

CEMENT WAPNO GTPS

MIESIĘCZNIK POŚWIĘCONY ZAGADNIENIOM PRZEMYSŁU MATERIAŁÓW WIĄŻĄCYCH

Rok VIII/XVII

MARZEC 1952 R.

Nr 3



WYDAWCA: PAŃSTWOWE WYDAWNICTWA TECHNICZNE

T R E Ś Ć

	str.
Żużel wielkopiecowy i paleniskowy — mgr inż. M. Rolek	45
Eksploatacja kamienia gipsowego — mgr inż. L. Adamiakowski i mgr inż. B. Hromek	51
Niektóre reakcje chemiczne betonów ogniotrwałych — W. Kozielski	54
Samoczynna regulacja wypału klinkru w piecu obrotowym — tłum. mgr inż. R. A.	58
U naszych sąsiadów	62
Odpowiadamy na pytania	63
Przegląd Ustawodawstwa	64
Przegląd Bibliograficzny	

Fotografia na okładce przedstawia 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: Sosnowiec, ul. 3-go Maja 28, tel. 6-29-44
Adres administracji: Katowice ul. Stawowa 19, tel. 324-44/45
Kolportaż: PPK „RUCH“ Katowice ul. 3 Maja 23 tel. 317-75

Warunki prenumeraty: Przedpłata kwartalna normalna 13.50 ulgowa 9.—

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

Format A4 — Obj. ark. druk. $1\frac{1}{2} + \frac{1}{8}$ — Nakład 1400 egz. — Papier druk. sat. kl. V 61×86, 60 g
Numer zamówienia 124 z dnia 11. 2. 52. — M-3-10361 — Druk ukończono 21. 3. 1952
KRAKOWSKIE ZAKŁADY GRAFICZNE Nr 4 — KRAKÓW, J. SAREGO 7 — TELEF. 560-67

CEMENT WAPNO GIPS

MIESIĘCZNIK POŚWIĘCONY ZAGADNIENIOM PRZEMYSŁU MATERIAŁÓW WIĄŻĄCYCH

Rok VIII/XVII

MARZEC 1952 R.

Nr 3

Mgr inż. Mieczysław Rolek

Katowice

Żużel wielkopiecowy i paleniskowy

Od kilku lat przemysł cementowy stosuje żużel wielkopiecowy do produkcji cementu hutniczego. Ostatnio, jako surowca do produkcji cementów bezklinkrowych zaczęto używać za granicą żużła paleniskowego.

Sz szczególnie bogate doświadczenia w tej dziedzinie posiada Związek Radziecki.

Wobec możliwości zastosowania i u nas tego rodzaju surowca, artykuł poniższy nosi cechy wyjątkowej aktualności dla ogółu naszych czytelników.

Przypominamy, że zagadnieniom żużła wielkopiecowego poświęcony został nr 4/51 miesięcznika „Cement-Wapno-Gips”.

Redakcja.

CHARAKTERYSTYKA PORÓWNAWCZA

Zbieżność nazwy oraz fakt, że wszystkie określone jako żużel materiały są produktami ubocznymi bądź też odpadkowymi określonych procesów termicznych, spowodowały dość częste traktowanie wszelkich żużli, w tym również najbardziej rozpowszechnionych żużli wielkopiecowych i paleniskowych, jako grupy materiałów blisko z sobą spokrewnionych i posiadających na ogół zbliżone cechy. Do takiego poglądu skłaniać może też okoliczność, że w niektórych wypadkach możliwe jest — choć nie zawsze właściwe — zastąpienie jednego rodzaju żużła drugim, przy zastosowaniu ich do pewnych określonych celów.

W rzeczywistości jednak, mimo pewnego podobieństwa, zarówno sposób powstawania, skład chemiczny i właściwości fizyczne tych żużli wykazują bardzo znaczne różnice. Porównawcza charakterystyka obu rodzajów żużli umożliwi określenie i sformułowanie tych różnic i przyczynić się może do uniknięcia pomyłek technologicznych i ustalenia granic przydatności tych materiałów.

