od zarobienia. Stosowana więc w przemyśle cementowym metoda oznaczenia właściwej ilości wody w aparacie Vicata — zawodzi. Opracowano więc kilka odmiennych metod, z których najlepszą wydaje się metoda zawarta w normie radzieckiej, a polegająca na oznaczeniu za pomocą wiskozymetra Southarda. Jest to cylinder mosiężny lub stalowy o wysokości 10,15 cm i średnicy 5,08 cm, umieszczony na płycie szklanej z wyrysowanymi współśrodkowymi kołami, pomiędzy którymi odstęp wynosi 1 cm. Cylinder umieszcza się na środku płyty i po napełnieniu go zaczynem podnosi do góry a zaczyn rozlewa się na płycie. Zaczyn posiada właściwą ilość wody, jeżeli średnica rozlanego placka na płycie wynosi 12 cm.

Trudność w wykonaniu tego oznaczenia polega na tym, że wszystkie czynności związane ze sporządzaniem zaczynu i wlewaniem go do formy muszą być wykonane szybko i zawsze w jednakowym czasie. Jeżeli warunek ten nie będzie dotrzymany, uzyskane wyniki nie będą porównywalne.

Badanie czasu wiązania przeprowadza się na zaczynie z właściwą ilością wody, za pomocą aparatu Vicata. Niektóre metody przewidują aparat używany w przemyśle cementowym, to znaczy posiadający igłę wglębiającą się w zaczyn pod obciążeniem 300 g. Norma radziecka przewiduje obciążenie igły tylko 120 g. Takie zmniejszenie obciążenia igły jest uzasadnione i daje precyzyjniejsze wyniki, pozwala bowiem na łatwiejsze uchwycenie momentu, kiedy zaczyn zaczyna gęstnieć.

Badanie wytrzymałości wykonuje się również na zaczynie z właściwą ilością wody. Do form, których kształt zależy od rodzaju badanej wytrzymałości (mogą to być formy w kształcie ósemek, kostek lub beleczek), wlewa się sporządzony zaczyn. Po dwóch godzinach utworzone kształtki wyjmują się z form i przechowuje do czasu badania na powietrzu, w suchym pomieszczeniu. Czynności związane ze sporządzaniem zaczynu i wlewaniem go do form muszą być wykonane szybko, w przepisany czas.

Widzimy więc, że zachodzi znaczna różnica pomiędzy sposobem badania wytrzymałości gipsu i cementu. Różnica ta polega nie tylko na tym, że gips bada się na zaczynie, ale również na sposobie przechowywania kształtek próbnych. Gips jest materiałem wiążącym powietrznym, więc kształtki muszą być przechowywane na powietrzu a nie w wodzie, jak to ma miejsce w przypadku badania cementu.

Ze względu na to, że proces twardnienia zaczynu gipsowego polega głównie na procesie wysychania — w pomieszczeniu gdzie przechowywane są kształtki zachowane być muszą warunki stałej temperatury i wilgotności. Te dwa czynniki bowiem mają duży wpływ na końcowy wynik badania.

Przy badaniu cementu przechowywanie kształtek nie nastęrcza takich trudności, warunek zachowania wilgotności odpada, ponieważ kształtki zanurza się w wodzie, a utrzymanie stałej temperatury kąpeli wodnej jest łatwiejsze niż utrzymanie warunków termostatycznych w pomieszczeniu laboratoryjnym.

Po upływie przepisane terminu przechowywania, kształtki próbne bada się na wytrzymałość w odpowiednich aparatach. Ósemki — na rozerwanie, beleczki — na zginanie w aparacie dźwigniowym Michaelisa, kostki i połówki beleczek — na ściskanie w prasie hydraulicznej.

Wymienione wyżej i omówione badania wystarczają do przeprowadzenia bieżącej kontroli jakości palonego gipsu. Aby ją można było przeprowadzać, każde laboratorium fabryczne powinno mieć nie tylko odpowiednie wyposażenie ale wyszkolony i kwalifikowany personel. Badania powinny być prowadzone stale, aby każda partia produktu była kontrolowana.



