

CEMENT WAPNO GIPS

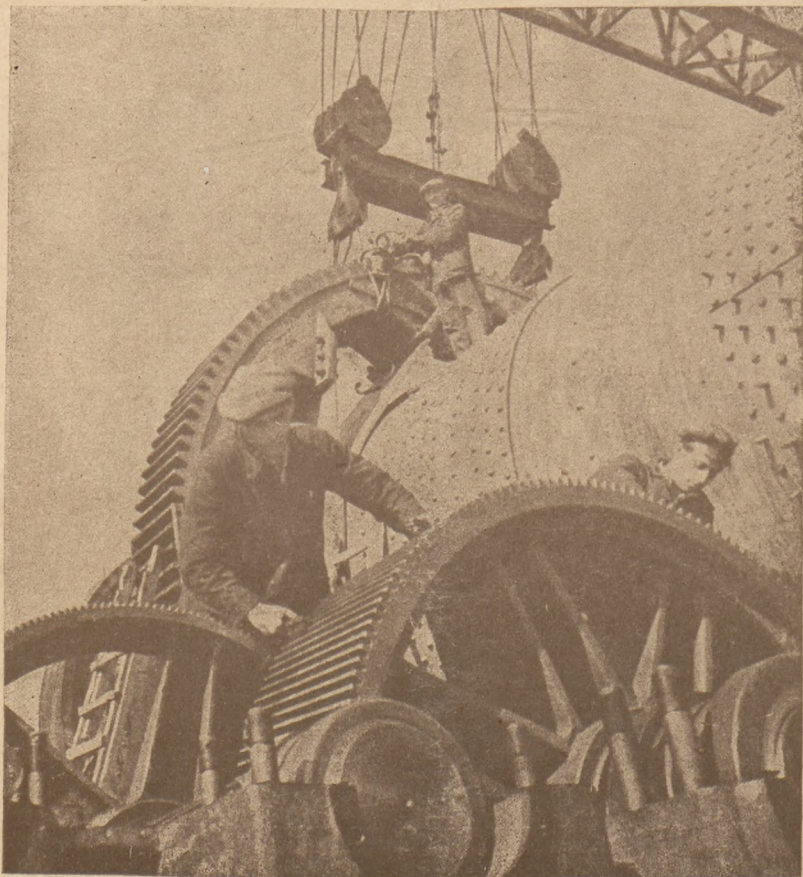


MIESIĘCZNIK POŚWIĘCONY ZAGADNIENIOM PRZEMYSŁU MATERIAŁÓW WIĄŻĄCYCH

Rok IX/XVIII

LIPIEC — SIERPIEŃ 1953 R.

Nr 7—8



WYDAWCA: PAŃSTWOWE WYDAWNICTWA TECHNICZNE

TREŚĆ

	Str.
Fabryki wapna gaszonego i zapraw budowlanych — inż. W. Zieliński	113
Ekonomiczne podstawy inwestycji górniczych w przemyśle materiałów wiążących — dr A. Trembecki, inż. B. Hromek	117
Budowle inżynierskie w przemyśle cementowym — inż. W. Detko	119
Nowoczesne metody podwyższania wydajności młynów rurowo-kulowych — oprac. inż. J. Zieliński	122
Kolorymetryczne oznaczanie tlenku żelaza w cemencie i surowcach cementowych — S. Błach	127
Warunki pracy wymurówki w piecach obrotowych — Z. Łukowicz	132
Beton napowietrzony — mgr W. Kozielski	134
Przegląd czasopism krajowych	
Przegląd czasopism zagranicznych	

СОДЕРЖАНИЕ

	Стр.
Заводское приготовление известкового теста и строительных растворов — инж. В. Зелинский	113
Экономические основы торного капитального строительства в промышленности вяжущих материалов — др. А. Трембецкий, инж. Б. Хромек	117
Строительство в цементной промышленности инж. В. Дэтко	119
Новые методы повышения производительности трубчатых мельниц — обработал: Ю. Зелинский	122
Колориметрическое определение окиси железа в цементе и цементных материалах — С. Блах	127
Условия работы футеровки вращающихся печей — З. Лукович	132
Аэрированный бетон — mgr. В. Козельский	134
Обзор отечественной литературы	
Обзор иностранной литературы	

CONTENTS

	Page
Ready Mixed Mortar Plants — W. Zieliński M. Sc.	113
The Economy of Mining Investment in the Industries of Cement Lime and Gypsum — A. Trembecki Dr, B. Hromek M. Sc.	117
Construction in the Cement Industry — W. Detko M. Sc.	119
New Methods of Mill Efficiency Increasing — J. Zieliński M. Sc.	122
Colorimetric Determination of Iron Oxide in Cement and Raw Material — S. Błach	132
Aerat Concrete — W. Kozielski M. Sc.	135
Review of Polish Literature	
Review of the Foreign Literature	

Fotografia na okładce: Fragment montażu pieca obrotowego

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: Kraków, ul. Lubicz 25a, tel. 236.91-95
Adres administracji: Stalinogród, ul. Stawowa 19, tel. 324-44/45
Kolportaż: PPK „RUCH“ Stalinogród, ul. 3 Maja 16, tel. 375-43
Warunki prenumeraty: Przedpłata kwartalna normalna 13.50, ulgowa 9.—

Konto PKO Stalinogród III. 17763/110. Cena zeszytu pojedynczego 4.50

Format A4 — Obj. ark. druk. 1½ — Nakład 1400 egz. — Papier druk. sat. kl. V 61×86, 60 g
Numer zamówienia 572 z dnia 3. 9. 53. — M-4-40006 — Druk ukończono 30. 9. 1953
KRAKOWSKIE ZAKŁADY GRAFICZNE Nr 4 — KRAKÓW, J. SAREGO 7 — TELEF. 560-67

CEMENT WAPNO GIPS

MIESIĘCZNIK POŚWIĘCONY ZAGADNIENIOM PRZEMYSŁU MATERIAŁÓW WIĄŻĄCYCH

Rok IX/XVIII

LIPIEC — SIERPIEŃ 1953 R.

Nr 7—8

Mgr inż. Włodzimierz Zieliński

Kraków

666.918.004.6:66.013.5

Fabryki wapna gaszonego i zapraw budowlanych

Wzrastające tempo uprzemysłowienia kraju stawia nasz przemysł budowlany przed koniecznością daleko idącego zmechanizowania podstawowych czynności i przejścia z rzemieślniczych metod pracy na przemysłowe.

Zagadnienie poruszone przez autora niniejszego artykułu nie znalazło jeszcze u nas dotychczas należytego rozwiązania, pomimo, że stanowi ono punkt węzłowy trudności napotykanym na licznych naszych placach budowy.

Centralne, przemysłowe przygotowanie zapraw i betonów odpowiedniej jakości oznacza olbrzymi postęp i radykalne usprawnienie wykonawstwa budowlanego.

Artykuł poniższy nie wyczerpując całości zagadnienia, obrazuje jednak w dostatecznym stopniu sprawę mechanizacji przygotowywania zapraw wapiennych na skalę przemysłową i stanowić powinien punkt wyjścia do dyskusji obejmującej również sprawę fabryk betonu.

Redakcja

Treść: Wady dotychczasowych metod gaszenia wapna na budowie i spowodowane nimi straty dla gospodarki narodowej. Przemysłowe gaszenie wapna na mokro. Fabryki zapraw wapiennych. Instalacje do gaszenia wapna na sucho.

W obecnym stadium realizacji Planu Sześcioletniego stoją przed budownictwem poważne zadania produkcyjne zmuszające przemysł budowlany do przejścia na nowy styl pracy — pracy zmechanizowanej w najwyższym stopniu a polegającej na:

1. Mechanizacji procesów samej produkcji budowlanej.

2. Lepszej organizacji gospodarstw pomocniczych.

Realizacja tych wytycznych polega głównie na przygotowywaniu gotowych do budowy elementów konstrukcyjnych, części budynków mieszkalnych i przemysłowych w postaci prefabrykatów oraz na zmechanizowaniu produkcji zasadniczego elementu budowy, jakim jest zaprawa.

Ta charakterystyczna cecha budownictwa socjalistycznego, zastosowanie metod szybkościowych i związane z nim przejście na industrializację procesów produkcyjnych pociąga za sobą konieczność ścisłego kontrolowania kosztu budowy i stałego dążenia do obniżki wszystkich jego składników.

Podstawowym problemem gospodarki na placu budowy jest racjonalna gospodarka materiałami wiążącymi, stosowanymi do wytwarzania zapraw i wypraw.

Celem należytego zrozumienia ważności zagadnienia, przyjrzyjmy się jak zostało ono rozwiązane na placach budowy.

Dzisiaj jeszcze powszechnie sporządza się zaprawy na placu budowy przez dołowanie wapna, po uprzednim zgaszeniu go na ciasto wapienne. Normalnie, chcąc otrzymać dobre wapno do celów budowlanych, należy je dołować co najmniej na 1 rok przed rozpoczęciem budowy, by w tym długim okresie czasu użyć wapno dobrze zlasowane.

Obecnie, przy szybkościowym i zakrojonym na szeroką skalę budownictwie, nie ma zwykle czasu na tego rodzaju przygotowanie wapna, robi się to więc szybko, w ciągu 2—3 miesięcy a czasem i krócej. W ten sposób przygotowane wapno jest właściwie niedogażone i stanowi zły materiał wiążący, który, użyty do wyprawy, powoduje powstawanie lejkowatych odprysków, powstałych na skutek dalszego procesu gaszenia wapna, dokonywującego się w nałożonej już na murze wyprawie.

Wyżej opisana wada, spotykana dość często na naszych budowach, prowadzi niejednokrotnie do poważnych strat materiałowych, robocizny i czasu.

Tradycyjne przygotowywanie zapraw i wypraw na placu budowy powoduje także inne, bardzo poważne straty w materiale wiążącym, materiale pomocniczym i robociznie. Na przykład według danych statystycznych straty powstałe przy transporcie cementu na budowę dochodzą do 16% strat ciężarowych. Wapno traci nie tylko na ciężarze ale obniża również swoją jakość na skutek posiadanych własności higroskopijnych. Poza tym, zwykle wapno na placu budowy nie jest zaraz użyte do przerobu na ciasto, ale leży na zwale, co przeważnie powoduje:

1. Konieczność powiększenia powierzchni placu budowy.
2. Zanieczyszczanie wapna.
3. Dalsze straty aktywności dochodzące do 30% na skutek higroskopijności.
4. Zanieczyszczanie i zaśmiecianie placu budowy.

Prymitywne lasowanie wapna na placu budowy w dołach wapiennych pociąga za sobą stratę materiału drzewnego w ilościach dość poważnych, bo wyra-

żających się wskaźnikiem 0,09 — 0,1 m³ na 1 tonę wapna.

Przyjmując dla przykładu, że roczne zużycie wapna w bryłach wynosi 500 000 ton, ilość zużytego drzewa wyrazi się liczbą:

$$500\,000 \cdot 0,09 = 45\,000\text{ m}^3$$

Jest to ilość dość poważna a ilustrująca straty gospodarki narodowej na odcinku materiału deficytowego.

Następną poważną wadą gaszenia wapna na budowie są straty ilościowe wapna, które, jak już wspominałem, dochodzić mogą do 25% całej jego ilości, wliczając w to straty powstałe przy transporcie i złym magazynowaniu na budowie. Wynika z tego, że prawie 1/4 wapna przeznaczonego dla budownictwa traci się bezpowrotnie, co stanowi stratę deficytowego materiału wiążącego i powoduje podrożenie kosztów budowy.

Na przykładzie przytoczonej już ilości 500 000 ton wapna używanego przez budownictwo widzimy, że straty dochodzą do 120 000 ton rocznie, czyli równają się rocznej produkcji 2 dużych zakładów wapienniczych. Ponadto, przy gaszeniu wapna na budowie ręcznym sposobem, traci się na 1 tonę wapna około 2 roboczodniówek. Przy uwzględnieniu wykonania dołów, ich obudowy, oczyszczenia i zasypania po likwidacji placu budowy — rozchód robocizny na 1 tonę wapna dochodzi do 3—4 roboczodniówek.

W wypadkach złej organizacji placu budowy stwierdzono również, że zużycie robocizny dochodzi do 6 roboczodniówek na 1 tonę wapna zgaszonego.

Przyjmując tylko 4 roboczodniówki na 1 tonę wapna, przy ilości 500 000 t wapna rocznie, otrzymamy stratę robocizny w wysokości: 500 000 · 4 = 2 000 000 roboczodni, co przy 270 dniach pracy w roku stanowi:

$$2\,000\,000 : 270 = 7\,400\text{ robotników}$$

Zatem w skali rocznej otrzymujemy straty następujące:

- | | |
|---|-------------------------------|
| 1. 120 000 t wapna | po 69.— zł = 8 280 000.— zł |
| 2. 45 000 m ³ drzewa sosnowego | po 250.— zł = 11 250 000.— zł |
| 3. 2 000 000 roboczodniówek | po 30.— zł = 60 000 000.— zł |
| | Razem 79 530 000.— zł |

Zrozumiałe jest, że przy fabrycznym, zcentralizowanym sposobie produkcji zapraw i wypraw powyższe straty materiałowe zostaną zlikwidowane całkowicie a zapotrzebowanie robocizny zmniejszy się radykalnie.

W chwili obecnej nie posiadamy doświadczenia w projektowaniu urządzeń do wytwarzania zapraw i w dziedzinie fabrycznej ich produkcji. Do dziś problem ten nie został rozwiązany; zarówno przemysł jak i organizacje projektujące nic nie zrobiły w tym kierunku.

Jest rzeczą zrozumiałą, że musimy zdobyć się na usunięcie istniejących zaniedbań na omawianym odcinku, opierając się na bogatym doświadczeniu poczynionym w innych krajach, a w szczególności w ZSRR, gdzie industrializacja przemysłu budowlanego jest bardzo rozwinięta.

Na stopniu obecnego rozwoju techniki, zagranicą znane są następujące typy fabryk produkujących zaprawy:

1. Fabryki wapna zgaszonego.
2. Fabryki gotowych zapraw suchych lub mokrych.

Stanowią one dwa zasadniczo różne typy, których nie można łączyć, gdyż posiadają one odmienny charakter produkcji, zabudowy, parku maszyn i cyklów produkcyjnych.

Fabryki gaszenia wapna, jako zakłady produkcyjne jednosortymentowe, oparte o surowiec silnie higroskopijny, powinny być budowane w bezpośredniej bliskości wapienników, w oparciu o zasadę koordynacji. Produkcja ta jest znana w naszym kraju, lecz jej wielkość i ilość zakładów jest tak mała, że żadną miarą nie może zaspokoić potrzeb budownictwa.

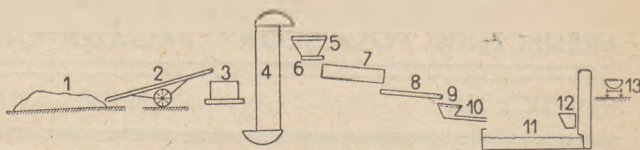
Problem dostarczania wapna budownictwu może być również rozwiązany drogą budowy specjalnych fabryk tego typu, położonych bardzo blisko źródła dostawy surowca, jakim jest wapno w bryłach.

W dużych centrach budowlanych w ZSRR są budowane fabryki suchych zapraw budowlanych, które są znacznie wygodniejsze w użyciu od wapna suchego zgaszonego.

Istnieją dwa przemysłowe sposoby gaszenia wapna: gaszenie na mokro prowadzące do uzyskania ciasta wapiennego i gaszenie na sucho dające w wyniku wapno hydratyzowane, czyli tak zwany hydrat lub inaczey wodzian wapnia, będący wodorotlenkiem wapnia w postaci suchego proszku.

METODA GASZENIA WAPNA NA MOKRO

Przemysłowa metoda gaszenia wapna na mokro jest starsza i posiada następujący układ technologiczny. (Rys. 1).



Rys. 1.

Wapno palone w bryłach o różnej wielkości dostarczane jest zwykle do wytwórni zaprawy przy pomocy najtańszego środka lokomocji jakim jest kolej i przechowywane na składzie (1). Skład powinien być tak wielki, by pomieścić zapas normatywny, 10-dniowy.

Ze składu wapno podaje się transporterem (2) do łamacza młotkowego (3) gdzie zostaje rozdrobnione przy równoczesnym zraszaniu go niewielką ilością wody.

Z młyna młotkowego, gdzie przez dodawanie wody następuje już wstępne lasowanie wapna, przechodzi ono elewATOREM (4) do zbiornika przejściowego (5), z którego przy pomocy podawacza talerzowego (6) nadawane jest do bębna (7), w którym w ciągu 15 minut następuje właściwe gaszenie wapna przez dodawanie odpowiedniej ilości wody.

Z bębna gaszącego wapno wypływa w postaci mleka wapiennego korytem (8) na sito wibracyjne (9), służące do oddzielania niezgaszonych części wapna. Spod sita-wibratora mleko wapienne zostaje skierowane korytem (10) do zbiornika (11), w którym następuje osiadanie wapna w postaci ciasta wapiennego.

Z powyższego widać, że to niezwykle proste urządzenie o dużej wydajności góruje znacznie nad powszechnie dziś używanym sposobem gaszenia wapna, gdyż przede wszystkim zabezpiecza budownictwo przed niebezpieczeństwem dostania się do zapraw i wypraw części niezgaszonego wapna, co mogłoby doprowadzić do tworzenia się wyprysków na gotowych tynkach.

Należy tu zaznaczyć, że przepuszczanie mleka wapiennego przez sito wibracyjne o bardzo małych oczkach wywołuje dość szybkie niszczenie sita. Celem uniknięcia tego praktyczniej jest sito wibracyjne ochraniać siatką żelazną o oczkach wielkości 5 mm. Gromadzące się na wapnie większe kawałki niezgaszonego wapna zostają usuwane ręcznie, przy pomocy zgarniacza, do skrzyni.

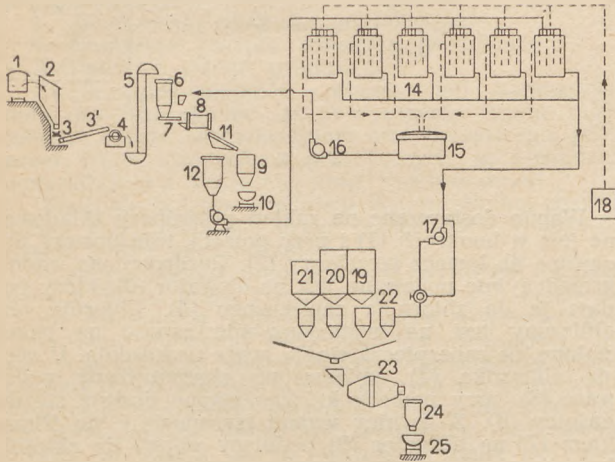
Siatka ochronna przedłuża znacznie żywotność sita wibracyjnego.

Dojrzewanie wapna a właściwie ciasta wapiennego w zbiornikach (11) trwa do 12 dni, po czym następuje opróżnianie zbiorników przy pomocy podnośnika wiaderkowego (12), zmontowanego na urządzeniu pozwalającym na przesuwanie podnośnika wzdłuż zbiornika osadowego. Ciasto wapienne wydobywane podnośnikiem zostaje załadowane do wagoników kolejki wąskotorowej (13), zamochoarów lub wagonów kolejowych i transportowane na plac budowy.

Stale zmagająca się walka o zaopatrzenie budów w wysokogatunkowe wapno ma zasadnicze znaczenie nie tylko dla realizacji planów gospodarczych, ale także dla podniesienia jakości wznoszonych budowli. Wapno niedogaszone i nienależycie dojrzałe powoduje z reguły poważne braki w budowlach, prowadzi do marnotrawstwa materiałów, czasu i siły roboczej.

Dążność do stałego podnoszenia ekonomiki budowy naprowadziła myśl ludzką na drogę przygotowywania gotowych zapraw budowlanych, produkowanych masowo według dokładnie opracowanych receptur.

Przykładem zakładu odpowiadającego wymaganiom nowoczesnego, socjalistycznego budownictwa może być Moskiewska Fabryka Gotowych Zapraw produkująca 120 m³ zapraw na dobę. Fabrykę wybudowano w pobliżu kopalni piasku i przeznaczono do obsługi budów znajdujących się w promieniu 12 km. Jak już wyżej wspominałem, zakład zaprojektowano na dzienną zdolność produkcyjną wynoszącą 120 m³, z możliwością rozbudowy do 240 m³/dobę. Fabryka może wyrabiać zaprawy wapienne, cementowe i wapienno-cementowe. Jej proces technologiczny przedstawia się następująco (Rys. 2).



Rys. 2.

Niezaszone wapno w bryłach dostarczane jest do fabryki krytymi wagonami kolejowymi (1) i wyładowywane do bunkrów składowych (2) skąd podłużnym i poprzecznym transporterem (3 i 3') podawane jest do rozdrabniania na łamacz o wydajności 8 m³/godz. (4), który rozdrabnia wapno kawałkowe do granulacji 5 cm.

Tak rozdrobnione wapno podaje się przy pomocy elewatora wiaderkowego (5) do zbiornika o pojemności 18 m³ (6), skąd przy pomocy podawacza talerzowego (7) przechodzi ono do 2 równolegle pracujących bębnow gaszących (8) o wydajności 1,5 m³/godz.

Po zgaszeniu wapno w postaci mleka wapiennego skierowane zostaje na sito wibracyjne (11), posiadające 64 oczka/cm². Grubsze części niezgaszonego wapna odprowadzane są z sita do zbiornika przejściowego (9) i przy pomocy wózków kolebowych (10) odwozi się je z fabryki; natomiast mleko wapienne przy pomocy pompy (13) przepompowuje się do dziewięciu żelazobetonowych zbiorników (14). W zbiornikach tych mleko wapienne dojrzewa i stopniowo osiada tworząc ciasto wapienne. Woda zebrana na jego powierzchni zostaje odprowadzona rurami do zbiornika (15) a stąd przy pomocy pompy (16) zostaje powtórnie wprowadzona do bębna gaszącego.

Na powierzchni ciasta wapiennego pozostaje warstwa 50 cm wody, chroniąca wapno zgaszone przed karbonizacją.

Ciasto wapienne dojrzewa w zbiornikach (14) przez 7 dni a po upływie tego czasu zostaje przetransportowane przy pomocy pompy (17) do oddziału przygotowywania zapraw. Dla dokonania tej operacji, do zbiorników (14) z kompresora (18) zostaje doprowadzone sprężone powietrze, pozostające pod ciśnieniem 2 atm. Pod wpływem tego ciśnienia ciasto wapienne miesza się z wodą pozostawioną w zbiornikach jako warstwa ochronna i w stanie półpłynnym przechodzi do oddziału przygotowywania zapraw.

Kompresor posiada wydajność 3 m³/min i ciśnienie 6 atm.

W okresie zimy ciasto wapienne zostaje podgrzane w czasie mieszania do temperatury 20°C przy pomocy pary wodnej.

Oddział przygotowywania zapraw składa się ze zbiorników piasku (19), żwiru (20) i cementu (21), pod którymi ustawione są dozatory podające odpowiednią ilość materiałów potrzebnych do przygotowania zaprawy o żądanym składzie. Wapno dozowane jest przy pomocy dozatora (22).

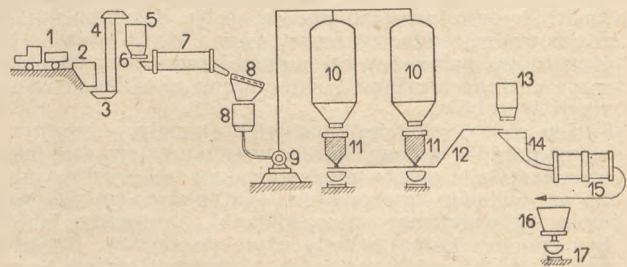
Dozowany materiał spływa do zbiorniczka zbiorczego, z którego z kolei zostaje podany do zwykłej betoniarzki, gdzie następuje wymieszanie, a następnie przez zbiornik przejściowy (24) ładowany jest do naczyń transportowych (wagonów lub samochodów) i dostarczany na plac budowy.

Podobnie w Stanach Zjednoczonych Ameryki Północnej buduje się fabryki wapna gaszonego o produkcji opartej przeważnie na metodzie Brük-Taylora z wydajnością około 480 m³ zaprawy na zmianę 8-miogodzinną. Proces technologiczny tych fabryk przedstawia się następująco (Rys. 3).

Wapno w bryłach transportuje się z wapienników do fabryki samochodami 10-tonowymi i wyładowuje się je do zbiornika wstępnego (2) skąd dostaje się ono do zbiornika-elewatora (3) i elewateorem (4) zostaje podniesione na wysokość około 15 m do zbiornika (5) o pojemności 20 ton. Ze zbiornika (5) podawaczem talerzowym (6) wapno nadawane jest do gaśnicy łopatkowej (7) zaopatrzonej w termometr rejestrujący. Termometr ten daje możliwość obserwowania temperatury gaszenia i jest dla obsługi wskaźnikiem przebiegu procesu gaszenia.