I. Żużel wielkopiecowy powstaje w stanie płynnym jako niezbędny produkt uboczny wytopu surowki żelaza. Do wsadu wielkiego pieca należą prócz rudy i koksu, również takie materiały jak wapień i dolomit; są to topniki, które w całości

(poza swą zawartością CO_2) wchodzi w skład żużła. Proces technologiczny wielkiego pieca — opierając się na określonym składzie surowki i koksu — określa potrzebną ilość i jakość topników a także ilość i skład chemiczny żużła. W płynnej masie żużła wielkopiecowego wszystkie jego składniki rozmieszczone są całkowicie równomiernie (poza wypadkami nienormalnego biegu pieca); skład żużła zmienia się tylko w następstwie zmian wsadu, zarządzanych i kontrolowanych przez kierownictwo wielkiego pieca. Pod względem swego składu jest więc żużel wielkopiecowy materiałem do pewnego stopnia „standartowym“, którego zmienność w czasie jest — w warunkach normalnej pracy — zawsze przewidziana a nie przypadkowa i można — przynajmniej w interesie jakości surowki — na zmienność tę wpływać i nią kierować.

Przejście żużła wielkopiecowego z stanu płynnego w stały i dalsze obniżanie temperatury mogą odbywać się w różny sposób i sposób ten wywiera decydujący wpływ na postać i właściwości żużła. Przy powolnym chłodzeniu na powietrzu, żużel tzw. „kwaśny“ przybiera strukturę krystaliczną, przy czym zachodzą w nim procesy chemiczne i powstają materiały odpowiadające składnikom skał naturalnych. Po prawidłowym ochłodzeniu żużel taki swym wyglądem, zwięzłością, ciężarem, wytrzymałością oraz innymi cechami fizycznymi zbliża się do skał magmatycznych, które przy powstaniu swym, w podobny choć bez porównania powolniejszy sposób, krystalizowały się z stanu płynnej lawy.

W żużlach o wyższej zawartości składników zasadowych i przy szybszym przebiegu ochłodzenia, zmiany struktury przebiegają nieco odmiennie i otrzymuje się bryły żużła porowate, czasem komórkowe lub częściowo zeszkliwione a, przy znacznej zawartości wapna lub żelaza, zmianie struktury towarzyszą naprężenia wewnętrzne,

mogące spowodować całkowity rozpad brył żużła na drobny pył.

Przy przyspieszaniu chłodzenia przez niewielkie ilości wody otrzymujemy żużel pienisty, czyli sztuczny pumeks o właściwościach bardzo zbliżonych do pumeksu naturalnego powstałego w podobnych warunkach.

Szybkie chłodzenie żużła płynnego dużymi ilościami wody, pary lub powietrza powoduje całkowite zeszkliwienie masy i rozpad jej na ziarna; proces ten nazywamy granulacją żużła. W przebiegu granulacji, cząstki masy, wskutek szybkości zmiany temperatury, nie mogą tworzyć nowych połączeń chemicznych ani krystalizować, lecz zachowują skład i strukturę odpowiadającą stanowi płynnemu. Zachowują one utajoną energię chemiczną, nie zużytą do krystalizacji, co powoduje ich późniejszą „aktywność“ przy przerobie i nadaje im charakter materiałów wiążących.

Widzimy więc, że żużel wielkopiecowy wolno chłodzony i „spieniony“ nabiera wielu cech skał naturalnych i może być z tymi skałami porównywany. Szybko chłodzony żużel granulowany jest materiałem specyficznym pod względem sposobu powstawania i temu sposobowi zawdzięcza on swe właściwości.

II. Zupełnie inny jest charakter i sposób powstawania żużła paleniskowego.

Zużel paleniskowy jest pozostałością po spalaniu paliw mineralnych stałych w paleniskach. W naszych warunkach powstaje on na ogół w paleniskach kotłów parowych, a tylko niekiedy w generatorach lub w innych piecach przemysłowych. Materiałem wyjściowym jest prawie zawsze węgiel kamienny, rzadko węgiel brunatny, zaś inne paliwa, jak torf lub łupki palne, nie wchodzi jako źródła żużła praktycznie w rachubę.

Pozostałością przy spalaniu węgla są składniki mineralne, które bądź to zmieszane są z węglem w pokładach, bądź też otaczają pokłady węgla jako tzw. skały płone, które przy wydobywaniu węgla i jego następnej przeróbce mechanicznej nie mogą być od węgla oddzielone. Zużel paleniskowy nie jest więc substancją, która powstałaby w palenisku podczas spalania przez połączenie różnych składników i która brałaby udział w procesie technologicznym — jak to ma miejsce przy żużlu wielkopiecowym — lecz skałą płoną, która pod działaniem temperatury panującej w palenisku, uległa pewnym przeobrażeniom.