## NOWE KSIĄŻKI

### CHEMIA

JABŁONSKI ST. mgr inż., SKUPINSKI S. mgr, WALEWSKA Z. mgr inż.: **Szybkie metody analizy jakościowej stali i stopów. Analiza kropłowa.** Format A5, s. 154, rys. 15, nakład 2000, zł 28.50.

W książce omówione są metody analizy kropłowej stosowanej do szybkiego oznaczania składu jakościowego stali i niektórych stopów metali. Praca przeznaczona jest dla chemików zatrudnionych przede wszystkim w hutniczych laboratoriach kontrolnych. Może być również pomocna w szkołach chemicznych stopnia licealnego przy nauczaniu analizy chemicznej metali.

MACIEREWICZ Z. doc. dr.: **Reakcje chemiczne związków organicznych w świetle elektronowej teorii wiązań.** Format A5, s. 125, nakład 2000, zł 30.—

Książka jest monografią traktującą o podstawowych zagadnieniach dotyczących mechanizmu wybranych reakcji związków organicznych w świetle teorii elektronowej; jest ona przeznaczona dla chemików naukowców i dla studentów specjalizujących się w kierunku organicznym, którzy chcieliby zapoznać się z nowszymi teoriami w chemii organicznej.

**Technologia kwasu siarkowego.** Tom I. Prażalnia. Praca zbiorowa. Format B5, s. 271, rys. 70, nakład 2000, zł 80.—

Książka zawiera wiadomości teoretyczne i praktyczne dotyczące działu prażalnia. Przeznaczona jest dla techników i inżynierów zatrudnionych przy produkcji kwasu siarkowego.

### ELEKTROENERGETYKA

JEZIERSKI E. prof.: **Maszyny synchroniczne.** Format B5, s. 269, nakład 4000, zł 50.—

Praca omawia teorię maszyn synchronicznych, zasady działania, podstawy obliczenia, dane o zachowaniu się tych maszyn w różnych warunkach pracy oraz metody badania. Książka przeznaczona jest dla inżynierów i magistrów inżynierów, mogą z niej również korzystać słuchacze wyższych szkół technicznych.

KOSTROW M., SOŁOWIEW I., FIEDOSIEJEW A.: **Technika zabezpieczeń elektroenergetycznych.** Tom I. Tłum. zbiorowe z ros. Format B5, s. 432, rys. 426, nakład 2000, zł 105.—

Książka jest pierwszym tomem pracy, która w tłumaczeniu polskim ukaże się w dwóch tomach. Omawia ona ogólne zasady techniki zabezpieczeń przekazywanych w urządzeniach elektroenergetycznych wysokiego napięcia wytworczych, rozdzielczych i odbiorczych. Poszczególne rozdziały są ilustrowane przykładami techniki radzieckiej. Książka jest przeznaczona dla inżynierów oraz dla słuchaczy wyższych szkół technicznych.

### HUTNICTWO

LUBAN A. prof. dr.: **Badania procesu wielkopiecowego.** Tłum. z ros. inż. Z. Corradini. Format A5, s. 212, rys. 62, nakład 2000, zł 30.—

Książka podaje wyniki badań autora nad redukcją żelaza, manganu, krzemu, fosforu i innych składników w procesie wielkopiecowym oraz omawia istotę reakcji rozkładu tlenku węgla i jej znaczenie dla bilansu cieplnego wielkiego pieca. Przeznaczona jest dla pracowników naukowych, inżynierów hutników oraz słuchaczy kursu magisterskiego hutnictwa.