Wapno zgaszone w postaci mleka wapiennego skierowane zostaje na sito wibracyjne (8) celem oczyszczenia go z części niezgaszonych. Ze zbiornika (8) transportuje się mleko wapienne przewodami rurowymi, pod ciśnieniem, pompą odśrodkową (9) do 4 silosów (10) o pojemności 140 m³ każdy. W zbiornikach tych mleko wapienne pozostaje 10÷14 dni, w ciągu których zachodzi proces dojrzewania.

Z silosów tych dekantuje się wodę celem otrzymania ciasta wapiennego o jednolitej konsystencji. W tym celu każdy zbiornik posiada stalową kształtkę o przekroju krzyża, powleczoną blachą cynkową; wewnątrz znajduje się piasek o grubych ziarnach. Są to filtry zaopatrzone w zawory do wypuszczania zbędnej wody. Po otrzymaniu ciasta wapiennego o odpowiedniej konsystencji zamyka się krany filtrów a ciasto w zbiorniku zachowuje jednakową gęstość. Po okresie doj-



Rys. 3.

rzewania zostaje ono grawitacyjnie przetransportowane do dalszego zbiornika-dozatora (11) o objętości 0,9 m³.

Z dozatora ciasto dostaje się do naczyń transportowych, tj. do koleb kolejkki wąskotorowej, samochodów lub wagonów kolejowych i dostarczane jest na plac budowy. Natomiast przygotowywanie zapraw dokonywane jest w specjalnym oddziale, gdzie zainstalowane są 2 maszyny do mieszania betonu. (15) Nad betoniarzkami umieszczono 2 zbiorniki metalowe (13) o łącznej objętości 84 m³, służące do przechowywania piasku. Zbiorniki te oddzielone są od betoniarzek dozatorami (14).

Dozowanie odbywa się następująco:

Ze zbiornika (13) podaje się do dozatora odpowiednią porcję piasku, następnie z silosa (10) przewodami rurowymi podaje się ciasto wapienne, które układa się na piasku równą warstwą. Pod wpływem ciężaru zaprawy jeszcze niez mieszanej następuje samoczynne otwarcie dozatora i spłynięcie masy do betoniarzki. W ciągu jednej minuty przeprowadza się mieszanie suchej masy, po czym dodaje się odpowiednią ilość wody mieszającej w dalszym ciągu, aż do otrzymania jednorodnej masy w postaci gotowej zaprawy.

Dobre wymieszaną zaprawę wylewa się z betoniarzki do zbiorników o pojemności 6 m³ (16). Ze zbiorników zaprawę ładuje się automatycznie do specjalnych samochodów, które rozwożą ją na plac budowy.

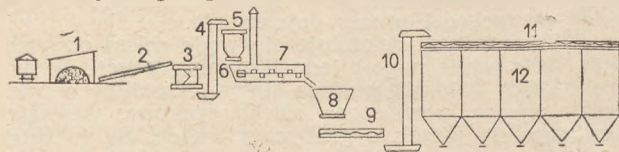
W wyżej opisanym schemacie charakterystyczne jest to, że do rozdrabniania wapna nie używa się łamacza szczękowego (młotkowego). Wynika to stąd, że w USA zakłady wapiennicze są przeważnie dużymi fabrykami, w których wpał drobnego kamienia wapiennego przeprowadza się w piecach obrotowych. Wapno wypalone z drobnego kamienia nie wymaga dalszego rozdrabniania.

GASZENIE WAPNA NA SUCHO

Urządzenia do gaszenia wapna na sucho istnieją w kilku naszych wapiennikach. Mogą one być budowane jako nowe oddziały produkcyjne przy istniejących zakładach lub jako nowe, samodzielne zakłady, zlokalizowane w rejonie wielkich budów, celem zapopatrywania ich w niezbędny materiał wiążący.

Schemat technologiczny samodzielnego zakładu produkującego hydrat przedstawiałby się następująco (Rys. 4):

Wapno w bryłach przywożone jest do fabryki wodzianu wapnia transportem kolejowym, gdzie jest składowane w krytych składach (1). Wielkość składów musi być obliczona na 10-dniowy zapas. Ze składu podaje się wapno transporterem (2) do łamacza młotkowego (3). Rozdrobnione wapno przechodzi grawitacyjnie na elewator (4), który podaje je do zbiornika przejściowego (5), skąd podawaczem talerzowym (6) skierowane zostaje do gaśnicy (7), gdzie przez dodanie wody ulega zgaszeniu.



Rys. 4.

Wapno zgaszone „na sucho“ zostaje przetransportowane do zbiornika (8) a następnie przy pomocy ślimaka (9) i elewatora (10) podaje się je do ślimaka (11) rozprowadzającego zgaszone wapno do silosów (12). Z silosów, poprzez wagi automatyczne, wapno pakowane jest do worków i składowane w składzie gotowych wyrobów.

Ten rodzaj produkcji jest niedoskonały, gdyż otrzymany produkt gotowy bardzo często zawiera stosunkowo duże ilości wapna niezgaszonego; takie wapno użyte na budowie, szczególnie do tynków, spowodować może nieprzyjemne niespodzianki. Natomiast może być ono bez żadnej szkody użyte do zapraw. Również wapno takie, zarobione wodą i transportowane w postaci ciasta wapiennego na dłuższy czas przed użyciem na budowie, jest materiałem całkowicie przydatnym nawet na tynki.

Tego rodzaju fabryki posiadają urządzenia proste i tanie, o stosunkowo małym zużyciu energii i siły roboczej. Urządzenia do suchego gaszenia mogą być z łatwością dobudowane w istniejących wapiennikach, opartych na dobrym surowcu.

NASI RACJONALIZATORZY

Cementownia „Górka“ przoduje

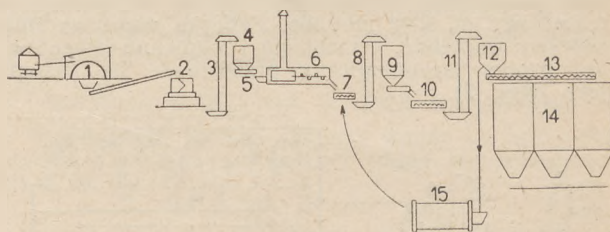
O roli, jaką granulowany żużel wielkopieczowy odgrywa w produkcji cementu hutniczego i cementu portlandzkiego „250“ pisaliśmy na łamach naszego miesięcznika już niejednokrotnie, podkreślając znaczenie gospodarcze tego zagadnienia.

Stałym dążeniem przemysłu cementowego jest doprowadzenie dodatku hydraulicznego, jakim jest żużel granulowany, do wielkości określonej normami dla odpowiednich gatunków cementu.

Pierwszym zakładem, który może poszczycić się pełnym sukcesem na tym odcinku, jest cementownia „Górka“. Dzięki uporczywym i twórczym wysiłkom grupy pracowników technicznych i robotników tej cementowni, uruchomiono w „Górze“ od maja 1951 roku, na skalę przemysłową, suszenie żużla w chłodniach pieców obrotowych.

Po okresie prób i początkowych niepowodzeń, po zwalczeniu oporów i wprowadzeniu szeregu udosko-

Przykładem wyższej techniki gaszenia wapna, dającej produkt wysokiej jakości, jest radziecki projekt fabryki wodzianu wapnia. Wydajność fabryki, przy pracy dwuzmianowej w ciągu 295 dni w roku, wynosi 7 900 ton hydratu. Dostarczanie wapna przewidziano wagonami kolejowymi lub samochodami-wywrotkami (Rys. 5).



Rys. 5.

Wapno dostarczane na zakład przerobczy składowane jest w bunkrach (1) i przy pomocy transportera podawane na łamacz szczękowy (2). Rozdrobnione wapno grawitacyjnie podawane jest na elewator (3), który podaje je do zbiornika zapasowego (4). Zbiornik ten obliczony jest na magazynowanie zapasu na jedną zmianę, co zabezpiecza ciągłą pracę urządzenia. U spodu zbiornika (4) umieszczono ekscentryczny podawacz (5), przy pomocy którego wapno dostaje się do gaśnicy (6). Z gaśnicy wapno transportuje się ślimakiem (7) na elewator (8) podający wapno do zbiornika (silosa) (9), gdzie przebywa ono przez 8 dni dla dojrzwiania. Załadowywanie silosów odbywa się od góry, wyładowywanie od dołu, zaś pojemność ich jest tak obliczona, że na przejście wapna zgaszonego z górnych warstw silosa do dolnego otworu wyładunkowego potrzeba 8 dni czasu.

Przy pomocy ślimaka (10) i elewatora (11) wodzian z silosa podaje się na separator (12) na którym następuje odsianie cząstek wapna zgaszonego (wodzianu wapnia) od wapna niezgaszonego. Niezgaszone cząstki wapna przy separacji spływają grawitacyjnie po pochyłej rurze do młyna kulowego (15).

Zmielony produkt transportuje się do ślimaka (7). Produkt gotowy transportowany jest z separatora do silosów a następnie workowany i składowany.

Tego rodzaju proces zabezpiecza dojrzwianie całej masy produkowanego wodzianu w zamkniętym cyklu mielenia. Wyższość tej metody polega na tym, że umożliwia ona wykorzystanie najbardziej cennej części hydratu tj. najdrobniejszych frakcji, które zwykle przy innej metodzie idą na straty rozkurzu. Niezależnie od tego, w takim wodzianie mamy minimum cząstek grubych niezgaszonego wapna, co gwarantuje wysoką jakość wyrobów. Otrzymany tym sposobem wodzian wapnia znajduje zastosowanie do specjalnych robót, najbardziej szlachetnych w budownictwie — do robót architektoniczno-dekoracyjnych i tynków a z uwagi na wyższy koszt produkcji nie powinien być stosowany do zwykłych zapraw murarskich.

naleń instalacji — zakład systematycznie wykonuje wysokie plany dodatku żużla, utrzymując się pewnie i niezachwianie na maksymalnej, ustalonej normy wysokości dodatku.

Sukces ten cementownia zawdzięcza w pierwszym rzędzie racjonalizatorom. Obywatele: Stefan Adamczyk — technik, Władysław Kłeczek — ślusarz, Franciszek Pstrucha — technik, Stanisław Chodacki — spawacz, Jan Pustelnik — technik i Bronisław Gazda — dyrektor cementowni opracowali i wykonali instalację do suszenia żużla wielkopieczowego w chłodniach pieców obrotowych.

Nie należy jednak zapominać o tym, że pełne wykorzystanie pomysłu racjonalizatorskiego i osiągnięte obecnie doskonałe wyniki są owocem zgodnego, świadomego i systematycznego wysiłku kierownictwa i całej załogi cementowni, bez czego najlepszy nawet projekt czy pomysł pozostałby tylko pomysłem.

C. S.

Dr inż. Adam Trembecki — Mgr inż. Bronisław Hromek

622.35:338.94:33

Ekonomiczne podstawy inwestycji górniczych w przemyśle materiałów wiążących

Treść: Cel i zadania inwestycji podejmowanych przez zakłady produkcyjne. Złe sposoby finansowania inwestycji. Przykłady rabunkowej gospodarki w kamieniołomach. Powiązanie robót inwestycyjnych z robotami produkcyjnymi. Sposób finansowania inwestycji górniczych. Przykłady praktyczne.

Celem inwestycji podejmowanych przez zakłady produkcyjne jest:

1. Zwiększenie zdolności produkcyjnej.
2. Obniżenie kosztów własnych produkcji.
3. Poprawa jakości produkcji.

Zwiększenie zdolności produkcyjnej kamieniołomów jest uzależnione od powiększenia frontu robót (dłuższe ściany eksploatacyjne) oraz podnoszenia zdolności transportowych i przerobczych w zakładach (centralizacja i skrócenie dróg przewozowych).

Obniżenie kosztów produkcji jest rezultatem zmniejszenia pracochłonności drogą mechanizacji i racjonalizacji (pełna mechanizacja).

Poprawa jakości produkcji jest wynikiem udoskonalenia metod pracy i rodzaju stosowanych urządzeń.

Do osiągnięcia powyższych celów konieczne jest uczynienie pewnych nakładów inwestycyjnych. Inwestycje górnicze pod względem finansowania różnią się istotnie od inwestycji budowlanych i maszynowych. Różnica polega przede wszystkim na tym, że już w trakcie wykonawstwa inwestycji, prowadzona jest równocześnie produkcja, której wartość powinna być uwzględniona w limitach inwestycyjnych.

Jest to szczególnie wyraźne w górnictwie odkrywkowym (kamieniołomy), gdzie większość górniczych robót inwestycyjnych prowadzona jest w złożu użytecznym.

Obowiązujące przepisy dotyczące prowadzenia inwestycji zredagowane są pod kątem widzenia głównie inwestycji budowlanych i maszynowych. Stosowanie tych przepisów do inwestycji górniczych nie zawsze daje właściwe rozwiązanie ekonomiczne.

Do sposobów ułatwiających finansowanie inwestycji nowobudowanych zakładów należy uruchomienie częściowej produkcji w poszczególnych samodzielnych ciągach produkcyjnych, jeszcze przed ukończeniem całości prac inwestycyjnych. Ścisłe powiązanie inwestycji z produkcją stwarza niekiedy poważne trudności w ich oddzieleniu, a nawet może prowadzić do nadużyć w gospodarce finansowej.

Przykładem takich nadużyć są wszelkie przejawy rabunkowej gospodarki w kamieniołomach, w wyniku których ostatecznie zmniejsza się zdolność produkcyjna zakładu przy jednoczesnym, okresowym obniżeniu kosztów produkcji. To obniżanie kosztów własnych produkcji jest wynikiem konsumowania uprzednio poczynionych inwestycji. Chęć doraźnego obniżenia kosztów produkcji jest zwykle główną przyczyną rabunkowej gospodarki.

Do najbardziej typowych przykładów rabunkowej gospodarki w kamieniołomach należą:

1. Nie zdejmowanie nadkładu w ilości odpowiedniej do wydobycia.
2. Zmniejszenie frontu robót górniczych przez likwidację poziomów.
3. Nieodpowiednie systemy urabiania, obniżające jakość surowca.

Pokrywanie kosztów produkcji z nakładów inwestycyjnych (np. zdejmowanie nadkładu dla potrzeb bieżącej produkcji), jest wysoce niewłaściwe, bowiem w ten sposób osiąga się znaczne fikcyjne obniżenie kosztów własnych. Gospodarka rabunkowa może się odbywać nawet w kamieniołomach całkowicie zmechanizowanych i jest w zasadzie trudno uchwytna dla osób nieobznajomionych z wiedzą górniczą.

W wyniku takiej gospodarki (szczególnie na skutek likwidacji rozwiniętych, drogą inwestycji, robót górniczych) można doraźnie uzyskać bardzo szybko poważne przekroczenie planu.

Powyższe zjawiska skłoniły prawodawców ZSRR do wyraźnego zakazu zaliczania kosztów zdejmowania nadkładu do robót inwestycyjnych, o ile to zdejmowanie nie ma na celu zwiększenia zdolności produkcyjnej kamieniołomu. Przy otwieraniu nowych kamie-

niomów do kosztów inwestycyjnych zalicza się w zasadzie zdjęcie nadkładu tylko do czasu osiągnięcia wymaganego wyprzedzenia robót wydobywczych (przeważnie 1/2 do 1 roku). Jedyne w przypadkach szczególnie trudnej eksploatacji, (np. przy eksploatacji selektywnej) można prowadzić zdejmowanie skrywki jako inwestycję z wyprzedzeniem dwuletnim.

Podczas przygotowania kamieniołomu do eksploatacji, a więc w czasie wykonywania robót o charakterze wyłącznie inwestycyjnym, otrzymujemy znaczne ilości urobku, którego wartość powinna być uwzględniona w limitowaniu kwot inwestycyjnych.

Tak więc w przypadku górniczych robót inwestycyjnych możemy wyróżnić 3 okresy.

W pierwszym okresie (inwestycje bez uruchomienia produkcji) wszystkie roboty finansowane są całkowicie z kredytów inwestycyjnych i wykonywane wyłącznie przez przedsiębiorstwo inwestycyjne.

Drugi okres, to jest okres rozruchu, cechuje równoległe prowadzenie prac o charakterze inwestycyjnym i produkcyjnym (ruchowym). W zależności od warunków lokalnych czynności te mogą się odbywać wyłącznie w ramach przedsiębiorstwa inwestycyjnego lub zakładu produkcyjnego albo też w ramach obydwóch wymienionych przedsiębiorstw.

Inwestycje wykonywane przez zakłady eksploatacyjne, czyli systemem gospodarczym, są dopuszczalne jedynie w wyjątkowych wypadkach.

W kamieniołomach, gdzie istnieje duża koncentracja robót górniczych, trudno jest na tym samym obszarze prowadzić działalność dwóch odrębnych przedsiębiorstw, gdyż faktyczne oddzielenie ich czynności w terenie byłoby fikcją. Temu stanowi rzecz można zaradzić przez równoczesne prowadzenie prac inwestycyjnych i produkcyjnych, ale przy zachowaniu ścisłego rozliczenia kosztów.

Koszty produkcji w tym drugim okresie (rozruchu) kształtują się zazwyczaj wyżej kosztów normalnej produkcji. Wyższe koszty są spowodowane niemożnością pełnego rozwinięcia robót, koniecznego do zastosowania mechanizacji, oraz intensywnym rozwijaniem frontu robót.

Z chwilą realizacji zamierzeń inwestycyjnych następuje trzeci okres, czyli stopniowa likwidacja robót inwestycyjnych przy pełnym obłożeniu robót eksploatacyjnych. Okres ten cechuje poważny spadek kosztów własnych produkcji.

Dokładne rozróżnienie granic pomiędzy poszczególnymi okresami jest trudne i nie byłoby celowe, gdyż okresy te wzajemnie się przenikają. Poza warunkami zewnętrznymi, przy rozróżnianiu tych okresów dużą rolę odgrywa inwencja inwestora bezpośredniego, który przez sprawną organizację robót może w znacznym stopniu skrócić okresy inwestycyjne.

Okres normalnej eksploatacji prowadzony już po zakończeniu prac inwestycyjnych powinien przebiegać według planu eksploatacji. Przepisy prawa górniczego nakładają obowiązek sporządzania takich planów ruchu na okresy dwuletnie. Większość jednak kopalni dobowanych odkrywkowo, a w szczególności surowce materiałów wiążących, nie podlega prawu górniczemu. Podciągnięcie surowców skalnych pod zasięg prawa górniczego rozwiąże zagadnienie planu ruchu.

Na podkreślenie zasługuje fakt, że z chwilą oficjalnego zaprzestania inwestycji nie kończy się rozwój kamieniołomu; w wyniku planowej gospodarki, drogą bieżącej eksploatacji uzyskuje się potężną rozbudowę wyrobiska górniczego.

Jak wynika z powyższego, powiązanie robót inwestycyjnych z robotami produkcyjnymi jest znacznie silniejsze w praktyce niż to wynikałoby z obowiązujących przepisów.

Dużą trudnością w określeniu wysokości (niezbęd-

nych) kredytów inwestycyjnych jest ustalenie zakresu robót finansowanych przez inwestycje i robót ruchomych, pokrywanych z funduszu obrotowego.

Dokładny zakres inwestycji określony jest dokumentacją techniczną, zaś jego koszt — kosztorysem. Kosztorys powinien zawierać wszystkie składniki inwestycyjne zgodnie z planowanymi robotami, bez względu na sposób ich finansowania.

Otrzymana w ten sposób kwota kosztorysowa bywa zazwyczaj w robotach górniczych znacznie większa od niezbędnych limitów inwestycyjnych, gdyż część robót inwestycyjnych związanych z rozwojem kamieniołomu utworzy nadwyżki produkcyjne, wynikłe z uzyskanego urobku w okresie rozruchu.

Nie uwzględnienie tych nadwyżek wypacza obraz limitów inwestycyjnych i może się przyczynić do zamrażania na okres roku poważnych środków inwestycyjnych, co w następstwie zwalnia tempo inwestycji w ramach danego resortu.

Poważną komplikacją w finansowaniu inwestycji górniczych jest trudność zarachowania na poczet inwestycji — wartości produkcji uzyskanej z wykonawstwa inwestycji. Źródłem tej trudności jest fakt, że finansowanie tego trudnego zadania (inwestycje i związana z nimi produkcja) dokonywane jest przez dwie odrębne jednostki, a mianowicie: Narodowy Bank Polski — finansujący produkcję i Bank Inwestycyjny — finansujący inwestycje.

Uwzględniając ten stan rzeczy możnaby poważnie zmniejszyć długoterminowy kredyt inwestycyjny co niewątpliwie przyczyniłoby się do znacznego usprawnienia finansowania inwestycji i gospodarki resortowej. Zalety tego zarachowania z punktu widzenia gospodarki ogólnopństwowej są oczywiste; wynika to wyraźniej z poniższych przykładów, zaczerpniętych z bieżącej praktyki inwestycyjnej.

Celem szerszego porównania przytoczymy dwa przeciwstawne sobie przykłady: w pierwszym uwzględniono finansowanie inwestycji robót podziemnych prowa-

dzonych w małym zakresie, przez czas krótki, natomiast w przykładzie drugim przedstawiono finansowanie olbrzymich inwestycji przeprowadzonych w długim okresie czasu.

Na zamieszczonych wykresach naniesione są krzywe kosztów inwestycji, wyznaczone na podstawie rzeczowego planu robót inwestycyjnych według kosztorysu. Kosztorys ten obejmując wszelkie nakłady inwestycyjne, a więc również i nakłady robót inwestycyjnych, przy których uzyskuje się urobek. Z tego też względu wartość produkcji osiągniętej przy prowadzeniu robót inwestycyjnych powinno się potrącić z nakładu na inwestycje, gdyż koszty tej produkcji zostały zaliczone w ramach inwestycji. W wyniku tego limit inwestycyjny ulega wydatnemu zmniejszeniu (patrz zakresłona część wykresu) i tylko ta część limitu powinna być traktowana jako kredyt inwestycyjny, spłacany z zysku osiągniętego z bieżącej produkcji, w okresie amortyzacji inwestycji.

Porównując oba te przykłady należy zauważyć, jak olbrzymie rezerwy finansowe można uaktywnić przy proponowanej gospodarce finansowej. Rzecz prosta, że im inwestycje są kosztowniejsze i rozciągnięte na dłuższy okres czasu, tym większe ujawniają się zalety tego sposobu. Przy analizie inwestycji długofalowych, przyjęto dla uproszczenia stały globalny przyrost zarówno wartości inwestycji kosztorysowych jak i wartość uzyskanego urobku.

Przy wykonywaniu inwestycji należy się liczyć z depresyjnymi kosztami inwestycji kosztorysowych i z regresyjnymi przyrostami wartości urobku.

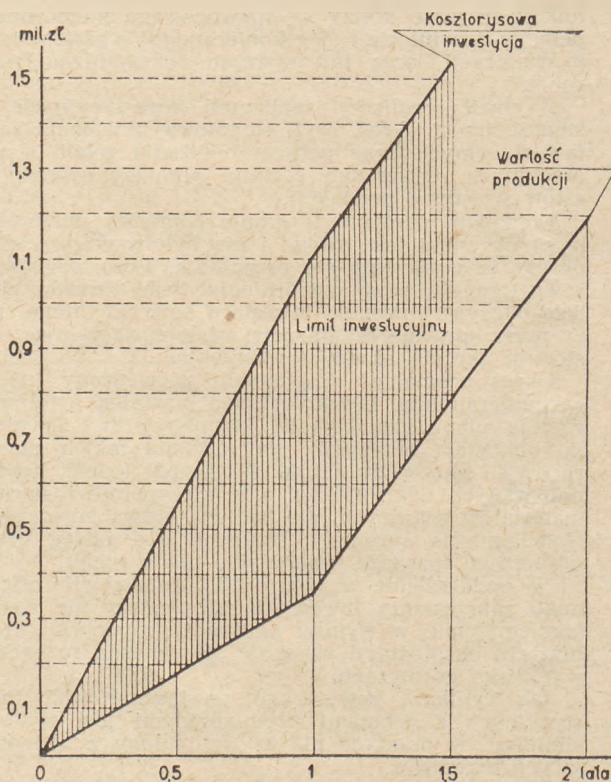
Na zakończenie należy podkreślić, że zaliczenie wartości urobku otrzymanego z robót inwestycyjnych na konto prowadzonych inwestycji w bardzo silnym stopniu obniża limity inwestycyjne. Jak wiadomo tempo inwestycji dyktowane jest między innymi możliwościami ich finansowania, toteż obniżenie limitu inwestycyjnego umożliwi (od strony finansowej) znaczne skrócenie okresu inwestowania, co w rezultacie da poważnie przyspieszenie realizacji inwestycji.