W dalszych rozważaniach ograniczymy się do omawiania tych żużli paleniskowych, które powstają w paleniskach rusztowych, gdyż żużle z palenisk bezrusztowych, np. pewnych typów pieców przemysłowych, nie posiadają praktycznego znaczenia, zaś w nowoczesnych paleniskach, na pył węglowy, powstaje głównie popiół i pyły lotne¹⁾.

¹⁾ Żużel płynny, pochodzący ze specjalnego typu paleniska na pył, wyłączamy z naszych rozważań gdyż paleniska takie nie były dotychczas u nas stosowane; sposób jego powstania wyodrębnią ten żużel spośród innych żużli paleniskowych.

Przy spalaniu węgla na rusztach zachodzą określone zjawiska związane z powstaniem żużła; proces spalania składa się, jak wiadomo, z fazy odgazowania części lotnych węgla, które spalają się jasnym płomieniem i następnej fazy wypalania się części stałej koksu. W rezultacie pozostają części niepalne — skały płone i, przy niecałkowitym spalaniu, niespalone cząstki węgla. Części skał płonych i niespalonego węgla znajdują się wówczas w formie pyłu i drobnych ziaren i przechodzą przez ruszt jako popiół.

Główna masa skał płonych tworzy żużel właściwy o grubszym uziarnieniu, nieprzechodzący przez szczeliny rusztu, który przy rusztach mechanicznych — a te prawie wyłącznie nas tu interesują — usuwany jest samoczynnie poza obręb paleniska.

Stan, w jakim żużel powstaje i usuwany jest z paleniska, zależy od jego temperatury, czasu przebywania w palenisku i od jego składu chemicznego. Temperatura panująca w palenisku zależna jest od takich wielkości, jak wartość opałowa węgla, typ paleniska i siła ciągu tj. ilość i szybkość powietrza przepływającego przez ruszt. Temperatura żużła w różnych miejscach paleniska i w różnym czasie może być jednak także różna w związku z zmienną grubością warstwy paliwa na ruszcie, z chłodzeniem danych cząstek żużła przez dopływające zimne powietrze itp. Przy wyższym obciążeniu paleniska (i kotła) zwiększa się szybkość posuwu rusztów mechanicznych a skrócenie czasu przebywania danej partii węgla, a więc i skały płonej w palenisku, wpływa na właściwości powstającego żużła.

Skały płone, zmieszane z węglem, posiadają na ogół charakter łupków gliniastych o różnym stosunku poszczególnych składników i zanieczyszczeń. Temperatury, którym poddane są one w palenisku, odpowiadają temperaturom wypału podobnych materiałów przemysłu ceramicznego i skorzystamy z występującej tu pewnej analogii, by zdać sobie sprawę z procesu powstawania żużli paleniskowych.

Możemy przyjąć, że maksymalna temperatura żużła z węgla wysokokalorycznego i o małej zawartości popiołu osiąga rząd 1300—1400°C, przy czym temperatura taka występuje tylko w niektórych częściach paleniska i poszczególne cząstki żużła są tylko przez krótki czas poddane działaniu tej maksymalnej temperatury. W pewnych okolicach paleniska, żużel osiąga niższe temperatury, zaś żużel — powstający z cząstek skały, towarzyszących tym ziarnom węgla, które opuszczają palenisko w stanie niespalonym — nie osiąga zapewne temperatur wyższych od 500—600°C. Wśród żużła z węgla wysokokalorycznego, opuszczającego palenisko, znajdują się zatem cząstki, które były poddane działaniu wszystkich temperatur od 500—600° do 1300—1400°C.

Przy spalaniu węgla o niższej wartości opałowej i większej zawartości popiołu, napotykamy na podobny rozkład temperatur z tą różnicą, że temperatury maksymalne osiągają tu wysokość 1000—1100°C a temperatury minimalne będą zapewne też niższe.

Jak zatem zachowa się substancja łupków gliniastych pod działaniem takich temperatur?