**Zasadowy proces wytopienia stali w piecu martenowskim.** Praca zbiorowa. Tłum. z ang. inż. T. Mazanek, inż. St. Skrzyszowski i inż. J. Takliński. Format B5, s. 547, rys. 164, nakład 3000, zł 70.—

Treść książki: praktyczne metody pracy pieca martenowskiego o procesie zasadowym, konstrukcja pieców, opis materiałów wsadowych, ogniotrwałych, różnych procesów wytopienia, metody kontroli wytopów i rozlewania stali, teoria procesów metalurgicznych zachodzących w piecu zasadowym, termochemia procesu martenowskiego, chemia fizyczna stali płynnej i żużła oraz kinetyka tego procesu. Książka przeznaczona jest dla inżynierów stalowników, mogą z niej również korzystać słuchacze wyższych uczelni technicznych, a z części praktycznej — technicy zatrudnieni w stalowniach.

KONORSKI B. prof. dr.: **Teoria dwójników i czwórników elektrycznych.** Format A5, s. 247, rys. 133, tabl. 9, nakład 1200, zł 80.—

Książka zawiera ogólną teorię elementów, które odbierają i zużywają energię elektryczną oraz służą do jej przesyłania. Przeznaczona jest dla magistrów i inżynierów, szczególnie usługi odda teletechnikom, którzy przedstawione w niej teorie mogą bezpośrednio wyzyskać przy rozwiązywaniu zagadnień narzucanych im przez praktykę.

**Przesył i rozdział energii elektrycznej (Praca zbiorowa)** przekład w opracowaniu inż. Z. Skoczyńskiego.

Tom II — **Maszyny i urządzenia elektryczne.** Format A4, s. 291, rys. 228, tabl. 28, nakład 3000, zł 68.— Tom II obszerniej pracy omawia zagadnienia związane z warunkami pracy maszyn i urządzeń elektrycznych.

Tom III — **Analiza i warunki pracy układów elektroenergetycznych.** Format A4, s. 326, rys. 259, tabl. 50, nakład 3000, zł 73.—

Tom III jest poświęcony metodom analizy układów energetycznych w stanie ustalonym, nieustalonym oraz niewyrównanym ze szczególnym uwzględnieniem równowagi układów oraz koordynacji układów elektroenergetycznych z układami telekomunikacyjnymi. W książce szczegółowo są rozpatrzone środki, jakie należy w układach tych stosować w celu uzyskania optymalnych warunków dla ciągłości dostawy energii elektrycznej.

Książka jest przeznaczona dla inżynierów i magistrów inżynierii oraz dla studiujących na kursie magisterskim politechnik.

WŁASOW W.: **Lampy elektronowe.** Tłum. z ros. prof. dr. inż. J. Groszkowski. Format B5, s. 584, rys. 448, nakład 4000, zł 78.—

Książka obejmuje całość zagadnień dotyczących lamp elektronowych wysokopróżniowych i gazowych (jonowych) stosowanych zarówno w radiotechnice, jak i w wielu innych dziedzinach techniki. Omówiona w niej została budowa, teoria i działanie oraz zasada prawidłowego wykorzystywania lamp elektronowych, łącznie z lampami specjalnymi na mikrofałę oraz elektronowymi przyrządami promieniowymi i fotoelektrycznymi. Książka jest przeznaczona dla inżynierów oraz studentów wyższych szkół technicznych, mogą z niej również korzystać technicy i słuchacze średnich szkół technicznych.

### MECHANIKA

TROSKOLANSKI A. T.: **Hydromechanika techniczna.** Tom I. **Hydromechanika racjonalna.** Format B5, s. 352, rys. 107, tabl. 21, nakład 5000, zł 40.—

Książka stanowi pierwszy tom 3-tomowego dzieła pt. „Hydromechanika techniczna“ obejmujący hydrostatykę, dynamikę cieczy doskonałej i dynamikę cieczy rzeczywistych. Książka przeznaczona jest dla inżynierów-mechaników, konstruktorów przyrządów i maszyn wodnych oraz dla inżynierów-hydrotechników.

**UWAGA:** Podajemy do wiadomości, że w każdy ostatni wtorek miesiąca o godz. 16.10 w programie radiowym Warszawy II nadawana jest audycja o najnowszych wydawnictwach PWT.