Reasumując powyższe rozważania należy stwierdzić:

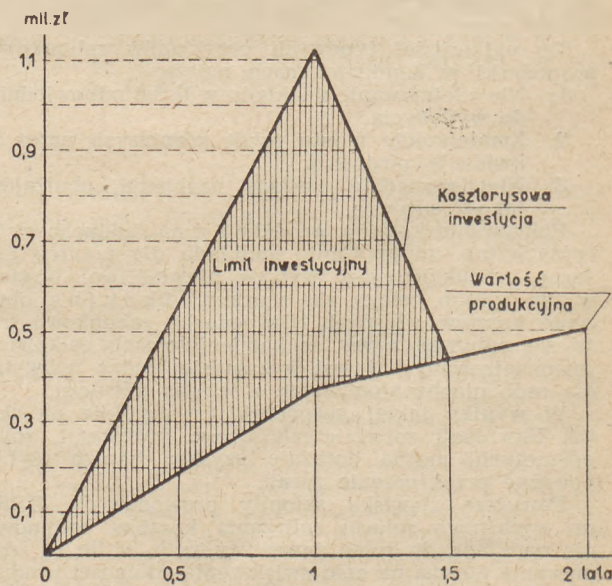
1. Przy inwestycjach górniczych w wyniku szczegółowej analizy dają się wyodrębnić 3 okresy, które charakteryzują się odmiennym nasileniem inwestowania, (okresy te zostały wyszczególnione uprzednio).
2. Różnica nasilenia kredytów inwestycyjnych we wspomnianych 3 okresach jest wynikiem potrącenia z kosztorysu inwestycyjnego wartości produkcji uzyskanej w czasie inwestowania.
3. Umiejętna gospodarka inwestycyjna (inwestycje górnicze) powinna zmierzać do takiego sposobu projektowania i wykonawstwa inwestycji, by uzyskać możliwie najszybszą i największą produkcję z robót inwestycyjnych. W tym przypadku inwestycje o charakterze górniczym mogłyby być w części pokryte z wartości uzyska-

Przykład 1

Okres czasu	Inwestycja kosztorysowa	Wartość urobku	Różnica	Limit bankowy
1 rok	1 101 459,23	361 345,70	740 113,53	1 101 459,23
1/2 roku	436 539,01	425 705,90	10 833,11	75 193,31
Razem	1 537 998,24	787 051,60	750 946,64	1 176 652,54



Rys. 1. Wykres łącznych nakładów inwestycyjnych dla przykładu I

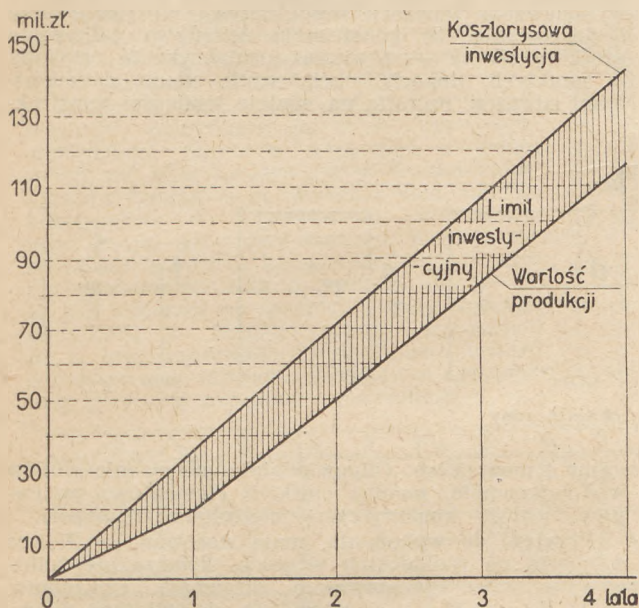


Rys. 2. Wykres rocznego nakładu inwestycyjnego dla przykładu I

nej produkcji. Dla zadośćuczynienia temu warunkowi konieczna jest możliwość kontowania wartości tej produkcji w Banku Inwestycyjnym na poczet inwestycji.

Przykład II

Okres czasu	Inwestycja kosztorysowa	Wartość urobku	Różnica	Limit bankowy
I rok	34 500 218	19 639 188	14 861 030	34 500 218
II rok	36 008 500	31 100 000	4 908 500	16 369 312
III rok	37 000 100	32 513 010	4 487 090	5 900 100
IV rok	34 526 857	33 600 052	926 805	2 013 847
Razem	142 035 675	116 852 250	25 183 425	58 783 477



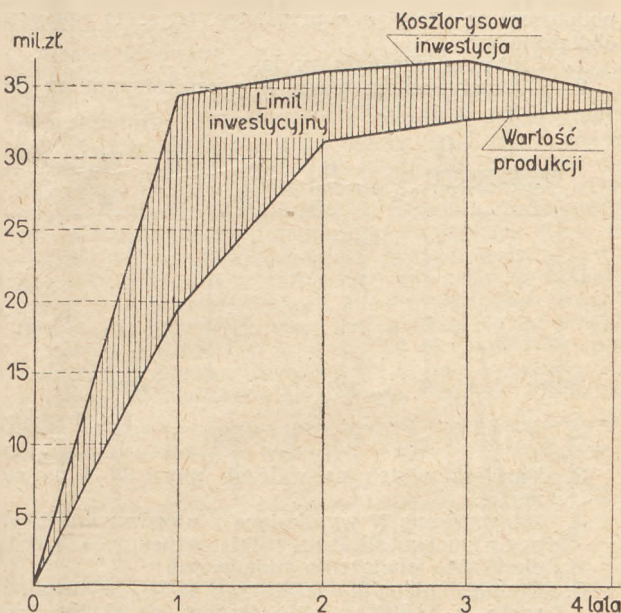
Rys. 3. Wykres łącznych nakładów inwestycyjnych dla przykładu II

b. Rozwinięcie ruchu współzawodnictwa przez stworzenie realnych podstaw przedterminowego finansowania inwestycji z nadwyżek wygospodarowanych.

Przy tak prowadzonej gospodarce inwestycyjnej robót górniczych, limit inwestycyjny można ograniczyć do różnicy wynikłej z potrącenia wartości produkcji uzyskanej z inwestycji od wartości kosztorysowej obiektu.

Proponowany system finansowania inwestycji stwarza ramy planowania robót inwestycyjnych górniczych dając jednocześnie możliwość i silny bodziec do przyspieszenia finansowania tych planów.

Jak w niniejszym artykule wykazano, inwestycje górnicze, zwłaszcza w kamieniołomach, mają charak-



Rys. 4. Wykres rocznych nakładów inwestycyjnych dla przykładu II

4. Tego rodzaju finansowanie inwestycji umożliwi:
a. Uzyskanie dużych efektów inwestycyjnych niskimi kredytami inwestycyjnymi,

ter specyficzny a ich odmienne potraktowanie niż w innych inwestycjach (budowlane, mechaniczne itp.) przysporzy gospodarce narodowej duże korzyści.

Mgr inż. Władysław Detko
Kraków

725.4:66.013.5:666.94

Budowie inżynierskie w przemyśle cementowym

Treść: Zasób wiadomości koniecznych dla dobrego konstruktora — znajomość statyki, technologii, ekonomii budownictwa przemysłowego, nowoczesnej organizacji i metod wykonawczych budownictwa. Zagadnienia konstrukcyjne. Piec obrotowy — wpływ działających sił i temperatur. Centralny skład surowców, paliwa i półfabrykatu — wybór systemu konstrukcyjnego — montaż i betonowanie. Baseny szlamowe — trudności konstrukcyjne i wykonawcze. Silosy.

Przestawienie przemysłu cementowego z gospodarki kapitalistycznej na tory gospodarki socjalistycznej spowodowało głębokie zmiany w organizacji produkcji. Przejście bowiem z produkcji sezonowej na ciągłą było możliwe pod warunkiem wyposażenia przemysłu w odpowiednie urządzenia przerobcze oraz składowiska surowca i półproduktu, gwarantujące stały rytm produkcji, niezależnie od awarii i sił wyższych, hamujących pracę w łomach i transporcie. Skala tych urządzeń tak z punktu widzenia mechaniki jak i inżynierii lądowej jest, jak na nasze dotychczasowe stosunki, niespotykana.

Przedmiotem artykułu będzie ten drugi punkt widzenia, obejmujący zakres zagadnień przed jakimi staną lądowic w przemyśle cementowym.

Nieprzeciętne warunki wymagają specjalnych rozwiązań statyczno-konstrukcyjnych, a takie właśnie warunki powstały w przemyśle cementowym. Wprowadzenie do produkcji potężnych pieców, wywierających za pośrednictwem fundamentów, duże naciski na grunt,

tworzenie wielkich składowisk surowca, klinkru, żużla i węgla, obsługiwanych sprawnymi suwnicami o dużym udźwigu, budowa basenów szlamowych o średnicach dochodzących do 36 m, nakrytych cienkościenymi sklepieniami, stosowanymi dotychczas tylko w obiektach kultu lub w budownictwie monumentalnym, wreszcie budowa olbrzymich zasobników cementu z urządzeniami, zdolnymi do załadowywania w krótkim czasie całych składów pociągów — oto kilka przykładów, które będą ilustracją zmagania inżyniera z trudnościami konstrukcyjnymi.

Wiadomo, że projekt układu statycznego konstrukcji, jest wynikiem przystosowania jej przyszłej pracy do żądanych warunków. Z twierdzenia tego jasno wynika, że konstruktor, którego orężem będzie tylko bezwzględna znajomość statyki, posunięta nawet do naukowej miary, nie tylko nie podoła zadaniom postawionym w przemyśle, lecz odwrotnie, może być przyczyną niepowetowanych strat. Opanowanie statyki należy więc skojarzyć, przynajmniej w koniecznym do

pracy zakresie, ze znajomością technologii, która jest funkcją dobrze spełniającej swe zadanie konstrukcji przemysłowej.

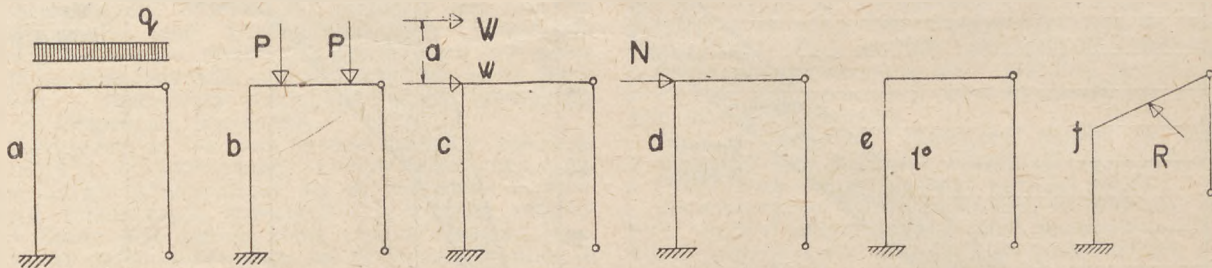
Konstruować dobrze to jeszcze mało — należy bowiem budować tanio, a więc do dwóch wyżej wymienionych gałęzi wiedzy, należy dołączyć znajomość ekonomii budownictwa przemysłowego. Celem zaś zupełnego wyczerpania tematu, uzupełnić należy zasób wiadomości konstruktora, znajomością nowoczesnej organizacji i metod wykonawczych w budownictwie.

Projekt konstrukcji przemysłowej, oparty na wymienionych czterech filarach wiedzy statyka, sprostą postawionym mu w praktyce zadaniom.

PIECE OBROTOWE

Piec obrotowy jest belką wieloprzęsłową, której podporami są ramy jednoprzęsłowe. (Rys. 1) Ramy te obciążone są:

1. Ciężarem własnym ryglu.
2. Oddziaływaniem pieca P przeniesionym za pomocą rolek tocznych.



Rys. 1. Schematy obciążeń ramy

3. Parciem wiatru na walczek pieca W i na ramę w .
4. Siłą poziomą N wynikającą z nierównomiernego nacisku sił P na rolki toczne pieca, równą około 5% obciążenia pionowego.
5. Podniesieniem temperatury o 100°C w rozporze ramy, a o 80°C u stóp słupów, na skutek promieniowania walczaka pieca w strefie spiekania, oraz obniżeniem temperatury o 15°C w myśl obowiązujących norm.
6. Siłą poziomą R działającą prostopadle do płaszczyzny ramy (wzdłuż osi pieca), wywołaną wpływem rozszerzania i kurczenia się walczaka pieca na skutek jego nagrzewania i chłodzenia. Siła R wynosi około 15% sił P i zależy od długości pieca.

O ile schematy statyczne wymienione pod punktem 1, 2 i 3 wynikają tylko ze znajomości zasad statyki, o tyle ustalenie dalszych jest uwarunkowane znajomością pracy pieca i wynikiem pomiarów i obserwacji.

Dokładne pomiary temperatury płaszcza pieca, wynoszącej w strefie spiekania około 400°C , zwróciły uwagę konstruktora na jej wpływ (przez promieniowanie) na konstrukcję żelbetową ramy. Względne podniesienie się temperatury o 80°C zwiększały momenty i siły działające w ramie o około 20%. Dlatego do ramy jednoprzęsłowej wprowadził konstruktor korzystną (ze względu na temperaturę) zmianę, polegającą na zastosowaniu przegubu u góry stojaka. Wpływ dynamiczny, wolnobieżnej zresztą maszyny jaką jest piec, są ujęte w przyjętych współczynnikach bezpieczeństwa.

SKŁAD SUROWCA, PALIWA I PÓLFABRYKATU

Innego rodzaju zagadnieniem konstrukcyjnym w nowoczesnej cementowni jest centralny skład surowców, paliwa i półfabrykatów, obsługiwany suwnicami. Elementami statycznymi są słupy wolnostojące o wysokości do 25 m obliczone na dwa schematy statyczne a i b przy tych samych obciążeniach (Rys. 2), dźwigające belki podsuwnicowe, przy czym do wymiarowania przyjmuje się niekorzystne wielkości statyczne: wieloprzęsłowe belki podsuwnicowe, obciążone ciężarem ruchomym suwnic o rozpiętości 28 m i udźwigu 12 ton i stalowe wiązary dachowe o rozpiętości odpowiadającej rozpiętościom znormalizowanych suwnic.

Jakkolwiek jasny układ statyczny tej konstrukcji zamocowany jest w części składów, przylegającej do od-

działu młynów i suszarni, przez system lejów żelbetowych, zasilających te oddziały, nie przedstawia on dla statyka specjalnych trudności.

Dominującym natomiast zagadnieniem dla konstruktora jest w tym wypadku ekonomiczne wykonanie budowli, składającej się z masowej ilości podobnych elementów zużywających duże ilości betonu i stali, oraz sprawna organizacja robót, zezwalająca na szybkie uruchomienie inwestowanych kapitałów. Rozważania te dotyczą składów o powierzchni do 10.000 m^2 .

Przy bliższym wyborze systemów konstrukcyjnych odpadają: 1) spawana konstrukcja stalowa, będąca ideałem prefabrykacji w budownictwie przemysłowym — ze względu na konieczność oszczędzania stali, 2) klasyczna konstrukcja żelbetowa o wiotkim zbrojeniu i betonowana na mokro, wymagająca wprowadzenia do wykonawstwa wielkich ilości drzewa na rusztowania i deskowania, 3) konstrukcja żelbetowa całkowicie prefabrykowana — ponieważ prefabrykacja estakady o smukłych słupach, obciążonych siłami dynamicznymi suwnicy, natrafia na wielkie trudności konstruk-

cyjnc i montażowe. Odpowiednie zamocowanie słupów w fundamencie, montaż ciężkich elementów, usztywnienie całości konstrukcji — oto główne trudności.

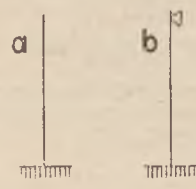
Przyjęto do wykonania, mało stosowaną w Polsce a opartą na radzieckich wzorach, konstrukcję żelbetową o sztywnym uzbrojeniu,

odznaczającą się zaletami klasycznej konstrukcji żelbetowej wykonywanej na mokro a eliminującej wady i trudności konstrukcji żelbetowej całkowicie prefabrykowanej. Oto jej krótki opis. W składzie suwnicowym wyróżnia się:

1. Część dolną fundamentów i słupów wykonanych na mokro do wysokości kilku metrów.
2. Słupy o sztywnym uzbrojeniu wysokości kilkunastu metrów.
3. Belki podsuwnicowe o sztywnym uzbrojeniu.

Układanie betonu odbywa się w prefabrykowanych składanych deskowaniach, obitych od wewnątrz blachą żelazną. Sztywne uzbrojenie słupów wykonywane w odcinkach kilkumetrowej długości, spawanych między sobą, na montażu przeliczone zostało na wiatr (Rys. 3). Do przeniesienia tych sił zaprojektowano specjalne skratowanie. Sztywne uzbrojenie belek podsuwnicowych, wykonanych jako samonośne szkielety z dwóch kratownic z okrągłych prętów typu N (Rys. 4) sprawdzono na obciążenie: a) ciężarem własnym, b) ciężarem mokrego betonu, c) deskowaniem prefabrykowanym, d) obciążeniem użytkowym przy deskowaniu. Sztywne uzbrojenie belek podsuwnicowych podobnie jak słupów skratowano poziomo na obciążenie wiatru. Deskowanie podwieszono do krat szkieletu uzbrojenia za pomocą specjalnych strzemion.

Montaż i betonowanie odbywa się następująco: przygotowany słup o sztywnym uzbrojeniu, łącznie z deskowaniem, zostaje za pomocą wieży montażowej, poruszającej się na normalnym torze wzdłuż wykonywanej estakady, przyspawany do części konstrukcji dolnej wykonywanej na mokro. Po uzupełnieniu deskowania na styku, słup zostaje zabetonowany w odcinkach mniej więcej 3 m, przy użyciu tego samego szalowania. Przewidziana szybkość betonowania wynosi około 1 mb. słupa na 2,5 godz. Po zabetonowaniu



Rys. 2. Sztywne zbrojenie słupów estakady

słupów, umieszcza się sztywne uzbrojenie belek podsuwnicowych na długości odcinka estakady ograniczonego dylatacjami i, po złączeniu za pomocą spawania uzbrojenia słupów z uzbrojeniem belek oraz uzupełnieniu deskowania na stykach tych dwóch elementów, układa się beton w prefabrykowanych deskowaniach podwieszonych do belek.

Konstrukcja żelbetowa o sztywnym uzbrojeniu, prawidłowo zastosowana, dała duże oszczędności w zużyciu drzewa oraz przyspieszyła montaż, kosztem kilku procent wyższego (w stosunku do konstrukcji żelbetowej na mokro) rozchodu żelaza, koniecznego do zwiatrowania i połączeń spawanych.

BASENY SZLAMOWE

Racjonalne zharmonizowanie obiektu inżynierskiego z procesem technologicznym produkcji znalazło swój wyraz w krytych, okrągłych basenach szlamowych (Rys. 5).

Zabezpieczenie pracy urządzenia mechanicznego, polegającej na ruchu obrotowym olbrzymiego ramienia, wspartego z jednej strony na wale królewskim w środku zbiornika a z drugiej — na obwodzie koła, zmusiło konstruktora do wprowadzenia niestosowanego do tej pory przy budowie naszych cementowni elementu konstrukcyjnego. Pokrycie powierzchni koła o średnicy do 36 m, to jest większej od średnicy kopuły kościoła św. Zofii w Konstantynopolu wynoszącej 31 m, oraz doprowadzenie do środka ciężkich rurociągów ze szlamem, powietrzem sprężonym i kablami było głównym zadaniem konstruktora.



Rys. 3. Sztywne uzbrojenie słupów

ny — na obwodzie pierścienia latarni. Rozwiązanie takie unika bezpośredniego podwieszenia rurociągów za pomocą cięgien u podniebienia kopuły, stwarzającego asymetryczne obciążenie punktowe i powodującego tym samym nierozwiązalne trudności obliczeniowe.

Kosztowna konstrukcja kopuły, trudności jej wykonania, duże zużycie drzewa, powinny zwrócić uwagę konstruktorów i technologów przemysłu cementowego w kierunku mniej kosztownego rozwiązania zagadnienia basenów szlamowych. Przed racjonalizatorami naszego przemysłu istnieje duże pole do popisu.

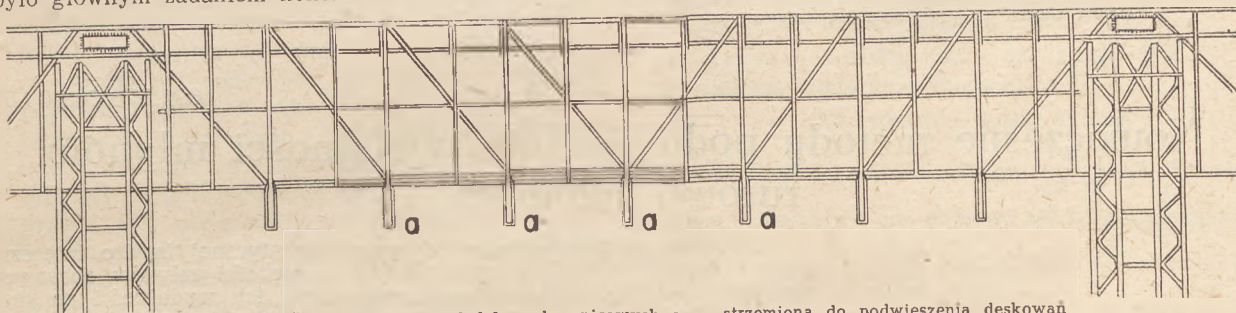
SILOSY

O ile budowa basenów szlamowych jest w przemyśle cementowym zagadnieniem nowym, wymagającym znalezienia nowych dróg do technologicznego i konstrukcyjnego rozwiązania, o tyle problem silosów cementu, znany od zarania tego przemysłu, przeszedł długą ewolucję.

Usankcjonowany przez pokolenia konstruktorów schemat statyczny okrągłych silosów o przeciętnej średnicy do 15 m, był realizowany w różnego rodzaju technikach, począwszy od klasycznego żelbetu układanego w deskowaniach na mokro, a skończywszy na silosach z prefabrykowanymi dowcipnie pustaków betonowych, zastępujących kosztowne deskowania drewniane i zalewanych betonem po ułożeniu obwodowego żelaza zbrojeniowego spawanego na stykach (Rys. 6).

Obecnie, po doświadczeniach poczynionych przy budowie cementowni w Wierzbicy, wiadomo, że najszybszym sposobem wykonania silosów jest zastosowanie deskowań ślizgowych oraz cementu szybkosprawnego.

Zespół 6 silosów, o średnicy 10 m i wysokości podnoszenia deskowań ślizgowych 25 m, wykonany, na gotowej już podbudowie, w ciągu zaledwie kilku dni,

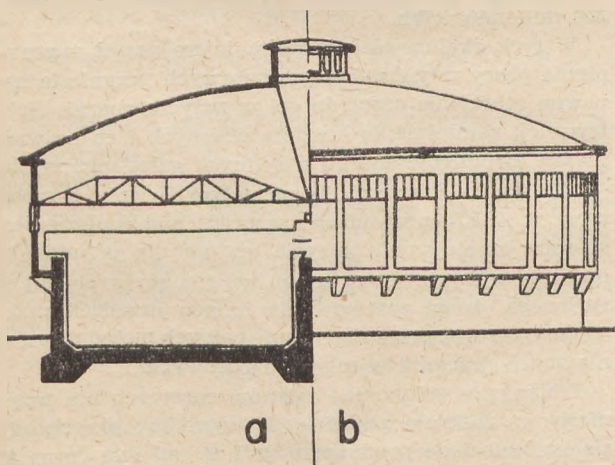


Rys. 4. Sztywne uzbrojenie belek podsuwnicowych a — strzemiona do podwieszenia deskowań

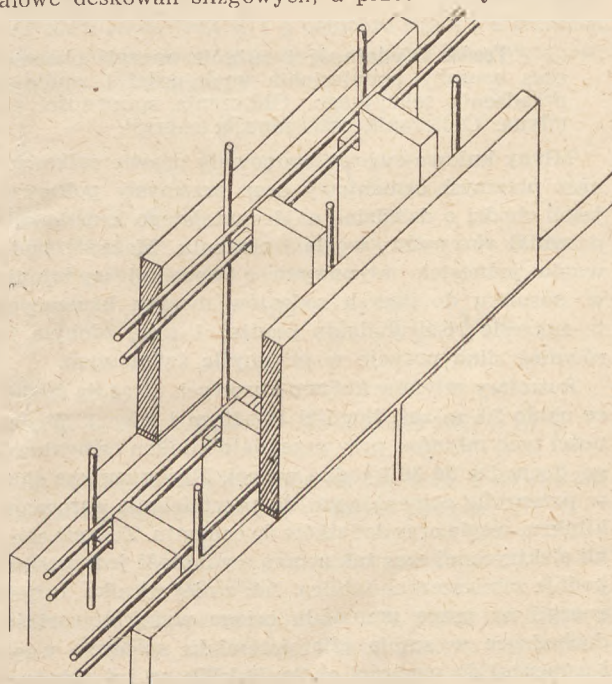
Do pokrycia basenu szlamowego zastosowano sklepienie, które, wyrugowane od szeregu lat z budownictwa, zyskało z powrotem prawo obywatelstwa w nowej dla siebie dziedzinie — przemyśle oraz w zmiennej, nowoczesnej formie cienkościennej kopuły z żelbetu.