Przy ogrzewaniu do około 500°C skały płone tracą wodę chemicznie związaną, co jest równoznaczne z utratą właściwej im plastyczności. Własności tej nie odzyskują one po ochłodzeniu, tzn. nie dają się już po zarobieniu wodą plastycznie formować. Przy dalszym ogrzewaniu rozpoczyna się szereg przemian chemicznych w związkach wchodzących w skład skały i w temperaturze 900—1100°C (w zależności od stosunku ilościowego składników skały) osiąga ona stan zbliżony do normalnie wypalanej cegły, tzn. czerep porowaty, pewną odporność na działania atmosferyczne i pewną wytrzymałość. Przy porównywaniu z cegłą należy naturalnie pamiętać o tym, że gliny ceglarskie, dobrane są pod względem swego składu mineralnego i braku szkodliwych domieszek, podczas gdy skała płona przedstawia materiał przypadkowy. Ponadto cegła nabywa szereg właściwości przez formowanie lub prasowanie, zaś skała płona przechodząca w żużel, rozproszona jest wśród ziaren węgla. W miarę wypalania się węgla, cząstki jej zbliżają się do siebie, tworzą spoisłe kawałki dość dużych nawet wymiarów (np. 10—20 cm), lecz — wskutek braku sił zewnętrznych, które spajałyby je — w tych temperaturach zawsze bardzo porowate i dające się łatwo rozdrabniać.

Powyżej 900—1100°C wступujemy w zakres temperatur, w których wyroby ceramiczne uzyskują czerep gęsty, zeszkliwiony, nie tracąc przy tym nadanego im kształtu. Ten zakres temperatur, w którym wypala się cegłę klinkrową i wyroby ceramiki szlachetnej, dla zwykłych glin ceglarskich jest bardzo ciasny i zapewne również ciasny dla skał płonych, które przy tym przechodząc w żużel nie posiadają określonego, nadanego im kształtu.

Fazę tę możemy zatem pominać i przyjąć, że od temperatur rzędu 900—1100° rozpoczyna się faza następna, w której wyroby ceramiczne miękną, stają się ogniowo-plastyczne i tracą nadany im przed wypałem kształt, zaś czerep ich staje się całkowicie zeszkliwiony. Powstający żużel nabiera w tej fazie podobnych cech z tą różnicą, że przy braku nadanego mu uprzednio kształtu, a także wskutek wydzielających się gazów z otaczającego go palącego się węgla — zachowuje on zawsze pewną porowatość. W każdym razie jego ciężar objętościowy jest znacznie wyższy od ciężaru żużla, który przeszedł tylko przez poprzednią fazę, nie osiągając zeszkliwienia.

Zbliżając się do górnej granicy fazy ogniowo-plastycznej, niektóre cząstki żużla zaczynają przechodzić w stan płynny i z uwagi na krótkotrwałość tego stanu — w ochłodzonym żużlu rozpoznać można pojedyncze zastygłe krople, zespolone z pozostałą zeszkloną masą.

Widzimy więc, że żużel w paleniskach rusztowych powstał w stanie stałym, lub ogniowo-plastycznym z pojedynczymi tylko kroplami stopniowymi, tak że masa jego w żadnym wypadku nie mogła shomogenizować swego składu lecz wy-

stępują w niej te same różnice co i w pierwotnej skałe płonej.

Możemy też stwierdzić, że żużel ten jest skupiskiem następujących ziaren i kawałków:

1. Drobnych ziaren niespalonego węgla wraz z cząstkami skały płonej, które przy przepadzie przez ruszt, mogły nie osiągnąć temperatury 500°C, mogą więc zawierać substancję gliniastą plastyczną i pęcznić przy zarobieniu wodą.

2. Ziaren skały płonej, które w podobnych warunkach nie osiągnęły temperatury 500°C, nie utraciły więc całej wody chemicznie związanej i zachowały częściowo plastyczność. Ziarna te nie będące żużlem są szczególnie szkodliwe przy stosowaniu żużla jako kruszywa.

3. Ziaren i kawałków żużla, które osiągnęły konsystencję palonej cegły, to znaczy porowatych, niezeszkliwionych. Wewnątrz kawałków mogą występować ziarna węgla, który otoczony skałą płoną nie zdążył się spalić.

4. Kawałków żużla zeszkliwionego i częściowo zakrzepłego, przy czym żużel ten wykaże wszelkie stadia przejściowe i znaczne różnice pod względem stopnia zeszkliwienia, porowatości i występowania zakrzepłych kropli.

Przy spalaniu węgla o niskiej wartości opałowej temperatura w palenisku jest niższa i w żużlu przeważać będzie frakcja porowata, niezeszkliwiona. Na odwrót żużel z węgla wysoko-kalorycznego zawierać będzie dużo cząstek zeszkliwionych. Ilość niespalonego węgla zależy od sprawności obsługi i pracy paleniska a także od jego obciążenia; przy przeciążaniu kotła ilość niespalonego węgla może rapłownie wzrastać.