## Państwowe Wydawnictwa Techniczne

## NOWE KSIĄŻKI

## METALOZNAWSTWO

LAPINSKI J. mgr inż.: **Metalizacja natryskowa. Część II.** Wykonanie. Format A5, s. 120, rys. 61, nakład 3000, zł 18.—

Część druga pracy omawia fizyko-mechaniczne właściwości warstwy natryskowej, różne metody przygotowania powierzchni do natrysku, sposoby wykonywania samego natrysku, obróbkę mechaniczną warstw natryskowych oraz higienę pracy w warsztatach metalizacji natryskowej. Praca przeznaczona jest dla techników i inżynierów mechaników.

**Dobór kół zmianowych. Pomocnicze tablice liczbowe.** Praca zbiorowa. Tłum. z niem. E. Zieleniewski. Format B6, s. 206, rys. 2, nakład 4000, zł 13.50.

Książka służy pomocą przy doborze kół zmianowych dla obrabiarek specjalnych. Zawiera ona w tablicy pierwszej 12000 ułamków zwyczajnych i odpowiedników w postaci ułamków dziesiętnych z dokładnością do 8 miejsc; w tablicy drugiej podano czynniki na jakie rozłożyć można liczby od 4 do 10123. Książka zawiera ponadto objaśnienia i przykłady korzystania z tablic. Przeznaczona jest dla robotników i techników warsztatowych.

## PORADNIKI TECHNICZNE

**Poradnik techniczny — „Mechanik“.** (Dzieło zbiorowe pod naczelną redakcją inż. A. T. Truskolańskiego). Tom II. Część 4: **Elementy maszyn.** Red. naukowy inż. W. Grabowski. Zeszyt 1. Warszawa 1951. Format B6, s. 80, rys. 41, nakład 8000, zł 9.—

Wiadomości wstępne: wytrzymałość zmęczeniowo-kształtowa metali stosowanych w budowie maszyn, układ tolerancji i pasowań.

**Poradnik kokschemika.** (Praca zbiorowa pod redakcją T. Kozłowskiego). Tom II. Zeszyt 1: **Dział technologiczny.** — **Gazownictwo.** Katowice, 1951. Format A5, s. 300, rys. 130, nakład 3000, zł 45.—

Tom drugi poradnika obejmuje zbiór wiadomości teoretycznych i praktycznych z zakresu gazownictwa, półkoksowania, zgazowania paliw stałych, reakcyjności paliw stałych, przerobu surowej smoly i surowego

benzolu, materiałów ogniotrwałych oraz podaje wytyczne do projektowania najważniejszych aparatów i urządzeń koksowniczych. Poradnik przeznaczony jest dla techników i inżynierów ruchowych. Mogą z niego również korzystać naukowcy oraz osoby studiujące koksownictwo w szkołach technicznych.

## ROZNE

DOBROWOLSKI Z.: **Każdy może i powinien korzystać z dokumentacji naukowo-technicznej.** Format A5, s. 62, rys. 13, nakład 10000, zł 3.—

Książka zawiera zbiór wiadomości dotyczących istoty i przeznaczenia dokumentacji naukowo-technicznej oraz wskazówki jak z tej dokumentacji należy korzystać. Przeznaczona jest dla racjonalizatorów, robotników, techników, mistrzów, inżynierów oraz wszystkich, którzy interesują się postępowaniem techniki niezależnie od poziomu wykształcenia lub specjalności.

**Wykłady z dokumentacji naukowo-technicznej.** Praca zbiorowa pod redakcją T. Zamojskiego. Format A5, s. 144, rys. 21, nakład 5000, zł 11.—

Praca jest pionierską próbą przedstawienia teorii, metodyki i praktyki z zakresu zagadnień dokumentacji naukowo-technicznej. Przeznaczona jest zarówno dla opracowujących jak i dla użytkujących dokumentację — może być również wykorzystywana do kształcenia kadr.

NIEBRÓJ St. dr: **Rażenia elektryczne.** Format A5, s. 123, rys. 30, nakład 3000, zł 16.50.