Kopuła, oprócz normalnych obciążeń spowodowanych ciężarem własnym, śniegiem i wiatrem, przyjmuje ciężar rurociągów umieszczonych na mostku, opartym z jednej strony na ścianie zewnętrznej zbiornika, a podwieszonych na cięgnach, z drugiej stro-

świadczy o sprawności nowego systemu i możliwościach nowoczesnej organizacji wykonawczej. Urządzenia metalowe deskowań ślizgowych, a przede wszystkim sru-

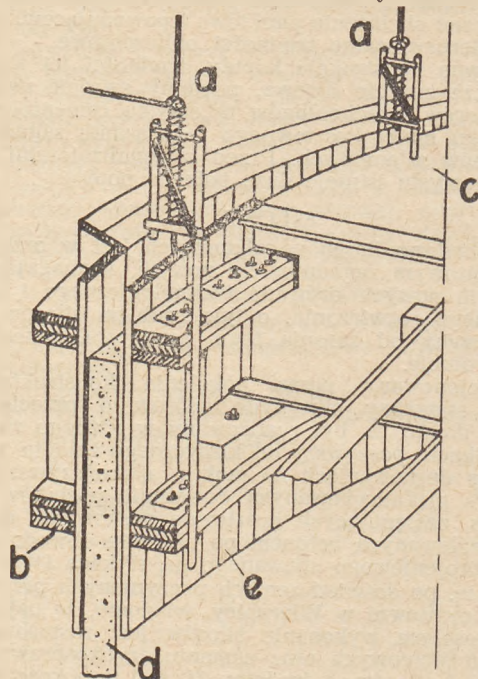


Rys. 5. Basen szlamowy a — przekrój, b — widok



Rys. 6. Elementy prefabrykowanego silosa

bowe podnośniki ramowe, niezależnie od średnicy silosów, mogą być z powodzeniem użyte na innych bu-



Rys. 7. Nowy, radziecki sposób budowy silosów przy pomocy deskowań ślizgowych
a — podnośnik śrubowy, b — krążyny, c — pomost roboczy, d — ścianka silosa, e — deskowanie ślizgowe

dowach i stanowią stały kapitał przedsiębiorstwa (Rys. 7).

Wykonując obliczenia statyczne silosów, konstruktor powinien wziąć pod uwagę fakt, że przy silosach zapełnianych i opróżnianych pneumatycznie napowietrzony cement traci swe własności ciała sypkiego i znajduje się w stanie upłyniętym przez powietrze. Wzory wykładnicze Jansena na parcie materiałów sypkich nie znajdują w danym wypadku zastosowania. Bliższym prawdy jest zastosowanie w obliczeniu parcia na ściany silosa cieczy o ciężarze gatunkowym około 1300 kg/m^3 . Poza tym zaobserwowano w praktyce, że w czasie pneumatycznego opróżniania silosa może nastąpić oderwanie się stożka cementu wierzchołkiem na dół, na podłogę, w której umieszczone są urządzenia odbiorcze.

Dno silosa, o ile nie jest sztywnie związane ze ścianami bądź też nie jest fundowane na palach, powinno być odpowiednio przeliczone na przejście uderzenia tak potężnej masy.

Na rozwiązanie konstrukcyjne silosów ma zasadniczy wpływ temperatura magazynowanego cementu dochodząca do 125°C . Tak wysoka temperatura narzuca zasadę łączenia poszczególnych zbiorników w zespoły i stawia zagadnienie racjonalnego rozwiązania połączenia ścian bocznych z dnem.

Budownictwo przemysłowe jest splotem bardzo złożonych zagadnień. Kilka wyżej wymienionych budowli jest tego jasnym dowodem. Każda nowa technologia produkcji wymaga nowych koncepcji konstrukcyjnych, które powinny opierać się na obserwacjach, pomiarach i ankietach przeprowadzanych na wykonanych już budowlach, ujętych następnie w ramy ścisłego rachunku statycznego, gwarantującego ekonomię i bezpieczeństwo budowli.

621.926.54.004.67

Nowoczesne metody podwyższania wydajności młynów rurowo-kulowych

Artykuł poniższy omawia od strony teoretycznej bardzo interesujący i aktualny problem podwyższenia sprawności młynów rurowych wielokomorowych oraz możliwość zwiększenia ich wydajności na drodze zabudowania urządzenia sekcijnokomorowego, w oparciu o dane z literatury technicznej i praktyki przemysłu cementowego w ZSRR.

Powinien on posłużyć pracownikom i racjonalizatorom naszego przemysłu jako pomoc przy realizowaniu postępu technicznego w dziedzinie gospodarki młynowej.

Redakcja

Treść: Wydajność i zużycie energii obecnie używanych młynów rurowo-kulowych. Stosowane dotychczas sposoby podniesienia wydajności i zmniejszenia zużycia energii. Korzyści płynące z zamontowania urządzenia sekcijnego. Obliczenia sprawności energetycznej młyna rurowego. Obliczenie mocy napędu młyna. Obliczanie oszczędności energii.

Młyny kulowo-rurowe opanowały prawie całkowicie nasz przemysł cementowy oraz przemysły pokrewne, jeżeli chodzi o dziedzinę najdrobniejszego kruszenia — przemiał surowców, węgla i cementu. Możliwość budowania jednostek młynowych o wysokiej wydajności w stosunku do innych rodzajów maszyn kruszących, w zakresie rozdrabniania poniżej 1 mm, zdobyła im również silną pozycję w przemyśle światowym.

Rozmiary młynów kulowo-rurowych osiągają średnicę około 2,6 m zaś długości 13÷15 m i więcej. Wydajności tych młynów, przy przemiale klinkru cementowego, dochodzą do 30 t/godz i więcej. Młyny rurowe służą w przemyśle cementowym do przemielania surowców, klinkru, węgla oraz dodatków do cementu. Zużycie energii elektrycznej oraz tak zwaną wydajność jednostkową podaje zamieszczona tablica. Jak z niej wynika, zużycie energii na pracę przemiału osiąga wysokie wartości, dochodzące w sumie (dla przemiału surowca, węgla i cementu) do wartości około 70 kWh na 1 t gotowego cementu. W roku 1955 przy produkcji krajowej około

5 milionów ton cementu na przemiały zużywać się będzie olbrzymią ilość energii elektrycznej, bo około 350 milionów kWh.

W tych okolicznościach najmniejsze nawet usprawnienie pracy młynów kulowo-rurowych przyniesie napewno olbrzymie oszczędności w zużyciu energii elektrycznej, zmniejszenie kosztów własnych i co najważniejsze zwolnienie energii dla innych gałęzi przemysłu.

Nic przeto dziwnego, że na całym świecie, a zwłaszcza w ZSRR, prowadzone są prace nad znalezieniem sposobu zmniejszenia zużycia energii dla przemiałów najdrobniejszych, drogą zmian konstrukcyjnych młyna rurowego, drogą zastosowania innych urządzeń przemiałowych oraz przez stosowanie nowych metod usprawniających przemiał w młynach rurowych.

Zmiany konstrukcyjne młynów rurowych nie przyniosły w zasadzie pożądaných wyników, przyczyniły się natomiast do produkowania i stosowania coraz to większych i wydajniejszych jednostek przemiałowych. Wprowadzenie młynów nowego typu jak np. typu Loe-

scha przyniosło wprawdzie podwyższenie sprawności energetycznej, lecz równocześnie ograniczyło wydajności agregatów, powiększając zużycie materiałów deficytowych, komplikując technologię i konserwację przy znacznym powiększeniu kosztów inwestycyjnych w odniesieniu do godzinowej wydajności.

Materiał przemielany	Jednostkowa wydajność w kg/kWh	Jadnostkowe zużycie energii w kWh/t
Klinkier z pieców obrotowych	32 ÷ 40	31 ÷ 25
Klinkier z pieców szybowych	47 ÷ 54	21 ÷ 19
Żużel wielkopiecowy granulowany	32	31
Kamień wapienny	43 ÷ 65	23 ÷ 15
Kreda, glina, less (przemiał suchy)	72	14
Kreda, glina, less (przemiał mokry) po szlamatorze	108 ÷ 144	9 ÷ 7

Sprawa nowych urządzeń do przemiałów najdrobniejszych jest otwarta i czeka na nowatora-wynalazcę, który wprowadził by do przemysłu urządzenie sprawniejsze pod względem energetycznym.

Usprawnienia przemiału stosowane dotychczas są następujące:

1. Budowa młynów rurowych pracujących na zasadzie wielokrotnego przechodzenia materiału przez młyn, czyli w tak zwanym „cyklu zamkniętym“ z separatorami — przy suchym sposobie lub z tak zwanymi klasyfikatorami — przy przemiałach mokrych.
2. Indywidualny przemiał każdego ze składników w przypadku wielkich różnic w wielkości ich współczynników przemiałowości, a następnie mieszanie produktów uprzednio oddzielnie przemielonych.
3. Stosowanie specjalnych dodatków, tak zwanych intensyfikatorów przemiałowych.
4. Intensywne przewietrzanie (aspiracja) młynów rurowych przy przemiałach suchych.
5. Stosowanie gorącej wody przy przemiałach mokrych materiałów plastycznych.
6. Wodne ochładzanie walczaka młynowego przy przemiałach suchych.
7. Instalacja w ostatnich komorach młynowego urządzenia sekcyjnego, obniżającego moment obrotowy młynowego.

Artykuł niniejszy ma wykazać jak dalece młyn rurowy jest pod względem zużycia energii niskosprawny, a jednocześnie ma na celu omówienie usprawnienia pracy młynów rurowych przez wprowadzenie urządzenia sekcyjnego wyrównującego moment obrotowy. Inne wymienione wyżej sposoby usprawnienia młynów były już opisywane w naszej prasie technicznej lub będą tematem przyszłych publikacji.

SPRAWNOŚĆ ENERGETYCZNA MŁYNÓW RUROWYCH

Sprawnością energetyczną młynowego nazywamy stosunek energii (A_p), potrzebnej teoretycznie do rozdrobnienia ziarna materiału o pewnej średnicy początkowej (D) na ziarno o mniejszej średnicy (d), do energii zużytej rzeczywiście przy przemiale w obecnie stosowanych młynach rurowych (A_{pr}). Sprawność tę wyrażoną w procentach można przedstawić następująco:

$$\eta = \frac{A_p}{A_{pr}} \cdot 100\%$$

Pracę teoretyczną rozdrabniania obliczamy w oparciu o prawo Hook'a, przy założeniu, że praca ta równa jest w przybliżeniu pracy zużytej na odkształcenie ciała w granicach wytrzymałości oraz, że dla ciał mineral-

nych jest zachowana proporcjonalność pomiędzy odkształceniem i siłą działającą w granicach nie tylko sprężystości, ale również do samej granicy wytrzymałości doraźnej.

Zakładamy również, że w młynie następuje jednorazowe uderzenie rozdrabniającej kuli stalowej o bryłkę klinkru, w rezultacie czego otrzymujemy n ziarenek kulistych cementu. Pracę użytą na tego rodzaju rozkruszenie można za użyciem radzieckim Lewensonem wyrazić następująco:

$$A_t = \frac{\sigma^2}{2E} (V_1^2 - V_2^2) = \frac{\sigma^2}{2E} \left(\frac{\pi D^3}{6} - \frac{\pi d^3}{6} \right) = \frac{\sigma^2 \pi}{12E} (D^3 - d^3) \text{ kg cm}$$

gdzie

V_1 — objętość bryłki klinkru w cm^3 ,
 V_2 — objętość ziarna cementu w cm^3 ,
 D — średnica bryłki klinkru w cm ,
 d — średnica ziarenka cementu w cm ,
 σ — granica sprężystości w kg/cm^2 ,
 E — współczynnik sprężystości w kg/cm^2 .

Aby obliczyć pracę teoretyczną rozdrabniania, przyjmujemy średnicę bryłki klinkru równą 2 cm .

Objętość bryłki klinkru wynosi:

$$V_1 = \frac{\pi D^3}{6} = \frac{\pi \cdot 0,2^3}{6} = 4,18 \text{ cm}^3 \text{ lub } 0,00418 \text{ dcm}^3$$

Jedna bryłka klinkru posiada ciężar:

$$G_1 = v_1 \cdot \gamma = 0,00418 \cdot 2,7 = 0,0113 \text{ kg} = 11,3 \text{ g}$$

przy ciężarze właściwym klinkru:

$$\gamma = 2,7 \text{ kg/dcm}^3 = 0,0027 \text{ kg/cm}^3$$

Jeden kilogram klinkru zawiera $\frac{1}{0,0113} = 88,5$ bryłek klinkru o średnicy 2 cm , objętość zaś 1 kg klinkru wynosi:

$$v_1 \cdot 88,5 = 0,37 \text{ dcm}^3$$

Objętość ziarna cementu obliczamy ze znanej nam powierzchni ziarna cementu o ciężarze 1 g . Powierzchnia ziarna cementu przy 10% pozostałości na sicie 4900 oczek/ cm^2 wynosi około 2250 cm^2/g . Oznaczając ilość ziarna zawartych w 1 g cementu przez i a średnicę jednego ziarna przez d możemy napisać dwa równania o dwóch niewiadomych:

$$\text{I. } \pi d^2 \cdot i = 2250 \text{ cm}^2$$

$$\text{II. } \frac{\pi d^3}{6} \cdot i \cdot \gamma = 1 \text{ g}$$

gdzie $\gamma = 2,7 \text{ g/cm}^3$

Podstawiając i z równania I do równania II otrzymamy średnicę ziarna cementu:

$$\text{I. } i = \frac{2250}{\pi \cdot d^2} \quad \text{II. } \frac{\pi d^3}{6} \cdot \frac{2250}{\pi \cdot d^2} \cdot 2,7 = 1$$

skąd

$$d = \frac{6}{2250 \cdot 2,7} = 0,00099 \text{ cm} = 0,0099 \text{ mm} = 9,9 \mu$$

Podstawiając średnicę ziarna cementu d do równania I otrzymujemy, że 1 g cementu posiada:

$$i = \frac{2250}{\pi \cdot (0,00099)^2} = 730\,000\,000 \text{ ziarn}$$

Objętość ziarna cementu v_2 jak i i jego średnica d jest w stosunku do objętości ziarna klinkru v_1 i średnicy D tak mała, że możemy je w tych okolicznościach pominąć.

Wzór na obliczenie pracy teoretycznej rozdrabniania przyjmie zatem następującą formę:

$$A_t = \frac{\pi \sigma^2}{12E} \cdot D^3 \text{ kgcm}$$

Przyjmując dla klinkru granicę sprężystości $\sigma = 2000 \text{ kg/cm}^2$ oraz współczynnik sprężystości $E = 450\,000 \text{ kg/cm}^2$ przy $D = 2 \text{ cm}$ otrzymamy wielkość pracy teoretycznej potrzebnej do rozdrobnienia 1 bryłki klinkru:

$$A_t = \frac{\pi \cdot (2000)^2 \cdot 2^3}{12 \cdot 450\,000} = 18,48 \text{ kgcm}$$

Obliczona praca została teoretycznie zużyta na rozdrobnienie 11,3 g klinkru. Praca zużyta na rozdrobnienie 1 g klinkru teoretycznie wyniesie 1,635 kgcm/g cementu przy 10% pozostałości na sicie 4900 oczek/cm², czyli 1635 kgcm/kg.

Praktycznie zużywamy w młynach rurowych około 28 kWh/t cementu, czyli po przeliczeniu na kgcm:

$$28 \text{ kWh/t} \cdot 367\,310 \text{ kgm/kWh} = 10\,500\,000 \text{ kgm/t} = 1050 \text{ kgcm/g cementu}$$

Współczynnik sprawności energetycznej młyna rurowego wynosi zatem:

$$\eta = \frac{A_t}{A_{pr}} \cdot 100 = \frac{1 \cdot 635 \text{ kgcm g}}{1050 \text{ kgcm/g}} \cdot 100 = 0,1558\%$$

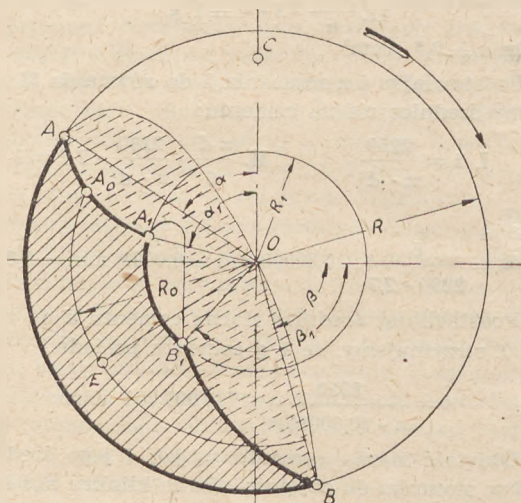
Źródła techniczne radzieckie potwierdzają fakt, że współczynnik sprawności energetycznej młyna rurowego jest bardzo mały, a w każdym razie mniejszy od 1%. Zgodnie z tym stwierdzeniem należy czynić poszukiwania w kierunku znalezienia nowej metody najdrobniejszego przemiału materiałów, a przede wszystkim opracować intensyfikację przemiałów w młynach rurowych, stosując wszystkie znane sposoby usprawniające ich pracę.

Największą poprawę sprawności młynów rurowych daje instalacja urządzenia sekcyjnego, wbudowana w komorę cylpebsów młyna.

Aby wykazać wzrost sprawności młyna po wprowadzeniu urządzenia sekcyjnego, należy dla porównania przeprowadzić obliczenie teoretycznego zużycia energii w młynie rurowym.

OBLICZENIE MOCY NAPĘDU MŁYNA

Moc dostarczona przez silnik napędowy młyna zużytkowana jest w młynie kulowym na pracę pożyteczną, tj. na podnoszenie mielników i przemielanego ma-



Rys. 1. Schemat rozkładu mielników w przekroju młyna kulowego podczas jego pracy

teriału na określoną wysokość, wywołanie szybkości, przy której mielniki odrywają się od ściany młyna oraz na pokonywanie oporów (tarcie w głównych łożyskach, przekładniach itp.). Rysunek 1 przedstawia schematycznie rozkład mielników w przekroju młyna podczas jego pracy.

Rozdrabniająca praca młyna oparta jest na uderzeniowym działaniu mielników, które spadając z wysokości rozkruszają wprowadzony do młyna materiał. Podczas obrotu młyna mielniki podnoszą się na skutek działania siły odśrodkowej, następnie odrywają się i spadają, opisując krzywą paraboliczną.

Na każdą kulę działają dwie siły: przyciąganie ziemskie G oraz siła odśrodkowa P_c . Jeżeli oznaczymy kąt oderwania się kuli od ściany młyna w punkcie A przez α , to siłę odśrodkową wyrazić można następującym wzorem:

$$P_c = G \cdot \cos \alpha$$

Z drugiej strony siła ta może być przedstawiona wzorem:

$$P_c = \frac{G}{g} \cdot \frac{v^2}{R}$$

skąd

$$\cos \alpha = \frac{v^2}{g R} = \frac{n^2 \cdot R}{900} \quad \text{przy } v = \frac{2 R \pi n}{60}$$

gdzie

v — szybkość obwodowa mierzona po wewnętrznej średnicy młyna w m/sek,

g — przyspieszenie ziemskie w m/sek²,

R — wewnętrzny promień walczaka młyna w m,

n — ilość obrotów młyna na minutę.

Kąt α odnosi się do tych kul, które bezpośrednio stykają się z walczakiem. Mielniki jednakże rozprzestrzeniają się w młynie w formie przedstawionej na rys. 1 (oznaczono grubą linią). Kule skrajnie wewnętrzne odrywają się w punkcie A_1 opisując kąt α_1 na promieniu R_1 .

Dla obliczeń mocy wprowadza się pojęcie ładunku zredukowanego, tj. odpowiadającego umownemu promieniowi R_0 , promieniowi umownie skupionego ładunku młyna. Wielkość tego promienia wynosi:

$$R_0 = \sqrt{\frac{R^2 + R_1^2}{2}} = 0,785 R$$

Wysokość podnoszenia kuli do punktu A wyraża się wzorem:

$$y = 4 R \sin^2 \alpha \cdot \cos \alpha$$

Przy ogólnie przyjętych obrotach młyna obliczanych z zależności:

$$n = \frac{32}{\sqrt{D}} = \frac{22,8}{\sqrt{R}} \text{ obr/min}$$

oraz dla przyjętego współczynnika napętnienia $\varphi = 0,25$, wraz z walczakiem podnosimy 53,8% mielników, zaś 46,2% znajduje się w fazie spadania; również w tak przyjętych warunkach pracy młyna, podczas jednego obrotu młyna mielniki zredukowanego ładunku wykonują $j = 1,795$ cykli spadania. Praca potrzebna na podniesienie mielników i materiałów na wysokość podnoszenia do punktu A_0 równa się:

$$A_1 = G_0 \cdot y_0$$

gdzie

G_0 — ciężar mielników i materiału w kg,

y_0 — wysokość podnoszenia mielników i materiału skupionego umownie w ładunku zredukowanym w m.

Wysokość podnoszenia y_o z równania trygonometrycznego:

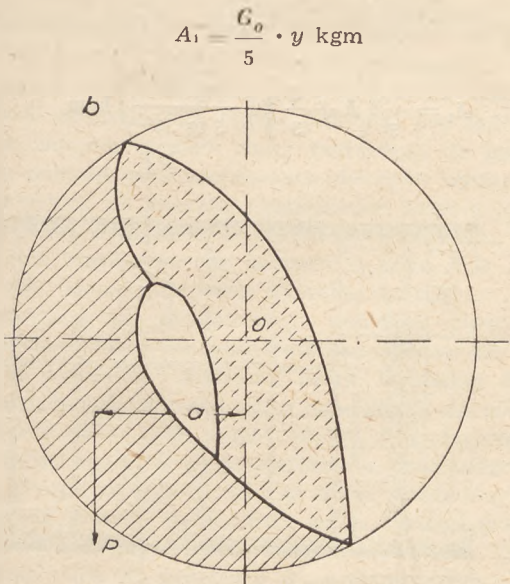
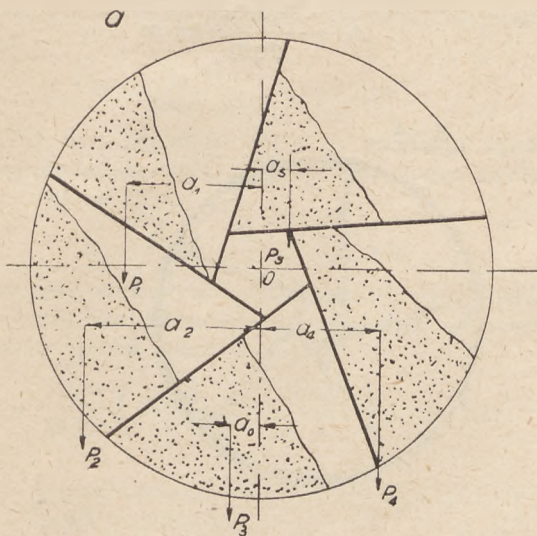
$$y_o = 4 R_o \sin^2 \alpha_o \cos \alpha_o$$

Kąt oderwania się kuli obliczamy z równania:

$$\cos \alpha_o = \frac{n^2 R_o}{900} = \frac{22,8^2 \cdot 0,785 R}{900 R} = 0,454$$

czyli

$$\alpha_o = 63^\circ$$



Rys. 2. Schemat rozkładu mielników w przekroju młyna kulowego
a — z wbudowanym urządzeniem sekcynkomorowym, b — bez urządzenia sekcynowego.

Podstawiając obliczone wartości otrzymamy wysokość podnoszenia materiału i mielników: $y_o = 1,13 R$, zaś praca podnoszenia wyniesie:

$$A_1 = 1,13 G_o R$$

Praca potrzebna do wywołania szybkości v_o , koniecznej do oderwania się mielników w punkcie A_o , równa się:

$$A_2 = \frac{G_o}{g} \cdot \frac{v_o^2}{2} = \frac{G_o}{2g} \left(\frac{\pi R_o n}{30} \right)^2 = \frac{G_o}{2g} \left(\frac{0,785 \cdot \pi R n}{30} \right)^2 = \frac{G_o R^2 n^2}{2920}$$

Praca użyteczna wynosi zatem:

$$A = A_1 + A_2 = 1,13 G_o R \left(1 + \frac{R n^2}{3300} \right) \text{kgm}$$

Na podstawie powyższego obliczenia możemy wprowadzić wzór na moc napędu młyna, przy uwzględnieniu cykliczności spadania mielników na 1 obrót młyna $j = 1,785$.

Moc potrzebna do napędu młyna wyniesie:

$$N_p = \frac{A \cdot j \cdot n}{60 \cdot 75} = 1,13 G_o R \left(1 + \frac{R n^2}{3300} \right) \frac{1,785 n}{60 \cdot 75} = \frac{G_o R n}{2220} \left(1 + \frac{R n^2}{3300} \right) \text{KM}$$

gdzie

- G_o — ciężar mielników i materiału w kg,
- R — promień wewnętrzny młyna w m,
- n — ilość obrotów młyna na minutę.

Rysunki 2 i 3 przedstawiają porównawczo przekroje młyna bez urządzenia sekcynowego oraz po wbudowaniu urządzenia zrównowazającego moment obrotowy (urządzenie pięciosekcyjne). Rysunek 4 przedstawia napełnienie sekcji w górnym jej położeniu.