Ziarna niespalonego węgla wewnątrz kawałków żużla występować będą raczej przy węglu niskokalorycznym.

Niższy ciężar objętościowy posiadać będzie na ogół żużel węgla nisko-kalorycznego o przewadze ziaren porowatych, lecz w tym wypadku dużą rolę odgrywa też skład skały płonej, która już przy niskich temperaturach tworzyć może czerep na tyle zagęszczony, że jego ciężar objętościowy będzie dość znaczny.

Żużel koksu jest różny od żużla węgla, z którego dany koks został wyprodukowany, mimo, że oba pochodzą z tych samych skał płonych. Powodem jest to, że spalanie koksu, nie zawierającego prawie części lotnych, odbywa się na samym ruszcie, żużel osiąga wyższą temperaturę i zawiera więcej części zeszkliwionych, podczas gdy przy spalaniu węgla o znacznej zawartości części lotnych, części te palą się jasnym płomieniem ponad rusztem, temperatura powstawania żużla jest więc niższa.

Warunki powstawania żużla w paleniskach rusztowych decydują więc o tym, że jest on materiałem bardzo niejednorodnym, i to zarówno w znaczeniu różnorodności składników poszczególnych jego partii, jak też i zmian zachodzących w żużlu z tego samego paleniska w różnych okresach czasu; między żużłami z różnych palenisk i z różnych węgli zawsze zachodzić będą znaczne różnice.

W dotychczasowych wywodach opisano żużel paleniskowy w tym stanie, w jakim opuszcza on

palenisko i przedstawiono wpływ warunków powstania żużla na jego właściwości.

Przebywając dłuższy czas na zwalach żużel paleniskowy przechodzi dalsze procesy chemiczne i, po ich ukończeniu, właściwości jego ulegają dość znacznym zmianom, tak że żużel z starszych zwalów należy uważać za odrębną odmianę i należy zająć się warunkami jego powstania.

Charakterystycznym zjawiskiem jest wtórne przepalanie się żużla na zwale. Dzięki zawartości niespalonego węgla i siarki — żużel na zwale przedstawia jakby nisko-kaloryczne paliwo i w otaczającej zwal atmosferze rozpoczyna się powolny proces utleniania tego paliwa. W przeciwieństwie do procesu spalania w palenisku, przebiegającego w wysokiej temperaturze, lecz tak szybko, że temperatura ta nie może się udzielić całej masie skał płonących, i że niektóre przemiany nie mogą się dokonać, proces utleniania węgla i siarki na zwale odbywa się przy znacznie niższych temperaturach, lecz czas jego trwania liczy się nie na minuty, a na tygodnie i miesiące.

Rzucającą się przede wszystkim w oczy cechą, odróżniającą większość żużli ze zwalów od żużla świeżego, jest ich czerwone, lub czerwono-brunatne zabarwienie. Barwa ta jest normalną barwą palonej cegły a żużel nie nabiera jej przy prawdziwym wypale w palenisku, lecz przy prawie niedostrzegalnym procesie na zwale.

Palona glina otrzymuje swą ceglastą barwę od zawartych w niej związków żelaza, które przy wypale cegły w piecu kręgowym podlegają dalszemu utlenianiu. Utlenianie to może się jednak odbyć tylko przy dużym nadmiarze powietrza, (4–6-krotnym), jaki występuje w piecach ceramicznych. Jeśli z jakichkolwiek powodów obniży się nadmiar powietrza w piecach ceglarskich (określa się to jako wypał w płomieniu redukcyjnym), to wewnątrz cegły nie nabiera czerwonego zabarwienia lecz pozostaje szaro-czarne, o barwie żużla z paleniska.

W paleniskach kotłowych ilość powietrza nie przekracza na ogół dwukrotnej, potrzebnej do spalania węgla, a także czas spalania jest zbyt krótki. Natomiast na zwale, zarówno czas trwania „wypału“, jak i ilość powietrza (z uwagi na niewielką zawartość części palnych w żużlu), są wystarczające, by utlenione związki żelaza nadały żużłowi ceglaste zabarwienie.

Zawartość niespalonego węgla ulega przez wtórny wypał żużla na zwale znacznemu zmniejszeniu. Pozostają w nim przede wszystkim ziarna węgla zamknięte wewnątrz kawałków żużla.