Książka zawiera wyjaśnienie ogólnych zasad działania prądu elektrycznego i zmian fizyko-chemicznych oraz biologicznych wywołanych przepływem prądu elektrycznego przez organizm ludzki. Znajdujemy w niej opis metod ratowania porażonych prądem oraz sposoby ich leczenia i zapobiegania urazom elektrycznym. Książka przeznaczona jest głównie dla lekarzy praktyków zatrudnionych w zakładach przemysłowych; może być również pomocą przy szkoleniu tzw. ratowników, wybieranych spośród personelu technicz-

## PRACE NAUKOWO-BADAWCZE

## INSTYTUT TECHNIKI BUDOWLANEJ

DMS **Strop żelbetowy z gotowych elementów.** Praca zbiorowa. Format A4, s. 22, rys. 17, tabl. 10, nakład 3300, zł 3.30.

HARNWOLF-WILCZYŃSKA A.: **Żużle wielkopieczowe w przemyśle i technice.** Format A4, s. 56, rys. 73, tabl. 44, nakład 1400, zł 15.—

KORNGUT J., TELECHUN ST.: **Papa dachowa ze zmineralizowaną powłoką.** — MACZYŃSKI M.: **Metody badań starzenia się materiałów izolacyjnych wodochronnych.** Format A4, s. 19, rys. 29, tabl. 20, nakład 1200, zł 6.60.

MOLISZ R.: **Wytyczne do obszarwacji nawierzchni z kostki kamiennej na odcinkach próbnych.** — ZAKOLSKI W., ZASZTOWT J.: **Drogi żwirowe.** Format A4, s. 15, rys. 16, tabl. 2, nakład 1500, zł 3.10.

NAMYSŁOWSKI W.: **Zagadnienie wydajności wapna.** Format A4, s. 16, rys. 10, tabl. 9, nakład 1200, zł 8.70.

**Naparzanie betonu żwirowego pod normalnym ciśnieniem atmosferycznym.** Praca zbiorowa pod redakcją R. Małinowskiego i J. Niewęglowskiego. Format A4, s. 19, rys. 31, tabl. 7, nakład 1700, zł 4.50.

PRZEWIRSKI F.: **Charakterystyka i sposób budowy nawierzchni smołospoinowych.** Format A4, s. 7, nakład 1200, zł 2.10.

**Badania nad zagadnieniem łączenia świeżego betonu ze starym.** Praca zbiorowa. Format A4, s. 15, rys. 31, tabl. 19, nakład 1700, zł 4.30.

**Pierwsza Konferencja betonowa ITB.** — **Zbiór prac nadesłanych oraz przebieg obrad I Konferencji betonowej ITB odbytej w Warszawie w dniach 12—14 kwietnia 1951 r.** Format A4, s. 164, rys. 78, tabl. 60, nakład 1000, zł 54.—

PYJOR ST.: **Projekt wytycznych wyrobu, odbioru, badania i stosowania gazobetonów „Siporex i Ytong“.** Format A4, s. 9, rys. 7, nakład 2800, zł 1.90.

SKALMOWSKI W.: **Badania nad użytkowaniem smoly i paku drzewnego do celów drogowych i budowlanych.** Format A4, s. 10, nakład 1200, zł 3.20.

GNIEWIŃSKI CZ., KUROWICKI T.: **Odcinki próbne nawierzchni betonowych, sposoby ich wykonania i metody obserwacji.** Format A4, s. 8, nakład 1200, zł 1.60.

HEMPEL S., TOMASZEWSKI L.: **Analiza prób wytrzymałości fundamentów żelbetowych i betonowych wykonanych w ITB.** Format A4, s. 12, nakład 1200, zł 5.50.

HÖCKEL S.: **Pale Franki i sposoby zastąpienia ich innymi typami pali.** Format A4, s. 15, nakład 1800, zł 2.50.

KOTARSKI Z.: **Wykorzystanie strużyn przy produkcji pustaków w DMS.** Format A4, s. 7, nakład 2000, zł 1.60.