Pomijając w obliczeniach mechaniczny współczynnik sprawności młyna równy około 0,95, zakładamy, że praca czterech sekcji wzajemnie się wyrównuje (lewe i prawe), zaś jedna sekcja pracuje na zasadach wyżej

opisanych, tj. zużytkowuje pracę dla podnoszenia jednej piątej części mielników na wysokość y oraz, ze względu na przyjęte obroty młyna, pracę dla uzyskania szybkości oderwania się mielników od walczaka. Praca podnoszenia mielników w urządzeniu sekcyjnym wyniesie zatem:

$$A_1 = \frac{G_o}{5} \cdot y \text{kgm}$$

zaś wobec braku cykliczności j , moc potrzebna do podnoszenia mielników wyniesie:

$$N_1 = \frac{A_1 \cdot n}{60 \cdot 75}$$

gdzie n — ilość obrotów młyna na minutę.

Powierzchnia przekroju młyna zajęta przez mielniki wynosi:

$$F_o = \varphi \frac{\pi D^2}{4} \text{m}^2$$

zaś powierzchnia przekroju sekcji w górnym jej położeniu zapełniona jest mielnikami na powierzchni:

$$F_s = \frac{F_o}{5} = \varphi \frac{\pi D^2}{5 \cdot 4} \text{m}^2$$

gdzie

- φ — współczynnik napełnienia,
- D — średnica wewnętrzna młyna w m.

Wysokość podnoszenia mielników poszczególnej sekcji wyraża się wzorem:

$$y = R + e$$

gdzie e — odległość wierzchołka trójkąta F_s od środka ciężkości tego trójkąta o powierzchni F_s .

Oznaczając podstawę tego trójkąta równoramiennego przez b oraz wysokość przez h , możemy napisać:

$$F_s = \frac{b \cdot h}{2} = \frac{\varphi \pi \cdot D^2}{20} \quad \text{czyli} \quad h = \frac{2\varphi \pi D^2}{b \cdot 20}$$

zaś z zależności trygonometrycznej otrzymamy:

$$\frac{b}{2} = \text{tg } 36^\circ \quad \text{czyli} \quad b = 2 h \text{tg } 36^\circ$$

skąd, po podstawieniu, otrzymamy wysokość trójkąta F_s :

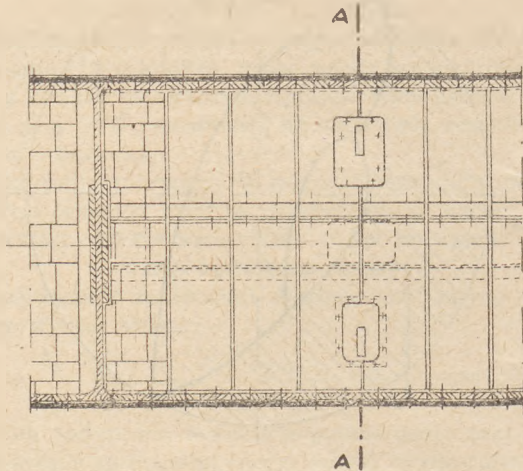
$$h^2 = \frac{2\varphi \pi D^2}{20 \cdot 2 \text{tg } 36^\circ}; \quad h = \sqrt{\frac{\varphi \pi D^2}{20 \text{tg } 36^\circ}}$$

Ponieważ, jak wiemy, środek ciężkości w trójkącie znajduje się na $\frac{2}{3}$ wysokości, wysokość podnoszenia wynosi:

$$y = R + e = R + \frac{2}{3} h = R + \frac{2}{3} \sqrt{\frac{\varphi \pi D^2}{20 \operatorname{tg} 36^\circ}}$$

zaś praca podnoszenia mielników na wysokość y wynosi:

$$A_1 = \frac{G_o}{5} \left(R + \frac{2}{3} \sqrt{\frac{\varphi \pi R^2}{5 \operatorname{tg} 36^\circ}} \right) \text{ kgm}$$



Rys. 3. Przekrój podłużny i poprzeczny młyna z urządzeniem sekcijnokomorowym

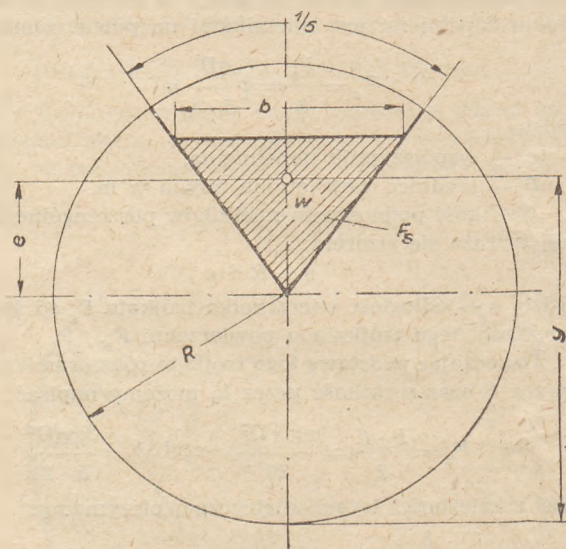
gdzie

G_o — całkowity ciężar mielników i materiału w kg.

Przy 100% napełnieniu przestrzeni pomiędzy mielnikami, materiał posiada ciężar 14,2% ciężaru mielników. Całkowity zatem ciężar mielników i materiału wyrazić możemy następująco:

$$G_o = \frac{14,2}{100} \cdot G_m + G_m = G_m \left(1 + \frac{14,2}{100} \right) = 1,142 \cdot G_m$$

gdzie G_m — ciężar mielników.



Rys. 4. Schemat napełnienia piątej sekcji w jej górnym położeniu

Moc potrzebna do podnoszenia mielników i materiału w piątej sekcji wyniesie:

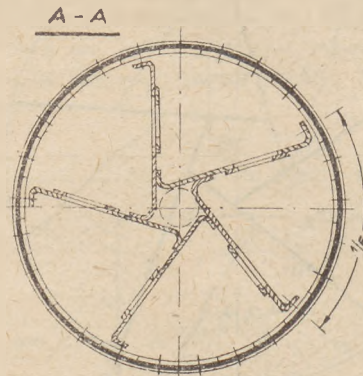
$$N_1 = \frac{A_1 n}{60 \cdot 75} = \frac{G_o n}{22500} \left(R + \frac{2}{3} \sqrt{\frac{\varphi \pi R^2}{5 \operatorname{tg} 36^\circ}} \right) \text{ KM}$$

Jak już wspomnieliśmy, mielniki komory z urządzeniem sekcyjnym również będą zużytkowywały moc potrzebną na odrywanie się ich od ścian wewnętrznych młyna. Moc ta, jak wiemy z poprzednich obliczeń, wynosi:

$$N_2 = \frac{A_2 n}{60 \cdot 75} = \frac{G_o R^2 n^3}{4500 \cdot 2920} \text{ KM}$$

gdzie

$$A_2 = \frac{G_o R^2 n^2}{2920} \text{ kg m}$$



Moc napędu młyna wyposażonego w urządzenie sekcyjne wynosi:

$$N = N_1 + N_2$$

zaś po uwzględnieniu współczynnika sprawności mechanicznej $\eta = 0,94$

$$N_{II} = \frac{1}{0,96} (N_1 + N_2) \text{ KM}$$

OBLICZENIE OSZCZĘDNOŚCI ENERGII

Do obliczenia oszczędności energii powstałej przez zastosowanie urządzenia (pięciosekcijnego) zrównowążającego momenty, posłużymy się przykładem praktycznym. W pierwszej alternatywie obliczymy moc potrzebną do napędu 1 m b. młyna o średnicy 2,2 m, bez urządzenia sekcijnego, zaś w drugiej — po zastosowaniu tego urządzenia.

Średnica robocza młyna o średnicy płaszczu 2,2 m wynosi:

$D = 2,2 - (2 \cdot 0,05) = 2,1$ m, przy grubości wykładziny pancерnej równej 5 cm.

Ciężar ładunku (mielników i materiału) przypadającego na 1 m bieżący młyna wynosi:

$$G_o = G_m + G_c$$

gdzie

G_m — ciężar mielników w kg,

G_c — ciężar materiału w kg.

Ciężar mielników młyna obliczamy następująco:

$$G_m = v \cdot \varphi \cdot \gamma$$

gdzie

v — objętość 1 m bież. młyna w m^3 ,

φ — współczynnik napełnienia ($\varphi = 0,25$),

γ — ciężar zsypany mielników w t/m^3 ($\gamma = 4,5$).

$$v = \frac{\pi D^2}{4} \cdot 1 = 0,785 \cdot 2,1^2 \cdot 1 = 3,46 \text{ m}^3,$$

skąd

$$G_m = 3,46 \cdot 0,25 \cdot 4,5 = 3,9 \text{ t/m bieżący}$$

Ciężar materiału:

$$G_c = \frac{14,2}{100} \cdot G_m = 0,553 \text{ t/m bież.}$$

$$G_o = G_m + G_c = 4,453 \text{ t} = 4453 \text{ kg/m bież.}$$

W pierwszej alternatywie moc potrzebna do podnoszenia młyników wynosi:

$$N_1 = \frac{G_o R n}{2220} = \frac{4453 \cdot 1,05 \cdot 22}{2220} = 46,8 \text{ KM/m bież.}$$

zaś moc potrzebna do uzyskania szybkości odrywania wynosi:

$$N_2 = \frac{G_o R^2 n^3}{2920 \cdot 2520} = 7,12 \text{ KM}$$

Ogólna moc potrzebna dla 1 m bieżącego młyna, z uwzględnieniem współczynnika sprawności mechanicznej, wynosi zatem:

$$N_I = \frac{1}{\eta} (N_1 + N_2) = 64,0 \text{ KM}$$

W drugiej alternatywie, według wyżej wyprowadzonego wzoru, moc potrzebna do podnoszenia młyników i materiału piątej sekcji wyniesie:

$$N_1 = \frac{G_o n}{22500} \left(R + \frac{2}{3} \sqrt{\frac{\varphi \pi R^2}{5 \operatorname{tg} 36^\circ}} \right) = 6,04 \text{ KM}$$

gdzie

G_o — ciężar młyników i materiału — $G_m \cdot 1,142 \cong \cong 4,5 \text{ t} = 4500 \text{ kg}$,

φ — współczynnik napełniania — 0,25,

R — promień wewnętrzny młyna — 1,05 m,

n — ilość obrotów młyna na minutę — 22 obr/min, $\operatorname{tg} 36^\circ = 0,7265$

Moc potrzebna do odrywania młyników od ściany młyna wyniesie:

$$N_2 = \frac{G_o R^2 n^3}{4500 \cdot 2920} = 4,00 \text{ KM}$$

Całkowita moc potrzebna do napędu 1 m bież. młyna o ϕ 2,2 m, zaopatrzonego w urządzenia sekcyjne,

z uwzględnieniem współczynnika sprawności mechanicznej, wynosi:

$$N_{II} = \frac{1}{\eta} (N_1 + N_2) = 12,00 \text{ KM}$$

Różnica obliczonych mocy w odniesieniu do 1 m bież. młyna wynosi 52,0 KM, czyli że na długości młyna z zainstalowanymi sekcjami następuje zmniejszenie zapotrzebowania mocy o około 81%. Obniżenie mocy potrzebnej do napędu całego młyna (przyjmując, że część cylpebsowa zajmuje średnio około 35% całkowitej jego długości) wyniesie: $0,35 \cdot 0,81 = 0,2835$, to jest 28,3%.

Tak znaczna obniżka mocy potrzebnej do napędu młyna pozwoli, przy zachowaniu obecnych wydajności godzinowych, na znaczne zmniejszenie zużycia kWh/t przemielanych materiałów, co w skali krajowej, przy produkcji 5 milionów ton cementu w roku 1955, może przynieść oszczędność około 95 milionów kWh.

Oczywiście po zainstalowaniu urządzeń sekcyjnych nie trzeba będzie wymieniać silników napędowych młynów na jednostki o mniejszej mocy; wystarczy dążyć do podwyższenia współczynnika napełnienia młynów do wysokości nawet 0,35, a tym samym do podwyższenia wydajności młynów, przy utrzymaniu obniżonego zużycia energii w przeliczeniu na tonaż przemiału.

Według danych radzieckich, młyn rurowy pracuje bardzo dobrze przy napełnieniu do wysokości współczynnika = 0,4. Na podstawie przeprowadzonych badań w skali fabrycznej ustalono, że instalacja urządzeń sekcyjnych wpływa na obniżkę temperatury cementu o $20 \div 25^\circ\text{C}$. Młyn z urządzeniem sekcyjnym pracuje spokojniej, zmniejszając zużycie głównych łożysk nawet po zwiększeniu napełnienia. Również moc potrzebna do rozruchu młyna znacznie się zmniejsza.

Z powyższych rozważań wynika, że należy w najkrótszym czasie przystąpić do rekonstrukcji młynów rurowych pracujących w naszych cementowniach.

A. I. Boganow — „Mechaniczeskoje oborudowanie cementnych zawodow”.

Opracował inż. J. Zieliński

Stanisława Błach

Sosnowiec

545.81:546.72—31:666.94

Kolorymetryczne oznaczanie tlenku żelaza w cemencie i surowcach cementowych

Treść: Wady manganometrycznego miareczkowania przy oznaczaniu tlenku żelaza w cemencie i surowcach cementowych. Zalety metod kolorymetrycznych. Próby przeprowadzone w Centralnym Laboratorium Przemysłu Cementowego w celu zbadania wpływu różnych czynników na intensywność zabarwienia związków kompleksowych. Kolorymetryczne oznaczanie żelaza za pomocą siarkocjanu potasu. Oznaczanie żelaza za pomocą kwasu sulfosalicylowego i zalety tej metody.

Oznaczanie tlenku żelaza Fe_2O_3 w cemencie i jego surowcach przeprowadza się dotychczas w naszym przemyśle przeważnie metodą manganometrycznego miareczkowania. Jest to metoda dość szybka, ale niewygodna i kosztowna, wymaga bowiem nastawiania i stałego kontrolowania normalnego roztworu nadmanganianu potasowego, przygotowania roztworów kilku stosunkowo drogich odczynników, a szereg kolejnych reakcji, przeprowadzanych w trakcie przygotowywania próby do miareczkowania, nie zawsze przebiega dokładnie według założeń teoretycznych, a zatem wymaga od przeprowadzającego oznaczanie specjalnej uwagi i umiejętności.

Poza tym metoda ta powoduje powstawanie dużych błędów przy oznaczaniu żelaza w próbkach zawierających małe jego ilości, jak na przykład w wapieniach i kredzie. Wydawało się więc konieczne przystosowanie innej metody, szybszej, prostszej w wykonaniu i tańszej, a przede wszystkim dającej dobre re-

zultaty przy oznaczaniu małych ilości żelaza w cemencie i surowcach cementowych. Bardziej odpowiednie do tego celu, bo spełniające powyższe wymagania, są metody kolorymetryczne lub potencjometryczne.

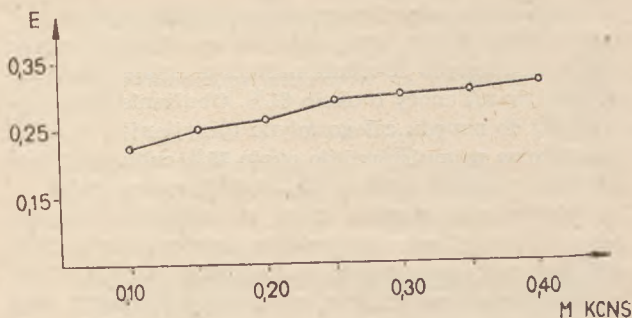
W niniejszym artykule omówię metody kolorymetrycznego oznaczania żelaza.

Kolorymetryczna, ilościowa analiza chemiczna opiera się na mierzeniu intensywności zabarwienia roztworów, zależnej od ilości rozpuszczonego ciała barwnego; zależność tę określają prawa Lambert'a i Berr'a¹⁾.

Prawie każdy pierwiastek chemiczny możemy oznaczać kolorymetrycznie, należy tylko przeprowadzić go w taki związek chemiczny, który tworzy roztwory barwne.

1) Teoretyczne podstawy stosowania kolorimetrii, opis urządzeń i aparatów, jak również praktyczne wskazówki z tego działu ilościowej analizy chemicznej podał mgr Musiałik w artykule pt. „Kolorymetria” — „Cement — Wapno — Gips” nr 3/53 str. 62.

Do przeprowadzenia jonów żelaza w związki barwne, potrzebne do kolorymetrycznego oznaczenia żelaza, może służyć wiele odczynników. Są to przeważnie związki organiczne, reagujące albo z jonami żelazowymi Fe^{3+} , albo z jonami żelazowymi Fe^{2+} , lub też



Rys. 1. Wyniki pomiarów przewodzących przy pomocy kolorymetru „Visomat”

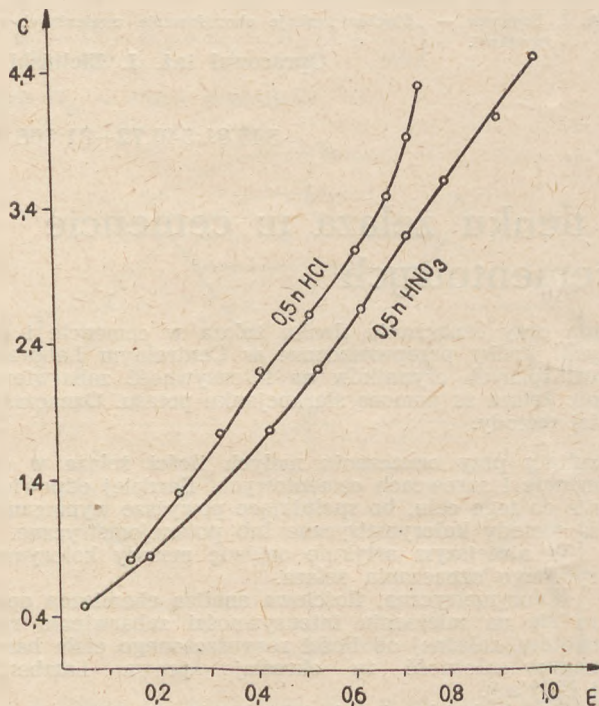
z jonami żelaza znajdującymi się w obydwu formach. Dla orientacji podaję w tablicy I krótką charakterystykę kilkunastu związków chemicznych, używanych w analizie kolorymetrycznej do oznaczania żelaza.

W Centralnym Laboratorium Przemysłu Cementowego w Sosnowcu przeprowadzono prace nad ustaleniem warunków dla kolorymetrycznego oznaczania żelaza w cemencie i surowcach cementowych za pomocą siarkocjanek potasowych oraz za pomocą kwasu sulfosalicylowego, przy użyciu fotometru Pulfrich'a i kolorymetru „Visomat”.

Wybrane odczynniki mają tę zaletę, że nie wymagają specjalnych przygotowań próbki do wykonania oznaczenia, poza rozpuszczeniem i oddzieleniem krzemionki, ponieważ inne składniki cementu i surowców cementowych nie tworzą z nimi ani związków barwnych, ani osadów, ani też roztworów koloidalnych.

OZNACZANIE ŻELAZA ZA POMOCĄ SIARKOCJANKU POTASOWEGO

Zasada oznaczania polega na własności tworzenia przez jony żelazowe Fe^{3+} i jony siarkocjanek CNS'

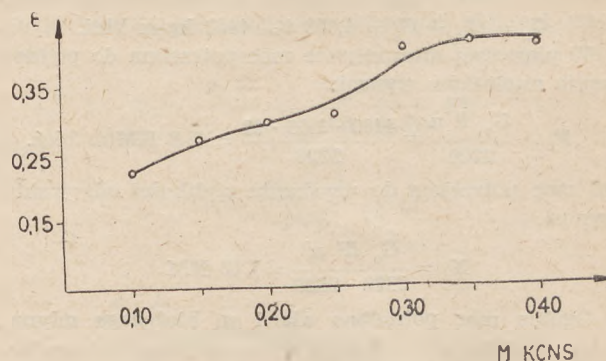


Rys. 3. Próby porównawcze dla roztworów żelaza w kwasie solnym i azotowym. Pomiar wykonany przy pomocy kolorymetru „Visomat”

rozpuszczalnych związków barwnych oraz na mierzeniu intensywności tego zabarwienia.

Metoda ta jest najczęściej podawana w literaturze dla kolorymetrycznego oznaczania żelaza dlatego, że

siarkocjanek potasowy (może być użyty również siarkocjanek amonowy) jest łatwo dostępny, tani i może być użyty w roztworach o dużym stężeniu kwasu



Rys. 2. Wyniki pomiarów przewodzących przy pomocy fotometru Pulfrich'a

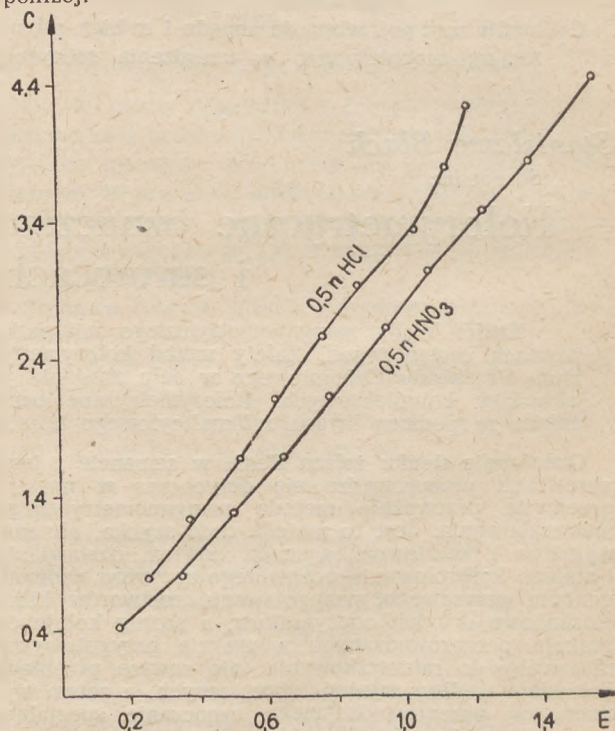
(około 0,5 n), co zapobiega hydrolizie soli żelaza i pozwala przeprowadzać oznaczenie w obecności innych jonów, np. jonów glinu.

Podane w literaturze przepisy zwracają uwagę, że na intensywność zabarwienia związków kompleksowych, powstałych przez działanie siarkocjanek na jony żelazowe, wpływają, poza stężeniem jonów żelazowych jeszcze takie czynniki, jak:

1. Stężenie siarkocjanek.
2. Rodzaj kwasu.
3. Czas upływający od chwili dodania odczynnika do momentu wykonania pomiaru.
4. pH roztworu.
5. Temperatura.

Poza tym roztwór siarkocjanek żelaza niezupełnie stosuje się do prawa Berr'a, to znaczy, że intensywność zabarwienia nie rośnie proporcjonalnie do stężenia jonów żelazowych w roztworze.

Przeprowadzone w Centralnym Laboratorium badania miały na celu określenie wpływu wymienionych parametrów na wyniki oznaczania żelaza w cemencie i surowcach cementowych. Ich omówieniem zajmę się poniżej.



Rys. 4. Próby porównawcze dla roztworów żelaza w kwasie solnym i azotowym. Pomiar wykonany przy pomocy fotometru Pulfrich'a

1) W zależności od koncentracji w badanym roztworze jonów CNS' , powstają związki typu $[Fe(CNS)_n]^{+3-n}$, gdzie $n = 1...6$.

T a b l i c a 1

Lp.	O d c z y n n i k	Z jakim jonem Fe reaguje	Powstające zabarwienie	Trwałość barwy	Czułość reakcji δ :cm ²	Wymagany odczyn roztworu badanego pH	Oznaczalna ilość mg	Długość fali światła mierzonego m μ	Jaki wpływ ma nadmiar odczynnika	Czy roztwór stosuje się do prawa Beer'a
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1.	α , α' — Dwupirydyl	Fe ⁺⁺	czerwone	1 rok	0,007	3 — 9	0,005 — 0,12	520	żaden	tak
2.	2, 2' 2'' — Trójpirydyl	Fe ⁺⁺	czerwone	1 rok	0,005	9 — 10	—	552	żaden	tak
3.	2, 2' — Dwupirydyna	Fe ⁺⁺	czerwone	kilka godz.	—	3 — 4	0,01 — 0,12	520	żaden	tak
4.	1, 2-dwuhydroksybenzeno-3, 5-dwusulfonian dwusodowy	Fe ⁺⁺	niebieskie fioletowe czerwone	miesiące lub lata	0,009	3 5,7 — 6,8 > 7	0,005 — 1,0	480 — 520	żaden	tak
5.	Ferron — (kwas 7-jodo-8-oksychinolino-5-sulfonowy)	Fe ⁺⁺	zielone	1 — 2 tygodni	0,015	2,7 — 3,1	0,005 — 0,2	610	zmiana zabarwienia	nie
6.	Kwas 4-hydroksydwufenyl-3-karboksylowy	—	—	1 dzień	0,03	~ 3	—	575	przyrost intensywności zabarwienia	tak
7.	Kwas tioglikolowy	Fe ⁺⁺ + Fe ⁺⁺⁺	purpurowo-czerwone	kilka godzin	0,014	7 — 12	0,02 — 0,2	540	żaden	tak
8.	Sól R — Nitrozo (1-nitrozo-2-hydroksy-3, 6-naftaleno sulfonian dwusodowy)	Fe ⁺⁺	zielone	6 godzin	0,023	3,9 — 5,1	0,00025 — 0,01	660	—	tak
9.	o — Fenantrolina	Fe ⁺⁺	oranżowo-czerwone	6 miesięcy	0,005	2 — 9	0,02 — 0,25	490 — 525	żaden	tak
10.	Salicylaldehyd	Fe ⁺⁺⁺	czerwone oranż.-czer. żółte	1 dzień	0,011	3,0 7,0 10,0	0,01 — 0,2	400 — 500	żaden	tak
11.	Kwas salicylowy	Fe ⁺⁺	ametystowe	2 — 3 dni	0,03	2,5 — 2,7	0,15 — 3,0	525	przyrost intensywności zabarw.	tak
12.	Kwas sulfosalicylowy	Fe ⁺⁺ + Fe ⁺⁺⁺ Fe ⁺⁺	żółte czerwone	1 dzień	0,01	7,2 1,5	0,02 — 0,5	420 500	—	tak
13.	Siarkocjanek potasu lub amonu	Fe ⁺⁺	czerwone	zanika szybko	0,008	0,5 — > 1N	0,1 — 1,0	480 — 500	przyrost intensywności zabarw.	małe odchylenia
14.	o — Nitrozofenol	Fe ⁺⁺	zielone	—	—	5,1 — 5,3	0,005 — 0,1	—	—	w przybliż.
15.	δ — Hydroksychinolina	Fe ⁺⁺	zielone	2 miesiące	—	5	0,005 — 0,1	470 — 570	—	—
16.	Kwas protokatechusowy	Fe ⁺⁺ Fe ⁺⁺ + Fe ⁺⁺⁺	niebiesko-zielone czerwone	1 godzinę	—	~ 5 > 10	0,01 — 1,0	— 500	—	tak

Przy koncentracjach jonów CNS' niższych od 0,1 M przeważa $[\text{Fe}(\text{CNS})]^{++}$, przy stężeniu 0,1 M produktem reakcji jest w większości $[\text{Fe}(\text{CNS})_2]^+$, a w miarę wzrostu stężenia siarkocjanu drobiny związku kompleksowego przyłączają większe ilości CNS'.