Cząstki niewypalone żużla (skała płona, która zachowała swą plastyczność) przez długotrwałe podgrzewanie również w znacznej części utracą wodę chemicznie związaną, lecz nie można z góry określić stopnia, w jakim ten proces dokonał się i wykluczyć obecność takich plastycznych, zdolnych do wchłaniania wody grudek żużla ze zwalów.

Procesowi wtórnego wypału poddane są wreszcie nie luźne cząstki rozproszone wśród węgla lecz cała masa żużla pozostającego na zwale o wysokości kilku metrów. Słaby nawet wypał

takiej masy nadaje jej taką zwartość, że po odspojeniu ze zwalów, otrzymujemy nie oddzielne kawałki pierwotnego żużla lecz często dość duże bryły „spieki“, których rozdrobnienie wymaga znacznego wysiłku.

Wypał na zwale nie może nigdy odbywać się przy takiej temperaturze, by żużel przechodził w stan ogniowo-plastyczny. Czerep jego zachowuje więc pierwotną porowatość, z tym jednak ograniczeniem, że duże „komórki“ zostaną zgniecione przez ciężar spoczywających na nich warstw.

III. Po zobrazowaniu procesu powstania żużla wielkopiecowego z jednej a żużli paleniskowych w palenisku i na zwalach z drugiej strony, przejdziemy do zestawienia ich cech chemicznych i fizycznych, jako rezultatu tych procesów.

Żużel wielkopiecowy w stanie płynnym jest skomplikowanym systemem szeregu składników, z których zasadniczymi są: wapno — CaO , magnezja — MgO , krzemionka — SiO_2 i tlenek glinu — Al_2O_3 , zaś najważniejszymi domieszkami są: tlenek żelaza — FeO , tlenek manganu — MnO i siarczek wapnia — CaS .

Wszystkie te składniki wywierają wpływ na właściwości żużla, przy czym dla celów badawczych wyodrębnią się zwykle niektóre z nich, gdyż równoczesne badanie systemu złożonego z ponad trzech lub czterech składników przedstawia bardzo znaczne trudności i nie może być wyrażone matematycznie.

Główne cechy żużli określa się przy pomocy współczynników, m o d u ł o w, określających stosunek do siebie pewnych składników.

Do celów pierwszej orientacji i przybliżonej klasyfikacji żużli służy m o d u ł z a s a d o w o ś c i — P_1 , o formule:

$$P_1 = \frac{\text{CaO} + \text{MgO}}{\text{SiO}_2 + \text{Al}_2\text{O}_3}$$

Żużle o wartości $P_1 > 1$, określamy jako z a s a d o w e; o wartości $P_1 < 1$, jako k w a ś n e.

Cechami, zależnymi od składu chemicznego, są topliwość i wiskoza żużla, ważne zarówno dla przebiegu procesów metalurgicznych w wielkim piecu jak i dla późniejszych wartości użytkowych żużla.

Zjawiska, towarzyszące powolnemu lub szybkiemu chłodzeniu żużla wielkopiecowego, omówione zostały w pierwszej części niniejszego artykułu. Należy jeszcze dodać, że w żużlach, o składzie odpowiednim do krystalizacji, przy powolnym studzeniu może powstać ponad sto rodzajów minerałów, występujących również w składach naturalnych.

Zastygły żużel może posiadać — w zależności od swego składu i przebiegu chłodzenia — strukturę amorficzno-szklistą, mieszaną amorficzno-krystaliczną, lub całkowicie krystaliczną.

Z punktu widzenia zużytkowania żużli wielkopiecowych możemy stwierdzić, że każdemu materiałowi budowlanemu produkowanemu z niego, odpowiada taki żużel, którego skład chemiczny waha się w określonych granicach, przy czym dla materiałów wysokowartościowych amplituda wahań tych granic jest dość niska. Odnosi się to

tak do materiałów drogowych, (tłuczeń, klinier) jak i do żużli pienistych, granulowanych, używanych do produkcji cementu.

Wartość każdego materiału budowlanego z żużla, określona jest w zasadzie składem chemicznym, mikro i makrostrukturą i w pewnych wypadkach takimi cechami jak zabarwienie, przewodnictwo ciepła itp.

Materiały budowlane, otrzymane z żużla, możemy podzielić na dwie główne grupy: spoiwa i materiały o strukturze amorficznej lub krystalicznej, nie poddawane przemiałowi.