Zabarwienie wszystkich tych związków jest czerwone, ale istnieją pewne niewielkie różnice w odcieniach zabarwienia, a co za tym idzie w absorpcji światła. Różnice te powodują błędy oznaczenia (E. B. Sandell, Colorimetric Determination of Traces of Metals, 364, 1950).

Przeprowadzono pomiary intensywności zabarwienia roztworów zawierających jednakową ilość żelaza a różne stężenie siarkocjanu, celem ustalenia optymalnej jego koncentracji.

Wyniki pomiarów przedstawiają rysunki 1 i 2, na których wykreślone są krzywe zmiany ekstynkcji roztworu E w zależności od stężenia molarnego siarkocjanu potasowego M_{KCNs} . Te same roztwory badano za pomocą fotometru Pulfrich'a i kolorimetru „Visomat”.

Jak widać na rysunkach, wzrost ekstynkcji roztworów zawierających stężenie siarkocjanów wyższe niż 0,3 M jest bardzo nieznaczny. Wynika stąd, że przy wyznaczaniu współczynnika ekstynkcji k, jak i przy wykonywaniu oznaczeń żelaza w cementach i surowcach cementowych, konieczne jest dodawanie stale tej samej ilości siarkocjanu, którego stężenie powinno wynosić najmniej 0,3 M.

2) Kwas użyty do oznaczania może powodować błędy, jeżeli tworzy on jony dające związki kompleksowe z jonami żelaza (np. kwas fosforowy, kwas solny).

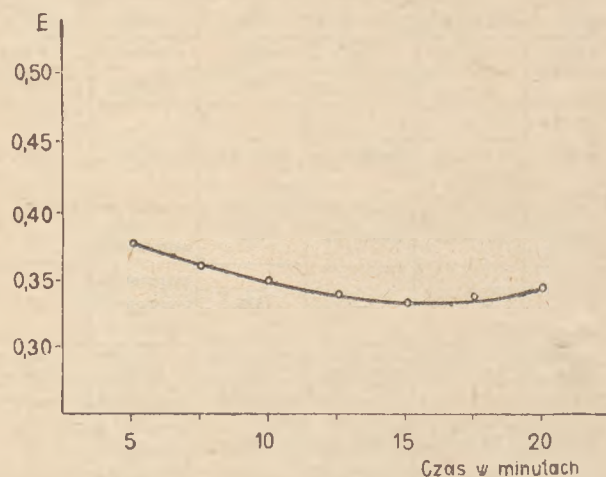
Ponieważ w analizie cementu i jego surowców byłoby wygodne używanie kwasu solnego do wydzielenia krzemionki, co poprzedza wykonanie pomiaru, przeprowadzono próby porównawcze dla roztworów żelaza w 0,5 n kwasie solnym i 0,5 n kwasie azotowym. Wyniki pomiarów przedstawiają rysunki 3 i 4.

Jak widać na wykresach w układzie: ekstynkcja E i stężenie C mgFe (1), krzywe dla kwasu azotowego są bardziej zbliżone do prostych, niż krzywe dla kwasu solnego. Stąd wniosek, że roztwór siarkocjanów żelaza w kwasie azotowym wykazuje mniejsze odchylenia od prawa Berr'a, niż roztwór siarkocjanów żelaza w kwasie solnym. Zatem do rozpuszczenia próbek i wydzielenia krzemionki, przy oznaczaniu żelaza za pomocą siarkocjanów, należałoby stosować kwas azotowy.

3) Światło dzienne powoduje zanikanie zabarwienia roztworu siarkocjanu żelaza, ponieważ następuje redukcja żelaza przez siarkocjanek lub produkty jego rozkładu. Zapobiegać temu częściowo może kwas azotowy, który jest środkiem utleniającym.

Dla określenia jak postępuje zanikanie zabarwienia roztworu, mierzono ekstynkcję tych samych roztworów żelaza w kwasie azotowym w różnych odstępach czasu. Wyniki przedstawione są na rysunku 5.

Wynika z niego, że wartość ekstynkcji roztworu pozostawionego na działanie światła początkowo maleje, zaś po pewnym czasie, a mianowicie po 15 minutach — wzrasta, co można wytłumaczyć tym, że — jak wiadomo — kwas azotowy reaguje z siarkocjankiem, dając w wyniku reakcji związki o kolorze zielono-brązowym, które powodują wzrost ekstynkcji roztworu.



Rys. 5. Zanikanie zabarwienia roztworu w zależności od czasu.

A zatem pomiar należałoby wykonywać po 15 minutach od chwili dodania siarkocjanku do roztworu badanego.

Literatura podaje, że dodatek roztworów organicznych dających się mieszać z wodą i mających niską stałą dielektryczną wzmaga kolor siarkocjanków żelaza i jego trwałość. Tak np. w 60% roztworze acetonu, intensywność zabarwienia nie zmienia się w ciągu kilku godzin (E. B. Sandell, Colorimetric Determination of Traces of Metals, 375, 1950).

4) Co do wartości pH roztworu przy oznaczaniu kolorymetrycznym żelaza w cemencie i surowcach cementowym za pomocą siarkocjanku, nie możemy stosować środowiska o pH większym niż 1 ze względu na hydrolizę żelaza i glinu.

5) Wpływu temperatury nie badano, wiadomo tylko z literatury, że intensywność zabarwienia siarkocjanku żelaza zmniejsza się wraz ze wzrostem temperatury (E. B. Sandell, Colorimetric Determination of Traces of Metals, 573, 1950).

Na podstawie przeprowadzonych badań przystąpiono do wyznaczania współczynnika ekstynkcji k dla obydwu aparatów, to jest dla fotometru Pulfrich'a i kolorymetru „Visomat”. Jako wzorca użyto chemicznie czystego żelaza metalicznego, rozpuszczonego w 0,5 n kwasie azotowym. Utrzymywano 0,3 M stężenie siarkocjanku potasowego, a pomiary wykonywano po 15 minutach od chwili dodania odczynnika. Po wykonaniu pomiarów ekstynkcji dla 20 roztworów o stężeniu Fe od około 0,4 do 4,0 mg/l, wyliczono średni współczynnik ekstynkcji k z wzoru:

$$k = \frac{E}{c \cdot l}$$

w którym

E — ekstynkcja,

l — długość użytej kiuwety w cm,

c — stężenie Fe przeliczone na Fe_2O_3 w g/l.

Następnie, zachowując te same warunki, przystąpiono do oznaczania żelaza w przygotowanych do badania 6 próbkach, w tym: 2 próbki cementu, 2 próbki mączki surowej, 1 próbka kredy i 1 próbka wapienia.

Zawartość żelaza w przeznaczonych do badania próbkach oznaczono uprzednio dwoma metodami, a mianowicie metodą manganometrycznego miareczkowania i metodą wagową, polegającą na wytrąceniu siarkowodorem siarczku żelaza i na wyprażeniu go do Fe_2O_3 . Wyniki oznaczania żelaza przeliczone na Fe_2O_3 w procentach podane są w tablicy II.

W wyniku przeprowadzonych badań ustalono następujące warunki wykonania oznaczenia:

Z odważonej próbki, w ilości zależnej od spodziewanej zawartości żelaza (dla cementów i mącz-

ki surowej około 0,25 g, dla wapieni około 0,5 g, zaś dla kredy 1 lub więcej g), oddzielić krzemionkę przez odparowanie z kwasem azotowym i odsączenie, lub przez odpędzenie z kwasem fluorowodorowym. Próbę po oddzieleniu krzemionki przenieść do kolby miarowej, dodać kwasu azotowego w takiej ilości, aby stężenie jego wynosiło około 0,5 n, dokładnie wymieszać roztwór i dodać taką ilość siarkocjanku potasowego, ażeby stężenie wynosiło 0,3 M. Następnie kolbę dopełnić wodą do marki, wymieszać i po 15 minutach wykonać pomiar.

Czas liczy się od chwili dodania do roztworu siarkocjanku potasowego.

Najkorzystniejsze stężenie żelaza (przeliczonego na Fe_2O_3) w badanym roztworze waha się w granicach 0,5–5,0 mg/l. Regulować stężenie żelaza w roztworze można przez odważanie odpowiedniej ilości próbki, rozcieńczanie roztworu i dobieranie odpowiedniej długości kiuwet.

Przykład: Dla cementów o zawartości około 4% Fe_2O_3 należy naważyć około 0,25 g próbki. Próbę, po oddzieleniu krzemionki, przenieść do kolby miarowej o objętości 250 ml i dopełnić wodą do marki. Po wymieszaniu zawartości kolby, odmierzyć pipetą 50 ml roztworu do kolby miarowej o objętości 500 ml, dodać 15 ml kwasu azotowego (1,4), dokładnie wymieszać, następnie dodać 30 ml 5 M roztworu siarkocjanku potasowego, dopełnić kolbę wodą do marki, wymieszać i po 15 minutach wykonać pomiar, stosując kiuwetę o długości 2 cm.

Tablica II

I.p.	Opis próbki	Wagowo %	Miareczkowo %	Kolorymetrycznie			
				Siarkocjankiem potasu		Kwasem sulfosalicylowym	
				Fotometrem Pulfrich'a %	Kolorymetrem „Visomat” %	Fotometrem Pulfrich'a %	Kolorymetrem „Visomat” %
1	Kreda	0,04	0,14	0,08	0,08	0,07	0,07
		0,10	0,08	0,07	0,07	0,08	0,08
				0,08	0,08	0,07	0,08
2	Wapień	0,37	0,45	0,38	0,36	0,36	0,35
		0,36	0,49	0,39	0,37	0,38	0,36
				0,38	0,37	0,37	0,36
3	Mączka surowa 1	1,85	1,78	1,83	1,76	1,81	1,78
		1,81	1,75	1,82	1,75	1,83	1,81
				1,83	1,77	1,83	1,82
4	Mączka surowa 2	2,26	2,25	2,19	2,22	2,27	2,26
		2,27	2,29	2,19	2,21	2,27	2,25
				2,17	2,19	2,26	2,26
5	Cement 1	1,89	1,87	1,86	1,90	1,93	1,91
		1,88	1,86	1,87	1,91	1,92	1,92
				1,88	1,90	1,92	1,91
6	Cement 2	3,76	3,63	3,66	3,53	3,65	3,61
		3,71	3,62	3,65	3,64	3,66	3,59
				3,54	3,49	3,67	3,60
				3,49	3,35	3,61	3,57

Zamiast oznaczania żelaza z osobnej naważki, można podczas przeprowadzania całkowitej analizy użyć również do tego celu wyprażone i zważone tlenki żelaza i glinu (R_2O_3). Tlenki te należy stopić z jak najmniejszą ilością kwaśnego siarczanu potasowego, stop wyługować wodą, przenieść do kolby i dalej postępować jak wyżej.

OZNACZANIE ŻELAZA ZA POMOCĄ KWASU SULFOSALICYLOWEGO

Zasada oznaczania polega na własności tworzenia przez jony żelazowe i żelazawe rozpuszczalnych związków barwnych z kwasem sulfosalicylowym, a następnie na mierzeniu intensywności tego zabarwienia.

Kwas sulfosalicylowy w środowisku kwaśnym reaguje z jonami żelazowymi Fe^{3+} , tworząc związki kompleksowe o zabarwieniu fioletowo-czerwonym. Duży wpływ na intensywność zabarwienia ma koncentracja kwasu, dlatego też badany roztwór podczas przeprowadzania oznaczenia w środowisku kwaśnym wymaga stosowania roztworów buforowych.

Kwas sulfosalicylowy w środowisku amoniakalnym tworzy związki kompleksowe o zabarwieniu żółtym, zarówno z jonami żelazowymi Fe^{2+} , jak i z jonami żelazowymi Fe^{3+} , a intensywność zabarwienia nie jest zależna od stężenia amoniaku. A zatem wygodniej jest przeprowadzać oznaczenie żelaza za pomocą kwasu sulfosalicylowego w środowisku amoniakalnym, należy tylko usunąć z badanego roztworu ewentualne jony dające z amoniakiem osady w warunkach przeprowadzania oznaczenia. Ponieważ glin, wapń i magnez tworzą bezbarwne związki kompleksowe z kwasem sulfosalicylowym — przy analizie cementu i surowców cementowych można oznaczać żelazo bezpośrednio z przesączu po oddzieleniu krzemionki.

Literatura podaje, że wprawdzie związki kompleksowe kwasu sulfosalicylowego z glinem mają wpływ na przebieg oznaczenia, ale wpływ ten dostatecznie kompensuje dodatek chlorku amonowego i nadmiar odczynnika.

Podczas przeprowadzania wstępnych badań ustalono, że konieczny nadmiar odczynnika powinien wynosić 3%. Przystąpiono więc do wyznaczania współczynnika ekstynkcji k . Jako wzorca użyto chemicznie czystego, metalicznego żelaza, rozpuszczonego w kwasie solnym.

Wyliczenie współczynnika ekstynkcji k przeprowadzono analogicznie jak przy oznaczaniu żelaza za pomocą siarkocjanku. Następnie oznaczono zawartość żelaza w badanych uprzednio próbkach cementów i surowców cementowych (Tabl. II).

Oznaczenie przeprowadzono w następujący sposób:

Z próbki, odważonej w ilości zależnej od zawartości żelaza, oddzielono krzemionkę przez odpędzenie z kwasem fluorowodorowym. Pozostałość po odpędzeniu krzemionki rozpuszczono w kwasie solnym i przeniesiono do kolby miarowej, po czym dodawano 10-procentowego roztworu chlorku amonowego w ilości 10 ml na każde 100 ml roztworu badanego i 20-procentowego roztworu kwasu sulfosalicylowego w takiej ilości, aby stężenie jego wynosiło 3%. Następnie dodawano 25-procentowej wody amoniakalnej do zmiany barwy roztworu na żółtą, po czym dodano 20 ml nadmiaru. Roztwór w kolbie dokładnie wymieszano

i dopełniono wodą do marki, jeszcze raz wymieszano i wykonano pomiar.

Metoda oznaczania żelaza za pomocą kwasu sulfosalicylowego ma tę przewagę nad metodą oznaczania żelaza za pomocą siarkocjanku że:

1. Nie wymaga przestrzegania ściśle określonego czasu od chwili dodania odczynnika do momentu wykonania pomiaru, ponieważ zabarwienie roztworu związków kompleksowych żelaza z kwasem sulfosalicylowym nie zmienia się w ciągu kilku godzin.
2. Nadmiar odczynnika nie wpływa na intensywność zabarwienia roztworu, a więc odczynnik nie potrzebuje być odmierzany biuretą.
3. Podczas przygotowywania próbki do wykonania pomiaru, do wydzielenia krzemionki może być używany kwas solny.

Na podstawie opisanego wyżej przebiegu badań i otrzymanych wyników możemy dojść do wniosku, że metody kolorymetrycznego oznaczania żelaza, w warunkach spotykanych w przemyśle cementowym, są bardzo dokładne, pozwalają bowiem na szybkie i pewne oznaczenie żelaza w próbkach cementów, mączki surowej, marglu, wapienia i kredy. Dzięki prostocie wykonania doskonale nadają się do laboratoriów zakładowych, nie wymagają bowiem przygotowywania mianowanych odczynników i pozwalają uniknąć związków z tym kłopotów, jak oczyszczania substancji wzorcowych (szczawian sodowy, żelazo ch. cz.) i stałego kontrolowania stężenia roztworu.

Dobrze wycechowany kolorymetr daje dużą gwarancję, że pomiar wykonany powtórnie w tych samych warunkach musi dać ten sam wynik.

Jeszcze jedną zaletą metod kolorymetrycznych jest małe zużycie odczynników.

Metody kolorymetryczne mają szczególne znaczenie dla określania zawartości żelaza w próbkach zawierających małe jego ilości; a więc, poza szerokim zastosowaniem jakie niewątpliwie znajdują w naszych laboratoriach zakładowych do obecnych potrzeb kontroli, będą niezastąpione przy pracach badawczych nad ustaleniem parametrów produkcji białych i kolorowych cementów i następnie przy bieżącej kontroli produkcji tych cementów.

LITERATURA

- M. Struszyński — „Analiza ilościowa i techniczna” I (1948)
 A. I. Ponomariew — „Metody Chemiczkiego Analiza Mineralów i Górnych Porod” — I (1951)
 E. B. Sondell — Colorimetric Determination of Traces of Metals (1950)
 Snell a. Snell — Colorimetric Methods of Analysis (1949)

U NASZYCH SĄSIADÓW

70-lecie urodzin profesora W. M. Junga

Przed niedawnym czasem odbyło się uroczyste posiedzenie Rady Naukowej Moskiewskiego Chemiczno-Technologicznego Instytutu im. D. I. Mendelejewa poświęcone uczczeniu 70 rocznicy urodzin nestora radzieckiej wiedzy o cemencie, doktora nauk technicznych, profesora Włodzimierza Mikołajewicza Junga i jego czterdziestopięcioletniej działalności naukowej, przemysłowej i pedagogicznej.

Profesor Jung w ciągu swej długoletniej pracy opublikował około stu prac naukowych, posiadających duże teoretyczne i praktyczne znaczenie. Podstawową, wspólną cechą wszystkich prac jubilatą jest ich ściśle i jasne powiązanie z potrzebami przemysłu i konsekwentne wytaczanie dróg postępu technicznego w przemyśle materiałów wiążących.

Młodsze pokolenie naszych fachowców dobrze zna akademicki podręcznik technologii materiałów wiążących, którego profesor Jung był redaktorem. Ostatnie jego oryginalne dzieło „Podstawy Technologii Materiałów Wiążących” stanowi podsumowanie poglądów

autora na podstawowe problemy techniczne i technologiczne i może być zalecane jako czołowa pozycja księgozbioru każdego fachowca naszej branży.

Na uroczystości jubileuszowej przedstawiciele ministerstw i instytutów naukowych w licznych przemówieniach podnosili zasługi profesora Junga na polu przygotowania nowych kadr inżynierskich dla radzieckiego przemysłu cementowego oraz omawiali jego prace z dziedziny twardnienia cementu, intensyfikacji wpału klinkru i innych kluczowych zagadnień chemicznych i technologicznych.

Profesor Jung odznaczony jest Orderem Lenina, Orderem Czerwonego Sztandaru, medalami Za Obrońcę Moskwy, za pracę w okresie Wielkiej Wojny Ojczyźnianej 1941—1945 oraz odznaką przodownika pracy Narodowego Komisariatu Przemysłu Chemicznego i dwukrotnie odznaką przodownika pracy Ministerstwa Przemysłu Materiałów Budowlanych ZSRR.

W roku 1950, za pracę na odcinku produkcji nowych gatunków cementu, profesor Jung otrzymał Premię Stalinowską.

DLA NASZYCH PIECOWYCH

666.94.041:66.043.1

Zdzisław Łukowicz

Cementownia „Groszowice“

Warunki pracy wymurówki w piecach obrotowych

Dobór odpowiedniego materiału ogniotrwałego, prawidłowe jego zamurowanie i świadoma pielęgnacja wymurówki w czasie ruchu pieca — to zasadnicze warunki umożliwiające przedłużenie międzyremontowych okresów pracy pieca i osiągnięcie wysokich ekonomicznych wskaźników wypału klinkru.

Artykuł poniższy, w elementarnym skrócie, obrazuje całość zagadnień wiążących się z rolą materiałów ogniotrwałych w przemyśle cementowym.

Ruchowcy naszego przemysłu znajdują w nim uporządkowanie i wyjaśnienie znanych im z praktyki zjawisk, co niewątpliwie przyczyni się do celowego i świadomego wyboru i stosowania najodpowiedniejszych materiałów ogniotrwałych.

Redakcja

Treść: Czynniki wpływające na trwałość wymurówki. Straty związane z remontem wymurówki. Warunki pracy wymurówki. Wymagania stawiane materiałom ogniotrwałym.

Jednym z bardzo ważnych zagadnień, mających bezpośredni wpływ na wykonywanie naszych planów produkcyjnych, jest zagadnienie wymurówki pieców obrotowych, a przede wszystkim ich strefy spiekania.

Ponieważ z remontem wymurówki pieca związane są straty produkcyjne spowodowane zatrzymaniem pieca oraz koszty samego remontu, dlatego dążeniem naszym powinno być przedłużenie do maksimum okresu pracy pieca, oddzielającego poszczególne remonty wymurówki. Równie ważne jest aby remont wymurówki przeprowadzany był w sposób prawidłowy i w możliwie najkrótszym czasie.

Długość okresu międzyremontowego zależy od rodzaju materiału użytego jako wykładziny, a poza tym od wielu jeszcze czynników wpływających dodatnio lub ujemnie na jej żywotność.

Do czynników mających wpływ dodatni zaliczyć można:

1. Stałość składu chemicznego wypalanego materiału i równomierność jego podawania.
2. Zwiększenie stopnia zmielenia materiałów surowych.
3. Stałość składu chemicznego pyłu węglowego oraz równomierne jego podawanie.
4. Wypalanie klinkru według ustalonych przepisów.

Do czynników wpływających ujemnie na wymurówkę zaliczamy:

1. Podwyższanie zawartości wody w szlamie oraz zmienność zawartości CaO.
2. Zmniejszenie do minimum zawartości żelaza z równoczesnym podwyższeniem ilości glinokrzemianów.
3. Skracanie strefy spiekania celem szybszego chłodzenia klinkru.
4. Nadmierne wahania temperatury przy wypale klinkru.
5. Przystawianie pieca na „wolne obroty“.
6. Nadmierne zwiększanie ciężaru 1 litra klinkru.

Zagadnienie prawidłowego wymurowania strefy spiekania pieców obrotowych ważne jest z tego względu, że odpowiednia wykładzina umożliwia przedłużenie czasu pracy pieca, podniesienie intensywności procesu wypalania, osiągnięcie maksymalnej wydajności oraz pozwala na podwyższenie jakości wypalanego klinkru. Nieodpowiednie natomiast wymurowanie lub zastosowanie niewłaściwego materiału ogniotrwałego jako wykładziny powoduje częste zatrzymywanie pieca i straty z tym związane. Straty te można ująć w kilka punktów:

1. Zmniejszenie wydajności pieca przed zatrzymaniem go do remontu wymurówki.
2. Chłodzenie pieca i usuwanie starej wykładziny.
3. Rozpalanie i ogrzewanie pieca po dokonanych remontach wymurówki.
4. Zmniejszenie wydajności pieca bezpośrednio po rozpaleniu.

Aby lepiej zrozumieć istotę zagadnienia należy te straty bardziej szczegółowo omówić.

W okresie poprzedzającym remont wymurówki piec pracuje na wykładzinie stale zmniejszającej swą grubość. Powoduje to zwiększenie wydzielania się ciepła przez płaszcz pieca na zewnątrz, czyli straty ciepła przez promieniowanie. Wielkość tych strat zależy od czasu, w którym piec pracuje w wyżej wspomnianych warunkach. Straty te przy cienkiej, zużytej wymurówce dochodzą nawet do 400 kkal/kg wyprodukowanego klinkru, podczas gdy przy normalnej grubości wykładziny wynoszą około 250 kkal.

Poza tym, w okresie poprzedzającym remont, następuje często miejscowe przepalenie się wykładziny, czego objawem jest pojawienie się na korpusie pieca czerwonej plamy w miejscu przepalanej wykładziny. Gdy plama ta jest niewielkich rozmiarów można piec „zaszlakować“, po czym plama znika i piec może pracować dalej. Jednak w wypadku gdy plama nie znika a powiększa się — należy piec zatrzymać, aby uniknąć ewentualnego wyrzucenia się walczaka w miejscu przepalanej wykładziny.

Po wygaszeniu i zatrzymaniu pieca do remontu wymurówki, temperatura panująca w nim jest tak wysoka, że uniemożliwia prowadzenie dalszych prac związanych bezpośrednio z wymurówką. Po ochłodzeniu pieca, co trwa około 8 godzin, należy usunąć z niego wykładzinę, po czym można przystąpić do zakładania nowej. Czas zdejmowania starej wykładziny oraz murowanie pieca zależy przede wszystkim od jego długości.

Przy rozpalaniu pieca po dokonanych remontach wymurówki traci się normalnie 5÷8 ton pyłu węglowego na wytworzenie ciepła, potrzebnego do rozgrzania pieca na całej jego długości. Poza tym, okres przed i bezpośrednio po zapaleniu pieca, gdy pracuje on ze zmniejszoną wydajnością, powoduje zwiększenie zużycia paliwa średnio o około 10÷15% normalnego zużycia.

Reasumując powyższe widzimy jak wielkie straty w paliwie pociąga za sobą krótka żywotność wymurówki. Dodać do nich należy jeszcze straty w produkcji klinkru w okresie zmniejszonej wydajności pieca, jak również straty spowodowane brakiem produkcji w okresie remontu.

Znając wielkość tych strat możemy sobie zdać sprawę z tego, jak ważnym zagadnieniem w przemyśle cementowym jest posiadanie odpowiedniego materiału ogniotrwałego do wymurówki strefy spiekania pieców obrotowych.

Zanim przejdę do omówienia wymagań stawianych przez nasz przemysł materiałom ogniotrwałym, nie od rzeczy będzie wspomnieć o warunkach ich pracy w piecu obrotowym.

Wymurówka w strefie spiekania narażona jest na działanie ciepłe i na fizyko-chemiczne działanie wypalanego materiału (klinkru).

W czasie ruchu pieca obrotowego, po jego wewnętrznej powierzchni przetacza się bez przerwy wypalany materiał, posuwając się od strefy suszenia, przez strefę kalcynacji, do strefy spiekania i chł-

zenia. W związku z tym, w każdym dowolnym, po-przecznym przekroju pieca obrotowego, temperatura wewnętrznej powierzchni wykładziny periodycznie (mniej więcej co minutę) zmienia się, ponieważ wymurówka naprzemian omywana jest przepływającym po-tokiem rozżarzonych gazów i poddawana promienio-waniu cieplnemu oraz pokrywana jest warstwą wypo-lanego materiału.

Zmiany temperatury wewnętrznej wykładziny przy obrotach w różnych miejscach pieca są różne. Dla przykładu można podać, że największe zmiany zachodzą w strefie kalcynacji, gdzie na obnażonej powierzchni wykładziny temperatura sięga 1280÷1300°C, in-tensywnie obniżając się pod wypalaniem materiałem do 900°C. Jak z tego wynika, temperatura wewnętrznej powierzchni wymurówki w strefie kalcynacji przy każdym obrocie pieca waha się w granicach około 400°C.

W strefie spiekania zakres wahań temperatury nie jest tak wielki, jednak ma on doniosłe znaczenie. Tem-peratura obnażonej powierzchni wymurówki dochodzi tu do 1500÷1550°C, obniżając się pod materiałem do 1400÷1450°C. Na skutek tego w strefie spiekania, przy każdym obrocie pieca, wewnętrzna powierzchnia warstwy wymurówki ochładza się pod materiałem mniej więcej o 100°C, co wpływa korzystnie na tworzenie się glazury (szlaki), czyli warstwy ochronnej powstałej z przylepionego do wykładziny wypalane-go materiału.

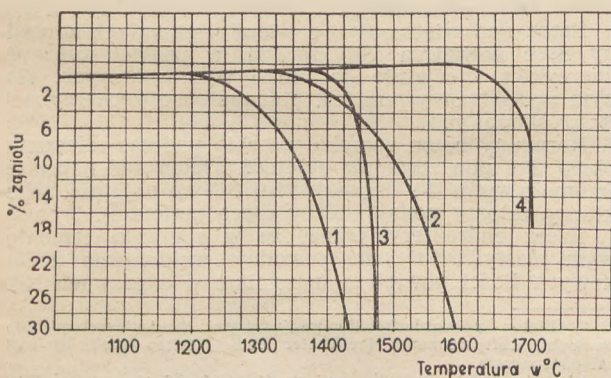
Takie są cieplne warunki pracy wymurówki przy normalnie ustalonym ruchu pieca. Warunki te gwałtownie zmieniają się przy zakłóceniu normalnej pra-cy, nie mówiąc już o całkowitym zatrzymaniu pieca, które powoduje straty tak oczywiste, że nie wymaga to dodatkowych wyjaśnień.

Warto tu również wspomnieć, że odchylenia od nor-malnego reżimu cieplnego powstają przeważnie pod wpływem:

1. Niejednorodności składu podawanej do pieca mieszaniny surowca (szlamu).
2. Znacznych wahań w procentowej zawartości popiołu i wartości kalorycznej pyłu węglowego.
3. Przystawienia pieca na wolne obroty.

Jeżeli do pieca doprowadzany jest szlam z waha-jącą się zawartością CaCO_3 lub SiO_2 , to nieuniknione są znaczne zmiany cieplnego reżimu, z czym związa-ne jest odpadanie szlaki i przyspieszenie zużycia wy-kładziny.

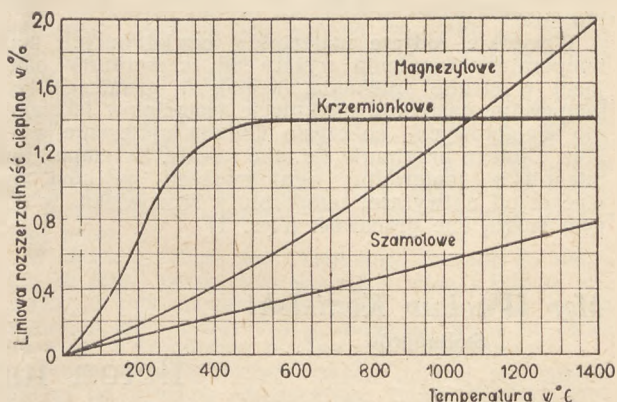
Pod wpływem nagłych i znacznych zmian kaloryczności i procentowej zawartości popiołu w pyle węglowym, temperatura płomienia także się zmienia, co powoduje konieczność odpowiedniego wyregulowa-nia podawania pyłu węglowego, powietrza i ciągu. W czasie regulacji warunki cieplne zmieniają się a to ujemnie wpływa na pracę wymurówki.



Rys. 1. Krzywe ogniotrwałości pod obciążeniem 2 kg/cm² 1 — wyrobów szamotowych niskiej jakości, 2 — wyrobów szamotowych wysokiej jakości, 3 — wyrobów kwarcowo-szamotowych, 4 — wyrobów magnezylowych.

Te czynniki, a często także brak uwagi ze strony pałacza, powodują częste przestawianie pieca na wolne obroty, co również jest niekorzystne ponieważ obnażona powierzchnia wykładziny przy wolnym chodzie pieca znacznie więcej przegrzewa się w strefie spiekania, przy czym oszlakowanie niszczy się i częściowo odpada.

Chemiczne i fizyczne działanie, na które narażona jest wymurówka w strefie spiekania, jest bardzo intensywne. Wypalany materiał jest chemicznie szczególnie aktywny, ponieważ zawiera 64÷68 tlenku wapnia. Poza tym w strefie spiekania klinkier znajduje się w stanie częściowo nadtopionym i zawiera 20÷÷30% fazy ciekłej. Skład jej stanowi w znacznej części brownmillerit ($4\text{CaO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot \text{Fe}_2\text{O}_3$) i glinian trójwapniowy ($3\text{CaO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3$), przy czym w płynnej masie rozpuszczona jest dość znaczna ilość tlenku wapnia. Z tego powodu trudno jest znaleźć taki materiał ogniotrwały (poza magnezylem), który byłby mało czuły na wpływ fazy ciekłej o scharakteryzowanym wyżej składzie, przy temperaturze około 1450°C.



Rys. 2. Rozszerzalność cieplna wyrobów ogniotrwałych

Warstwa wymurówki doznaje także mechanicznych naprężeń, które działają na nią rozsadzająco. Powodem tego jest okoliczność, że wewnętrzna powierzchnia wykładziny nagrzana jest w strefie spiekania do temperatury około 1400÷1500°C, podczas gdy temperatura powierzchni zewnętrznej, przylegającej do żelaznego płaszcza, jest znacznie niższa i zależy od przewodnictwa cieplnego danej wykładziny, jej grubości oraz grubości warstwy szlaki (glazury). Sądząc po stopniu nagrzania płaszcza pracującego pieca, temperatura bezpośrednio graniczącej z nim warstwy materiału ogniotrwałego wynosi zwykle 300÷400°C.

Temperatura ta może być wyższa gdy materiał ogniotrwały ma większe przewodnictwo cieplne albo wymurówka jest bardziej zużyta; natomiast przy nowej wymurówce lub grubej warstwie szlaki — znacznie niższa. Jak z tego wynika, spadek temperatur w warstwie wykładziny wynosi około 1000°C. Wobec tego jest rzeczą zrozumiałą, że współczynnik liniowego rozszerzania materiału ogniotrwałego ma wielkie znaczenie; jeśli jego wielkość jest znaczna to nagrzana wewnętrzna warstwa bardzo rozszerza się, wskutek czego mogą powstać tak wielkie naprężenia, że cegła odpada warstwami.

Z analogicznych powodów odpada też szlaka, co również wpływa ujemnie na wytrzymałość wykładziny.

Mówiąc o warunkach pracy wykładziny w piecu obrotowym należy wspomnieć, że ulega ona ścieraniu przez wypalony klinkier. Największe ścieranie wykładziny zachodzi w strefie spiekania, gdzie, niejednokrotnie pod wpływem nieprawidłowej pracy pieca, tworzą się zlepy o wielkości dochodzącej często do 400 mm, które, posiadając dużą twardość, skutecznie atakują wymurówkę.

Duże zużycie wykładziny można również zaobserwować w strefie chłodzenia, gdzie wypalony klinkier posiadający dużą twardość może o wiele agresywniej działać na jej powierzchnię.

Ponieważ w strefie spiekania istnieje możliwość oszlakowania wewnętrznej powierzchni wymurówki, dlatego na to zagadnienie należy zwrócić szczególną uwagę, albowiem glazura ochrania materiał ogniotrwały, przez co przedłuża międzyremontowy okres pracy pieca.

Opisane wyżej warunki pracy wykładziny w piecu obrotowym zmuszają do postawienia materiałem ogniotrwałym specjalnych wymagań, a mianowicie:

1. Dostatecznej wytrzymałości na ścieranie.
2. Odpowiedniej ogniotrwałości.

3. Odporności na skrajne wahania temperatury.

4. Wytrzymałości chemicznej.

Pojęcie wytrzymałości na ścieranie łączy się ściśle z pojęciem wytrzymałości na ściskanie, albowiem zrozumiałe jest, że im większa będzie wytrzymałość materiału na ściskanie (wyrażona w kg/cm^2) tym większa będzie także jego odporność na ścieranie.

Ogniotrwałość materiału służącego do wymurówki zależy głównie od warunków pracy wykładziny w strefie spiekania. Wewnętrzna powierzchnia wykładziny nagrzewa się w strefie spiekania do temperatury $1400\div 1550^\circ\text{C}$, przy temperaturze przepływających gazów wynoszącej $1600\div 1700^\circ\text{C}$.

Warunki te dowodzą, że materiały ogniotrwałe pracujące w strefie spiekania powinny mieć dużą ogniotrwałość.

Wszystkie rodzaje materiałów ogniotrwałych mają temperatury topnienia wyższe od temperatury panującej w strefie spiekania, jednak w granicach tych temperatur następuje mięknięcie materiałów (szczególnie szamotowych), co często ułatwia niszczenie wyrobów. Dlatego przyjmuje się jako zasadę, że temperatura mięknięcia materiałów ogniotrwałych powinna być wyższa od najwyższej temperatury środowiska, w którym muszą one pracować. (Rys. 1)

Materiał ogniotrwały powinien być złym przewodnikiem ciepła aby metalowy płaszcz pieca nie ulegał nadmiernemu przegrzaniu, a z drugiej strony współczynnik przewodności ciepła powinien umożliwić powstawanie oszlakowania na wewnętrznej powierzchni wykładziny oraz zapewnić odporność na wahania temperatur, na które jest ona narażona w piecu obrotowym.

Nadmienić tu wypada, że najbardziej odporne na wstrząsy cieplne są wyroby szamotowe, najmniej natomiast — magnezytowe.

Rozszerzalność cieplna różnych materiałów ogniotrwałych przedstawiona jest na zamieszczonym wykresie (Rys. 2).

O chemicznym działaniu klinkru na wymurówkę wspominałem poprzednio. Tu wypada nadmienić tylko, że na działanie to najmniej odporne są materiały porowate, najbardziej natomiast — zwarte i jednorodne, to znaczy takie, które w całej swej masie jednolicie zachowują się w wysokich temperaturach, równomiernie rozszerzają się lub kurczą.

Wymurówka narażona jest również na działanie gazów, przy czym największą odporność wykazują tu wyroby szamotowe, najmniejszą zaś — magnezytowe.

Mgr Wacław Kozielski

Stalinogród

666.972.12

Beton napowietrzony

Problem napowietrzania betonu, drogą stosowania cementu przygotowanego z dodatkiem odczynników wprowadzających do zaprawy fazę gazową w postaci mikroskopijnych pęcherzyków, zajmuje wiele miejsca na łamach naukowej i technicznej prasy światowej.

Zalety betonu napowietrzonego wykorzystywane są w szerokim zakresie przy wznoszeniu wielkich budowli w Związku Radzieckim.

Perspektywiczne plany wielkiego budownictwa, planowanego u nas na okres 1955—1960 i przewidywane wzniesienie w tych latach znacznej ilości obiektów specjalnych na odcinku budownictwa komunikacyjnego, hydrotechnicznego i przemysłowego, stawia przemysł cementowy przed koniecznością przygotowania się do produkcji cementów, których własności odpowiadałyby specjalnym żądaniom przemysłu budowlanego.

Artykuł poniższy, stanowiący krótką syntezę całości problemu betonu napowietrzonego, przyczyni się zapewne do zapoznania szerszych kół naszych technologów z podstawami zagadnienia.

Redakcja

Treść: Skutki plastyfikacji betonu. Beton napowietrzony. Domieszki plastyfikujące i napowietrzające oraz ich wpływ na wytrzymałość, wodoszczelność i mrozoodporność betonu. Badania uczonych radzieckich. Istota napowietrzania według uczonych radzieckich.

Plastyfikacja betonu, na której omówieniu zakończyliśmy artykuł zamieszczony w numerze marcowym¹⁾ ma trojaki skutek:

1. Powoduje lepszą urabialność betonu (między innymi skraca czas jego wibrowania o $\frac{1}{4}$ a nawet $\frac{1}{3}$) i umożliwia zaoszczędzenie cementu w granicach $8\div 12\%$. Ponieważ kruszywo zwykle jest zawsze mniej porowate niż kamień cementowy, zwiększenie procentu kruszywa jest dalszym czynnikiem wodoszczelniania masy. (Zauważmy ubocznie, że więcej szczelin powstaje na styku kamienia cementowego i kruszywa niż w samym kamieniu cementowym).

2. Pozwala na zmniejszenie stosunku w/c.

3. Przy zastosowaniu domieszek hydrofobowych, cement wchłania przy mieszaniu większą ilość powietrza niż cementy nieplastyfikowane. (Inne stanowisko niektórych autorów nie utrzymało się).

Zanim omówimy bliżej punkt trzeci, czyli zagadnienie betonu napowietrzonego, podkreślić musimy, że zmniejszenie stosunku w/c jest momentem bardzo istotnym dla wodoszczelniania betonu. Na poparcie tej tezy tak oczywistej, lecz w praktyce tak często lekceważonej, przytoczymy rezultaty badań, w których przy wszystkich warunkach jednakowych — różny był tylko stosunek w/c. Jako plastyfikatora użyto w tym wypadku termopolimeru łągu posiarzynowego (obróbka termiczna przy 180°C), w ilości $0,25\%$ suchej substancji w stosunku do cementu, ciśnienie wody 4 atm. , czas trwania próby 8 godzin.

Z danych zestawionych w tablicy I widzimy, że niewielkie, bo wynoszące około 14% , zmniejszenie stosunku w/c prowadzi do blisko trzykrotnego zmniejszenia ilości przesakającej wody (por. próbki II i III).

Beton napowietrzony²⁾ zawiera większą niż normalny ilość powietrza (lub gazów), w postaci mikro-pęcherzyków specjalnie do niego wprowadzonych. (Innym zgoła tworzywem jest pianobeton o pęcherzykach makroskopowych).

Normalny beton zamyka w sobie podczas mieszania około 2% powietrza na objętość. Beton zaś napowietrzony zawiera $4\div 7\%$, najwyżej 8% na objętość. (Niektórzy autorzy podają liczby nieco mniejsze).

Rzecz charakterystyczna, że w zacznieniu cementowym plastyfikatory nie powodują wchłonięcia dodatkowych ilości powietrza, natomiast w zaprawach fakt

²⁾ Beton z wozduchoudierzywajuszczymi (aerirujuszczymi) do-bawkami, Luftporenbeton (beilüfeter Beton), beton aeré, air ent-rained concrete.

W „Przeglądzie Budowlanym” nr 12/52 ukazał się artykuł Zdzi-sława Zuchowskiego pt. „Beton napowietrzony” z rozdziałami: Pod-stawowe właściwości betonu napowietrzonego, Technika wytwarza-nia betonu napowietrzonego, Metody pomiaru stopnia napowietrze-nia, Cementy powodujące napowietrzenie, Osiągnięte doświadczenia.

Przejrzysty i rzeczowy artykuł nie obejmuje jednak teorii na-powietrzania, kwestią zaś wodoszczelniania nie zajmuje się specjal-nie. Te właśnie tematy są omawiane w artykule niniejszym, są więc niejako — przypadkowo — uzupełnieniem tamtego.

Autor artykułu drukowanego w „Przeglądzie Budowlanym” uży-wa nazwy beton „napowietrzony”, ujmując przymiotnik w cudzy-słów, zapewne dla podkreślenia niezgrabności terminu. Prof. Zen-czykowski używa terminu „gazobeton”, co również nie wydaje się trafne.

Czy nie lepsza byłaby nazwa „aerobeton”?

¹⁾ Mgr W. Kozielski — „Z zagadnień wodoszczelniania beto-nu” — „Cement — Wapno — Gips” nr 3/53 str. 59 (Red.)

ten ma miejsce. Tym się tłumaczy znane zjawisko, że chude masy cementowe plastyfikują się łatwiej niż tłuste. W betonach jednak plastyfikacja jest znowu słabsza niż w zaprawach.

Tablica I

Próbki	w/c	Zawartość cementu kg/m ³ betonu	Ilość wody przesiąkniętej		Współczynnik filtracyjny 10 ⁻³ cm ³ /godz
			cm	%	
Kontrolna (bez domieszki)	0,542	280	469	100	92
Z domieszką I	0,542	245	220	47	43
„ II	0,467	278	101	21,6	20
„ III	0,542	279	283	61	56

Czas mieszania wpływa również na stopień napowietrzania: przy przedłużeniu mieszania do 10 minut plastyfikacja wzrasta a przy mieszaniu dłuższym — maleje. Małeje również ruchliwość masy.

Napowietrzania dokonywa się powietrzem, wchłanianym podczas normalnego procesu mieszania na skutek fizycznych właściwości domieszki, albo innymi gazami, wytwarzanymi przez specjalnie dodawane substancje, np. wodorem, acetylenem, amoniakiem, tlenem itp. W tym ostatnim wypadku termin „napowietrzenie” oczywiście jest niewłaściwy.

Podział domieszek na plastyfikujące i napowietrzające nie da się utrzymać, ponieważ wszystkie domieszki plastyfikujące hydrofobowe są jednocześnie napowietrzającymi. Wypróbowano wielką ilość tych domieszek i stwierdzono, że są one tak różnorodne, iż trudno jest znaleźć dla nich jedno fizyczne lub chemiczne określenie. Łącznie z domieszkami hydrofilowymi można je objąć nazwą: substancje powierzchniowo-aktywne.

Domieszki plastyfikujące i napowietrzające możemy podzielić na pięć grup:

1. nierozpuszczalne węglowodory, przeważnie cykliczne np. ksylen.
2. Aminy, fenole, cykliczne aldehydy, ketony.
3. Substancje pianotwórcze np. zmydlny pak drzewny, mydła żywiczne itp. (wytwarzająca się mikropiana powinna utrzymać się aż do początku wiązania).
4. Substancje nierozpuszczalne: sproszkowane smoły i żywice, lignina techniczna, koloidalny węgiel.
5. Substancje wydzielające inne gazy, poza powietrzem, np. sproszkowany glin lub inne metale, węgliki metali, woda utleniona i inne.

We wszystkich wypadkach stwierdzono, że im budowa cząsteczki jest mniej symetryczna, tym plastyfikacja jest silniejsza.

Ilość domieszki wynosi setne lub dziesiąte części procentu w stosunku do cementu. Optimum dla różnych domieszek bywa różne, jak to zobaczymy niżej.

Podajemy za wydanictwami radzieckimi dwa badania ilustrujące wpływ domieszek napowietrzających na wodoszczelność.

W jednym z badań betonu na wodoszczelność, przy wszystkich identycznych warunkach, przesączyło się: przez beton kontrolny 198 cm³ wody przez beton na cementie z dodatkiem:

0,2 % mydła naftenowego	109	„	„
0,08% kwasu oleinowego	15	„	„
0,08% mydła naftenowego	8	„	„

Tablica II wykazuje wpływ domieszek napowietrzających na plastyczną zaprawę 1:3.

Wyniki badań zestawione w tablicy II wykazują, że najkorzystniejszy efekt otrzymano stosując sproszkowany glin, wydzielający przez działanie z wapnem hydratacyjnym wodór, oraz wyraźnie hydrofobizujący ksylen.

Ponieważ dalsze badania wykazały, że różne składniki klinkru cementowego niejednakowo reagują na działanie plastyfikatorów, stąd wniosek, że należy empirycznie ustalić nie tylko rodzaj domieszki i jej ilość, ale i dostosować ją do składu mineralogicznego cementu.

To samo można powiedzieć o cementach wieloskładnikowych (mieszanych).

Wprowadzenie domieszek napowietrzających działa w zasadzie ujemnie — jak tego należałoby się spodziewać — na wytrzymałość betonów i zapraw. Jednakże

przy niektórych domieszkach, zwłaszcza przy zmniejszeniu stosunku w/c, można nie tylko zachować normalną wytrzymałość, ale nawet ją podnieść. W szczególności nie możemy tu wchodzić.

Mrozoodporność jest niemniejszą zaletą betonów napowietrzonych niż ich wodoszczelność. Pęcherzyki powietrza działają tu jako amortyzatory wielkiego ciśnienia, wytwarzającego się przy zamrażaniu wody.

Zanim przejdziemy do zasadniczej kwestii: na czym polega istota napowietrzania — zaznajomimy Czytelników z doświadczeniami radzieckiego inżyniera Tichonowa. Zajął się on eksperymentalnym obliczaniem średnicy porów i grubości błonek wodnych. W toku swych prac ustalił, że w cementzie z dodatkiem 1,8% wody utlenionej porów jest dużo i że są one ze sobą połączone; średnica ich wynosi 90÷200 μ. Betony wykonane z takich cementów nie są jednak mrozoodporne i mają mniejszą wodoszczelność.

Cementy bez jakichkolwiek domieszek mają dużo porów i pęcherzyków, których średnica wynosi 1÷50 μ. Cementy z żywicą abietynową, wodą utlenioną w ilości 0,25%, z ksylenem i glinem (jak w opisanym wyżej badaniu) mają pory znacznie mniejsze niż jeden mikron a ogólna ich objętość wynosi 4÷7% całej masy.

W dalszym ciągu inż. Tichonow doszedł do wniosku, że jeżeli porów jest więcej, a więc jeżeli są one rozbite na mikro-pęcherzyki, dzięki czemu średnica ich zmniejsza się poniżej 0,3 μ, wówczas woda przenika przez nie z trudnością i tylko pod ciśnieniem.

Tichonow w badaniach swych opierał się między innymi na pracach radzieckiego fizyko-chemika Die-ragina, który twierdzi, że woda w cienkich warstwach ma prawie takie same własności jak ciało twarde.

Przy grubości błonki wodnej 0,09 μ i średnicy porów 0,20 μ, krańcowe napięcie przesunięć wynosi 2 kg/cm², przy grubości zaś błonki wodnej 0,15 μ i średnicy porów 0,30 μ lub wyżej — krańcowe napięcie przesunięć wynosi 0 kg/cm².

Im mniejsza więc średnica porów — tym mniejsza przesiąkliwość wody. Hydrofobizacja powierzchni pokrywającej te pory jest równoznaczna ze zmniejszeniem ich średnicy. Hydrofobizacja pęcherzyków zapewnia im trwałość i zapobiega przedostawaniu się wody w głąb.