IV. Przechodząc do omówienia składu chemicznego i cech fizycznych żużli paleniskowych, zestawimy porównawczo procentową zawartość głównych składników w obu rodzajach żużli oraz w glinach ceramicznych.

Składnik	Żużel wielkopiecowy		Żużle paleniskowe	Gлина ceramiczna
	kwaśny	zasadowy		
	wart. śred.	wart. śred.		
SiO ₂	38	33	40 — 60	45 — 53
Al ₂ O ₃	14	9	15 — 30	11 — 30
FeO + Fe ₂ O ₃	0.2	0.2	2 — 10	1 — 8
CaO	37	46	1 — 5	1 — 15

Zestawienie uwidacznia całkowitą odrębność żużli wielkopiecowych i żużli paleniskowych i zbieżność składu tych ostatnich z glinami ceramicznymi. Przy różnorodności składu chemicznego, a zwłaszcza temperatury wypału żużli paleniskowych, niemożliwe byłoby wyodrębnienie zespołu cech fizycznych wspólnych dla wszystkich tych żużli.

Należałoby podzielić żużle paleniskowe na klasy, np. w zależności od ich ciężaru objętościowego lub stopnia spieczenia ziaren, lecz podział taki byłby całkowicie sztuczny i dawałby małe korzyści praktyczne. Celowe będzie tylko odrębne traktowanie żużli paleniskowych z każdego starego zwalu i żużli otrzymanych bezpośrednio z palenisk każdego zakładu i oddzielne określenie ich cech fizycznych.

Przy stosowaniu żużli paleniskowych jako kruszywa do betonu, duże znaczenie posiada zawartość w nich niespalonego węgla, a zwłaszcza stałość objętościowa tego węgla, od której zależy czy dany żużel może być do tych celów stosowany, tzn. czy wyroby z niego nie będą narażone na pęknięcia i rozpad.

Ilość węgla w żużlu zależy głównie od warunków pracy paleniska i może ulegać silnym wahaniom w czasie, dla tego samego żużla.

Działanie węgla na beton, jego stałość lub nie-stałość objętościową, można określić na podstawie badań laboratoryjnych, lecz przyczyny różnego zachowania się węgla nie są jeszcze całkowicie wyjaśnione.

Żużel paleniskowy może być „uszlachetniony“ przez kruszenie dużych kawałków, podział na frakcje o uziarnieniu potrzebnym dla poszczególnych rodzajów kruszywa i odsiew frakcji najdrobniejszej (np. 0—5 mm) jako odpadu. Uszlachetniające działanie tej operacji polega głównie

na tym, że, ponieważ najdrobniejsza frakcja zawiera przeważającą ilość węgla, sortymenty użytkowe zostaną tym sposobem w dużym stopniu „odwęglone“.

Uszlachetnienie to nie wpływa jednak na różnorodność ziarn żużla, nie oddziela frakcji porowatej od spieczonej, a nawet nie daje możliwości wydzielenia niewypalonych części, które zachowały plastyczność. Cechy fizyczne żużla pozostają więc po kruszeniu i przesiewie na ogół niezmiennione. Możliwe byłoby głębiej sięgające uszlachetnienie żużla paleniskowego, na przykład przez wylugowanie w odpowiednich cieczach części niewypalonych, segregacja trakcji o różnych ciężarach objętościowych, ponowny wypał lub spiekanie itp.

GRANICE ZASTOSOWANIA ŻUŻLI WIELKOPIECOWYCH I PALENISKOWYCH

W zależności od swego składu chemicznego i od przebiegu chłodzenia, żużel wielkopiecowy znajduje różnorodne zastosowanie. Pomijając dziedziny jego zastosowania jako żużla nawozowego, materiału do podszadzki górniczej itp., ograniczymy się do wymienienia produkowanych z niego materiałów budowlanych.

Żużel wolno-chłodzony, kwaśny tzw. „kawałkowy“ przerabiany jest na kruszywa wszelkiego uziarnienia do celów budowlanych, drogowych i kolejowych. Zakres jego zastosowania do tych celów zbliżony jest do zakresu stosowania skał naturalnych, z którymi, jak powyżej przedstawiono, łączy go sposób powstawania i skład.

Ten sam żużel przerabiany jest ze stanu płynnego na wełnę żużlową, materiał włóknisty o cennych właściwościach izolacyjnych. Podobny materiał tzw. „wełnę mineralną“ produkuje się również z niektórych skał naturalnych. Istnieje również skała naturalna — azbest, która, mimo zasadniczych różnic, wykazuje pewne podobieństwo do wełny żużlowej.