Tenże Tichonow i Zurawlew dają w miesięczniku „Zurnał prikladnoj chimii” takie wytłumaczenie napowietrzania betonów i zapraw:

Jony plastyfikatorów i cząsteczki niedysocjowane absorbują się na powierzchni cząstek klinkru, co prowadzi do zwiększenia wodnej błonki, otaczającej każdą cząsteczkę fazy dyspersyjnej. Na skutek sprężystości błonek wodnych, innymi słowy — na skutek działania rozpięającego tych błonek, następuje rozbicie koagulujących się skupień do pierwotnych rozmiarów. Zapobiega to zlepianiu się cząstek i zamykaniu w nich wody.

Tablica II

Rodzaj	Domieszki %	Powietrze lub gaz % (obj)	Czas zaczynającego się przesiąkania przy ciśnieniu		
			3 atm	5 atm	10 atm
Próbka kontrolna (bez domieszki)	—	2,0	3 ¹⁵	—	—
Zywica abietynowa	0,05	6,5	—	3 ³	—
Woda utleniona	0,25	4,0	—	—	1 ¹⁰
„ „	1,80	17,5	2 ³⁵	—	—
Ksylen	0,05	3,5	—	—	3 ¹⁵
Glin	0,10	3,5	—	—	1 ⁵⁰
Ksylen-glin	0,05—0,10	6,5	—	—	12 ⁰⁰

Mamy więc jak gdyby zwiększenie ilości wody zaczynowej i wynikające stąd zwiększenie ruchliwości i urabialności masy. Efekt ten nazywany jest plastyfikowaniem lub peptyzowaniem.

W przypadku zastosowania hydrofobów, ich cząsteczki przyciągają powietrze (są one jakby „zwilżane” powietrzem). Wytwarza się więc układ: klinkier — hydrofob — powietrze — woda. Pęcherzyki powietrza stają się mniejsze a ścianki błonek wodnych cieńsze. Układ nabiera sztywności i stanowi trwałą barierę dla wody.

W jakimkolwiek stopniu byłaby słuszna ta teoria, stoimy wobec faktu na pierwszy rzut oka paradoksalnego, a mianowicie: powietrze i woda tamują wodzie dostęp do betonu.

Beton napowietrzony narodził się 20 lat temu. Przykładowe dostanie się smaru na betonową nawierzchnię drogową spowodowało niespodziewaną i wyjątkową trwałość danego odcinka. Posypały się doświadczenia, próby laboratoryjne i półtechniczne. Obecnie, na wielkich budowlach komunizmu nowy ten gatunek betonu znajduje szerokie zastosowanie.

W Szwajcarii już w 1948 r. używano tego betonu do budowy wielkich, górskich zapór wodnych, a w Stanach Zjednoczonych niemal wszystkie betony techniczne są plastyfikowane powietrzem.

W naszej literaturze podręcznikowej zagadnienie napowietrzania betonu albo wcale nie jest omawiane (np. w bardzo cenionej pracy prof. Paszkowskiego pt. „Technologia betonu” — 1950 — wyd. pośmiertne), albo też traktowane jest dość mgliście. W cieszącym się dużym wzięciem i zawierającym masę materiału informacyjnego podręczniku prof. Żenczykowskiego („Budownictwo ogólne” tom I „Materiały i wyroby budowlane” wyd. 1952) na str. 292 i 293 czytamy o domieszkach tworzących „naloty-błonki”, które „przy mieszaniu betonów i zapraw ... bynajmniej nie znikają... i o cementach produkowanych w ZSRR „z domieszką olejów i mydeł”. Tylko z cytowanej literatury można się domyślić, że autorowi chodziło o plastyfikację.

PRZEGLĄD CZASOPISM KRAJOWYCH

GOSPODARKA WĘGLEM nr 3/53 zawiera szereg ciekawych artykułów omawiających zagadnienia oszczędnej gospodarki paliwami stałymi, dzieli się z czytelnikami doświadczeniami uzyskanymi przez palaczy różnych przemysłów w dziedzinie stosowania mułu węglowego, zachęca do rozszerzania na najmniejsze nawet zakłady współzawodnicstwa w oszczędzaniu węgla.

Na specjalną uwagę zasługuje artykuł inż. T. Raima pt. „Wyniki badań nad możliwością zastosowania mułu węglowego przy wypalaniu wapna w piecach kręgowych”, omawiający doświadczenia uzyskane przez palaczy zakładów wapienniczych w Piechcinie.

Z artykułu A. Bema pt. „O szerokie stosowanie mułu węglowego w 1953 roku” dowiadujemy się między innymi o osiągnięciach palaczy pieców kręgowych Śląskich Zakładów Wapienniczych w Strzelcach Opolskich, którzy w listopadzie ub. roku uzyskali bardzo dobry wynik, spalając 37% mułu węglowego w mieszance paliwa.

Poza tym numer zawiera artykuły: inż. T. Kuratowa: „Wytyczne stosowania przyrządów pomiarowych w kotłowniach”, M. Brodeckiego: „Elektryczne analizatory saplin”, inż. R. Madeja: „Straty pary wskutek nieszczęśliwości”, omówienie Uchwały Prezydium Rządu (17. I. 1953) w sprawie powołania społecznej komisji kontroli gospodarki materiałowej paliwami stałymi i gospodarki cieplnej (Monitor Polski Nr A—5/53), dział współzawodnicstwa i kronikę.

Z ogłoszonych wyników konkursu na racjonalne stosowanie mułu węglowego jako paliwa dowiadujemy się, że dwie nagrody zespołowe uzyskali palacze Pomorskich Zakładów Przemysłu Wapienniczego w Piechcinie oraz nagrodę indywidualną zdobył ob. Paweł Dąbrowski ze Śląskich Zakładów Wapienniczych w Strzelcach Opolskich.

PRZEGLĄD TECHNICZNY nr 2/53 zawiera bardzo ciekawy artykuł inż. Zarnowskiego omawiający znaczenie kształcenia nowych kadr fachowców w Wieczorowych Szkołach Inżynierskich.

Artykuł dr. Cz. Bąbińskiego pt. „Dokumentacja techniczna okresu uruchomienia i eksploatacji” zawiera szereg cennych, praktycznych wskazówek dla inwestora, nie doceniającego zazwyczaj jednej z podstawowych funkcji, jaką jest przygotowanie eksploatacji nowobudowanych fabryk lub oddziałów fabrycznych.

Ten sam temat poruszony jest również w innym miejscu (str. 369), gdzie czytamy o zaprawach „ze środkami ogólnie uszlachetniającymi”.

W dziale „Gazobeton”, str. 427, prof. Żenczykowski traktuje napowietrzanie tylko jako środek do otrzymania betonów lekkich. Tymczasem już z przytoczonych przez niego przykładów widać, że takie betony otrzymuje się przeważnie przez napowietrzanie połączone z zastosowaniem innych środków, np. przez użycie lekkiego kruszywa, dodatkowego stosowania substancji pianotwórczych itp. Samo zaś napowietrzanie, o ile polega na wprowadzeniu tylko kilku procent (w stosunku do objętości masy) ciał gazowych — a ono właśnie zdecydowało o olbrzymim rozwoju tego rodzaju produkcji — nie pozwala zaliczyć takiego betonu do betonów lekkich.

LITERATURA

- „Bauplanung und Bautechnik” — Hütter. Der Einfluss von Zusatzmittel zum Beton auf die Erstarrungszeit, die Wasserdurchlässigkeit, die Verarbeitbarkeit und die Festigkeit bei Frosteinwirkung. 1952, 14—15.
- „Gidrotechničeskoe Stroitelstwo” — 1952, III. — Hogierowicz i Gorczakow. Hydrofobizacja cementów dla konstrukcji hydrotechnicznych.
- „Gidrotechničeskoe Stroitelstwo” — 1952, XI. Tichonow. Wpływ domieszek napowietrzających na wodoszczelność i mrozoodporność zapraw cementowych.
- „Cement” (ros.) nr 6/52. Szestopierow. Wpływ plastyfikatorów na cementy o różnym składzie mineralogicznym.
- Butt i Berkowicz. Wpływ substancji o aktywnej powierzchni na własności cementów mieszanych.
- „Żurnal Prikladnoj Chimii” — 1952, XII. Żurawlew i Tichonow. Fizyko-chemiczna istota działania domieszek plastyfikujących i napowietrzających.

Artykuły: „Brygady robotniczo-inżynierskie w ruchu racjonalizatorskim” i „Jak przyspieszyć realizację trudniejszych do wykonania pomysłów racjonalizatorskich” podają życiowe projekty skrócenia długiej drogi dzielącej projekt usprawnienia od chwili jego zgłoszenia do momentu ewentualnego wprowadzenia do produkcji. Obydwa artykuły mają na celu ułatwienie realizacji i zabezpieczenie rozwoju polskiej myśli racjonalizatorskiej.

PRZEGLĄD TECHNICZNY nr 3/53 zawiera dwa artykuły omawiające znaczenie i rolę jaką stowarzyszenia naukowo-techniczne NOT mają do spełnienia na drodze krzewienia postępu technicznego i mobilizacji kadr fachowców do realizacji zadań naszych planów gospodarczych.

Artykuł „Walka o jakość produkcji” wysuwa na czoło zagadnień drugiej połowy Planu Sześcioletniego sprawę podniesienia jakości produkcji. Należy podnieść uświadomienie polityczne i poczucie odpowiedzialności załogi kadr technicznych i kierownictwa zakładów, tępic brakoróbstwo, przeprowadzać dokładną analizę braków, wzmoczyć kontrolę jakości surowców i materiałów wyjściowych oraz kontrolę wykonania, zaostrzyć dbałość o narzędzia, przyrządy i urządzenia produkcyjne.

Artykuły: „Mechanizacja prac przeładunkowych w ZSRR” i „Węgierski przemysł urządzeń dźwigowych” omawiają nowe urządzenia transportowe.

W artykule: „Stosowanie topionego bazaltu w czechosłowackim przemyśle” omówione są zalety tego nowego materiału, którego łatwa topliwość (1350°C) pozwala na wykonywanie odlewów, a osiągnięta po ostygnięciu duża twardość, mniej więcej równa korundowi, czyni go odpornym na ścieranie i zmiany temperatury. Materiał ten doskonale nadaje się na kostki brukowe, rurociągi, specjalne wykładziny urządzeń pneumatycznych do transportu węgla, koksu, rud, cementu, żużla itp.

Artykuł: „Społeczne i ekonomiczne znaczenie walki z zadymianiem” porusza zagadnienia niezmiernie ważne i aktualne dla naszych przemysłów. Autor omawia rodzaje zadymienia, szkodliwość zanieczyszczeń, sposoby badania stopnia zanieczyszczenia powietrza i gazów odlotowych oraz opis środków i urządzeń zmniejszających zadymienie.

Poza tym czasopismo zawiera dział kroniki NOT oraz bogatą część recenzyjną czasopism i książek krajowych i zagranicznych.

PRZEGLĄD CZASOPISM ZAGRANICZNYCH

CEMIENT, N. 1 — styczeń-luty 1953 (Leningrad)

Ten szeroko u nas znany i stojący na wysokim poziomie dwumiesięcznik radziecki wchodzi obecnie w dziewiętnasty rok swego istnienia, a na wstępie pierwszego tegorocznego zeszytu przynosi podsumowanie wyników pracy radzieckiego przemysłu cementowego w 1952 r. i zestawia zadania tego przemysłu na rok 1953. Radziecki przemysł cementowy wykonał w roku 1952 o 15% więcej cementu niż w roku 1951, zaś na rok 1953 przewidziany jest dalszy, jeszcze większy wzrost produkcji o 17,2%.

Artykuł zwraca uwagę na konieczność intensywnego przeprowadzania rekonstrukcji pieców obrotowych, apeluje do instytutów naukowych o zacieśnienie współpracy z przemysłem i podkreśla ważność terminowego oddawania do użytku nowych zakładów.

Interesujący artykuł N. A. Toropowa i I. G. Ługininej podaje wyniki klasycznych badań dotyczących wpływu tempa nagrzewania i wysokości temperatury na wiązanie wolnego wapna w klinkrze portlandzkim. Śmiało te badania pozwoliły autorom wyciągnąć wnioski, że szybkie ogrzanie mąki surowcowej przyspiesza i ułatwia chemiczne wiązanie tlenku wapnia, co pozwala otrzymać klinkier portlandzki bez wstępnego stopniowego podgrzewania surowca, a tylko drogą natychmiastowego wprowadzania próbki mąki surowcowej do środowiska z wysoką temperaturą. Przy temperaturach rzędu 1700°C czas potrzebny do całkowitego wiązania wolnego wapna redukuje się praktycznie do kilku minut.

Inż. K. S. Niekrasow referuje wyniki pracy pieca obrotowego zaopatrzonego w płaszcz wodny. Pierwszy dokładniejszy, ilustrowany szkicowo opis tego nowatorskiego urządzenia jest tym bardziej interesujący, że bezpośrednio po nim podaje autor dokładne, graficzne przedstawienie uzyskanych w pierwszych doświadczeniach grubości szlaku ochronnej i omawia trudności związane z uruchomieniem pieca chłodzonego płaszczem wodnym. Autor podkreśla stwierdzone powiększenie cieplnego napięcia pieca, zwraca jednak uwagę na konieczność zrewidowania długości płaszcza wodnego i przeprowadzania szeregu udoskonalień konstrukcyjnych. Płaszcz wodny, dzięki intensywnemu chłodzeniu blach piecowych, zmniejsza ich rozszerzanie się termiczne, co wywołuje zwiększone naprężenie wykładziny ogniotrwałej prowadzące do jej mechanicznego zniszczenia.

Redakcja czasopisma poświęca powyższemu artykule kilka uwag zalecających zastosowanie specjalnych środków zmierzających do uelastycznienia wykładki celem zlikwidowania powstających naprężeń.

Polemiczny artykuł A. K. Manowiana i W. M. Haliniczko analizuje krytycznie pracę Chodorowa i Kosyrewa z 4 zeszytu rocznika 1952 „Cementu”, dotyczącą procesu tworzenia się szlaku ochronnej. Autorzy wskazują na szereg błędów wspomnianej pracy i zarzucają jej zbytnie teoretyzowanie i oderwanie od praktyki.

G. Ch. Olew rzuca myśl polepszenia i usprawnienia procesu suszenia materiałów w cementownictwie, drogą ich uprzedniego rozsortowywania i zasilania każdej suszarni frakcją o możliwie równomiernej granulacji. Ponadto autor proponuje wprowadzenie regulacji obrotów suszarni bębnowych.

S. M. Kryłow i E. L. Sztam przedstawiają czytelnikom nową konstrukcję ścian oporowych suwnicowych

hal składowiskowych. Konstrukcja ta opracowana przez leningradzki Giprocement polega na zastosowaniu lekkich płyt łukowych między pylonami ściany hali i pozwala na znaczną oszczędność cementu i stali zbrojeniowej.

Obszerny i jak zwykle interesujący dział referatów o bieżących doświadczeniach fabryk cementu przynosi między innymi ciekawe sprawozdanie o podniesieniu wydajności pieca szybowego przez zastosowanie wzmocnionego podmuchu, opis eksploatacji nowego zmechanizowanego składu węglowego, zaopatrzonego w jezdny kran mostowy chwytakowy. Kilka przyczynków technologicznych i wzmianka dotycząca nowych metod analitycznych kończą ten cenny dział czasopisma.

Kronika poświęcona jest w całości osobie prof. W. M. Junga, którego 70 rocznicę urodzin obchodzono niedawno w Moskwie.

SILIKATTECHNIK — Berlin (NRD) — t. 4, Nr 4, kwiecień 1953.

Bogate i treściwe zeszyty tego ze wszech miar godnego polecenia miesięcznika zwracają uwagę przemysłowym doborem materiału redakcyjnego. Przez odpowiedni układ tematyczny redakcja co miesiąc obsługuje wszystkie przemysły oparte o technologię krzemianów.

Liczne i trafnie wybrane tłumaczenia cenniejszych prac oryginalnych z fachowej literatury radzieckiej ułatwiają czytelnikowi nieznanemu języka rosyjskiego stałą orientację w kierunku rozwojowym przodującej techniki radzieckiej.

Tegoroczny zeszyt kwietniowy otwiera artykuł wstępny o znaczeniu nauki Marksa w kształceniu kadr fachowców dla przemysłu.

Tłumaczony w obszernym skrócie z leningradzkiego „Cementu” artykuł o doświadczeniach przy układaniu wykładki ogniotrwałej w dużych piecach obrotowych znany jest czytelnikom, zapoznanym z bieżącą literaturą radziecką, podobnie jak artykuł o pomiarach temperatury w strefie spiekania pieca obrotowego.

E. Vogel przedstawia nową metodę szybkiego oznaczania zawartości CO₂ w cementzie i wapnie, polegającą na rozkładzie węglanów kwasem pod próżnią, absorpcji wydzielanego dwutlenku węgla w wodorotlenku baru i miareczkowaniu powstającego węglanu baru.

W. Adam w interesującym artykule zajmuje się sprawą wypalania klinkru portlandzkiego w piecu obrotowym przy pomocy węgla brunatnego. Autor przytacza dane liczbowe ilustrujące spadek temperatury płomienia w miarę wzrostu wilgotności węgla i zwraca uwagę na możliwość podwyższenia temperatury płomienia przez podgrzanie powietrza pierwotnego, drogą wykorzystania ciepła wyprymieniowanego przez płaszcz w strefie spiekania.

Obszerny artykuł o komorowym prowadzeniu robót strzelniczych w kamieniołomach łączy się tematycznie z analogicznym opisem lejuwej metody urabiania surowca, znanej u nas pod niemiecką nazwą „Rollochbetrieb”.

Ruchowcy nasi, którym w ostatnim okresie powierzono opiekę nad nowymi instalacjami transportu pneumatycznego z zainteresowaniem przeczytają konsultacyjny artykuł o tworzeniu przewodów rurowych i metodach zapobiegania przedwczesnemu zużyciu przewodów, a w szczególności ich części łukowych.

KSIĄŻKA TECHNICZNA

W celu najszerszej popularyzacji czytelnictwa i krzewienia umiejętności korzystania z książki technicznej, zwłaszcza wśród nowych kadr przybywających do przemysłu — Państwowe Wydawnictwo Techniczne podjęły nowe wydawnictwo pod nazwą „Książka Techniczna”, przeznaczone dla fabryk, związków zawodowych, bibliotek, klubów techniki i racjonalizacji, urzędów, instytucji.

Biuletyn „Książka Techniczna” zawiera dokładne informacje o treści i cechach wydawniczych książek PWT, które ukazały się ostatnio w sprzedaży księgarskiej, oraz o książkach, których ukazanie przewi-

duje się w najbliższej przyszłości; zawiera ponadto recenzje dotyczące niektórych książek uprzednio wydanych, część artykułową i informacyjną oraz dział poradnictwa czytelniczego.

Biuletyn „Książka Techniczna” rozsyłany jest bezpłatnie do fabryk, bibliotek, klubów techniki i racjonalizacji, kół zakładowych NOT, urzędów i instytucji, które zgłoszą do PWT, Warszawa, ul. Mazowiecka 2/4, zapotrzebowanie na stałe otrzymywanie biuletynu „Książka Techniczna”. Dotychczasowym odbiorcom powielanego biuletynu PWT, biuletyn drukowany „Książka Techniczna” dostarczany jest nadal bezpłatnie bez specjalnych zgłoszeń.

Państwowe Wydawnictwa Techniczne

NOWOŚCI WYDAWNICZE

- BARTOSZEWICZ S., PIECHOWICZ M.: Nawilżanie gliny parą w przemyśle ceramiki budowlanej. 1953, s. 60, zł 3.50
- BESKI W.: Schematy czyszczareń młyńskich. 1953, s. 64, zł 3.90
- BIEŁOW M. W., KARTASZEW I. P.: Mechanizacja pracochłonnych operacji. Tłum. z ros. W. Natanson. 1935, s. 32, zł 1.50
- BOGDANOW S. G.: Metaloznawstwo i obróbka cieplna stali. Tłum. z ros. W. Chitruk. 1953, s. 260, zł 20.— (w oprawie)
- CIBOROWSKI J.: Inżynieria chemiczna. Część 3. 1953, s. 368, zł 45.— (w oprawie)
- CZAJKOWSKA J.: Próbki geologiczne i rdzenie wiertnicze. 1953, s. 49, zł 3.—
- CZEMPINŚKI S.: Roboty zbrojarskie w budownictwie. 1953, s. 83, zł 5.60
- CZYŻ E.: Wzory i przykłady liczbowe obliczeń statycznych. Zeszyt XIV — 1953, s. 70, zł 6.20. Zeszyt XV. 1953, s. 92, zł 7.20
- Cynowanie galwaniczne. Tłum. z ang. K. Tarnowski. 1953, s. 32, zł 2.40
- DRECHKI A.: Naparzalnie niskoprężne. 1953, s. 186, zł 14.50
- Elastomery i plastometry. Tom III — Badania i analiza oraz własności w układzie tabelarycznym. Tłum. z ang. zespół. 1953, s. 155, zł 22.—
- GIERDZIEJEWSKI K.: Odlewnictwo. Wyd. 2 poprawione i uzupełnione. 1953, s. 356, zł 11.50
- HARRER P.: Chemia organiczna. Tom I. Część II—IV. Tłum. z niem. zespół, 1953, s. 299, zł 24.50
- KADZIAŁKO S.: Fundamentowanie. 1953, s. 166, zł 18.50
- KLIMIENKO K. J.: Sposoby podniesienia wydajności pracy w przemyśle maszynowym ZSRR. Tłum. z ros. E. Koch. 1953, s. 172, zł 10.90
- KORCZAGIN W. N., NIKOLSKIJ W. S.: Normowanie w kopalni. Tłum. z ros. H. Dębska, 1953, s. 124, zł 12.—
- KOSMACZEW I. G., LEBIEDIEW N. A.: Ostrzarka anadowo-mechaniczna konstrukcji N. A. Lebediewa. Tłum. z ros. Z. Kościółek. 1953, s. 44, zł 2.30
- KOTARSKI Z.: Trzcina i jej zastosowanie w budownictwie. 1953, s. 92, zł 6.50
- KOWALIK J.: Zakłady materiałów budowlanych. 1953, s. 135, zł 9.—
- KOWALSKI F.: Użytkowanie i konserwacja sprzętu pożarniczego. 1953, s. 152, zł 8.70
- KOZŁOWSKI T.: Wytwarzanie i własności lotnych produktów koksowania. 1953, s. 64, zł 4.—
- LEBIEDIEW W. S.: Produkcja płyt stolarskich. Tłum. z ros. A. Zakrzewski. 1953, s. 60, zł 5.—
- MATALIN A. A.: Podstawy wymiarowe i technologiczne. Tłum. z ros. W. Wasiliew, 1953, s. 150, zł 11.90
- MAZUR M.: Elektryczne urządzenia grzejne. 1953, s. 378, zł 36.50 (w oprawie)
- MOISIEJEW S. L.: Mistrz organizator wzorcowego odcinka budowlanego. Tłum. z ros. I. Kołodzki. 1953, s. 26, zł 2.—
- MONES I. M.: Zastosowanie tarcz małej średnicy do budowy miejskich budowli podziemnych. Tłum. z ros. W. Szczęk. 1953, s. 234, zł 15.—
- MYRONOWICZ M.: Anodowe wytwarzanie powłok na aluminium. 1953, s. 56, zł 3.50
- POPOWA E. I.: Przenośniki montażowe w przemyśle drzewnym. Tłum. z ros. T. Sawicki. 1953, s. 127, zł 9.80
- PRZEGALIŃSKI S.: Katalog stali konstrukcyjnych. Wyd. 2 poprawione. 1953, s. 124, zł 11.—
- STAPF H.: Podstawy chemii i technologii dla zatrudnionych w przemyśle. Tłum. z niem. Z. Bańkowski. 1953, s. 376, zł 28.50
- SYROMIATNIKOW I. A.: Praca silników asynchronicznych. Tłum. z ros. B. Walentyłowicz. 1953, s. 224, zł 23.— (w oprawie)
- SZAREJKO W.: Wielowarstwowe włożenie murarskie. 1953, s. 106, zł 6.—
- SZPOR S.: Ochrona odgromowa. Tom I. 1953, s. 410, zł 51.50 (w oprawie)
- SMIAŁOWSKI M.: Podstawy chemii fizycznej. 1953, s. 260, zł 12.—
- Taktyka walki z pożarami. Komenda Główna Straży Pożarnych. 1953, s. 170, zł 8.50
- TIERPIGORIEW A. M., DIEMIDOW P. N., PROTODIAKOW M. M.: Maszyny górnicze do wybierania pokładów kopalni użytecznych. Tłum. z ros. L. Ballenstedt i O. Przysiecki. 1953, s. 512, zł 45.20 (w oprawie)
- WALIDUDA A.: Ogólne wiadomości o nafcie. 1953, s. 88, zł 5.50
- WOJCIECHOWSKI W.: Roboty malarskie w budownictwie. 1953, s. 131, zł 6.70

Do nabycia w księgarniach technicznych Domu Książki