Żużel zasadowy, chłodzony szybko, lecz przy pomocy ograniczonej ilości wody, nazywamy sztucznym pumeksem. Znajduje on zastosowanie jako lekkie kruszywo a odpowiednikiem jego w przyrodzie jest pumeks naturalny.

Żużle zasadowe, szybko chłodzone, granulowane, znajdują wreszcie szerokie zastosowanie jako surowiec do wyrobu cementów hutniczych i żużlowych, spoiw produkowanych na mokro oraz szeregu rodzajów wyrobów żużło-betonowych, w szczególności betonów „wzbudzonych“.

Ogólnie możemy stwierdzić, że każdy prawie żużel otrzymany z normalnego biegu wielkiego pieca, może być, przez chłodzenie w odpowiednich warunkach i dalszy przerób, przetworzony na pełnowartościowe materiały budowlane, odpowiadające określonym standartom. Praca wielkiego pieca nie jest wprawdzie nastawiona specjalnie na produkcję żużla określonej jakości, lecz skład żużla jest tak silnie związany z procesem technologicznym produkcji surowki, że, w normalnych warunkach i poza zaburzeniami spowodowanymi przez nagłe zmiany wsadu, sa-

me założenia tego procesu powodują pewną standaryzację składu żużla.

Wynika stąd postulat, by cały produkowany żużel wielkopiecowy był odpowiednio chłodzony i przerabiany na odpowiadające jego właściwościom materiały użytkowe.

Postulatu takiego nie można natomiast wysuwać w odniesieniu do żużli paleniskowych.

Żużla paleniskowego nie możemy nazwać materiałem standardowym, nie znajdujemy skał naturalnych stosowanych do celów budowlanych, do których byłby on zbliżony i które mógłby — jako równoważnościowy — zastąpić, ani też nie możemy go porównać z którymkolwiek ze sztucznych materiałów uzyskiwanych przez obróbkę, wypał, wykorzystanie właściwości wiążących itp.

Niski ciężar objętościowy niektórych porowatych żużli paleniskowych umożliwia ich stosowanie jako kruszywa do lekkich betonów, podczas gdy wyższa wytrzymałość żużli o przewadze ziarn zeszkliwionych zezwala na produkowanie pewnych elementów prefabrykowanych przy użyciu tych żużli jako kruszywa.

Jako kruszywo do lekkich betonów jest jednak żużel paleniskowy nie pełnowartościowym materiałem zastępczym lecz mniej wartościową namiastką sztucznego pumeksu, brak którego zmusza do stosowania żużla paleniskowego.

Nowe horyzonty wykorzystania żużli paleniskowych ukazuje radziecka metoda produkcji betonów „wzbudzonych“. Metoda ta wykorzystuje aktywne właściwości słabo wypalonych glin tj. tych frakcji żużla paleniskowego, które przebywały w temperaturze rzędu 700—900°C i wzwala te właściwości przez przemiał w kołotoku. Dzięki przemiałowi uzyskuje się też pewną homogenizację masy żużlowej.

Przy zastosowaniu metody wzbudzenia, żużel może stać się — pod warunkiem stałej kontroli jego jakości — standardowym surowcem danej wstawni wyrobów betonowych.

Żużel paleniskowy możemy określić jako typowy materiał o znaczeniu lokalnym; może i w innych być stosowany:

1. Przy deficycie pełnowartościowego kruszywa do wyrobów lekkich i konstrukcyjnych, przez wstawnie położone w niewielkim promieniu od miejsca jego wytwarzania.

2. Również w niewielkiej odległości od źródeł jego otrzymywania, jako właściwy materiał do produkcji elementów budowlanych, którym stawiane są niższe wymagania jakościowe, dla których więc nie celowe byłoby użycie pełnowartościowego kruszywa.

3. Jako odpowiedni materiał dla budownictwa drobnego i wiejskiego i to zarówno do ścian litych jak i do prostych elementów.

4. Po podjęciu produkcji elementów z betonu wzbudzonego, jako surowiec do tych wyrobów, głównie w rejonach odległych od zasobów żużli wielkopiecowych, lub w połączeniu z nimi.

Na zakończenie należy sformułować zasadnicze postulaty w sprawie stosowania żużli paleniskowych:

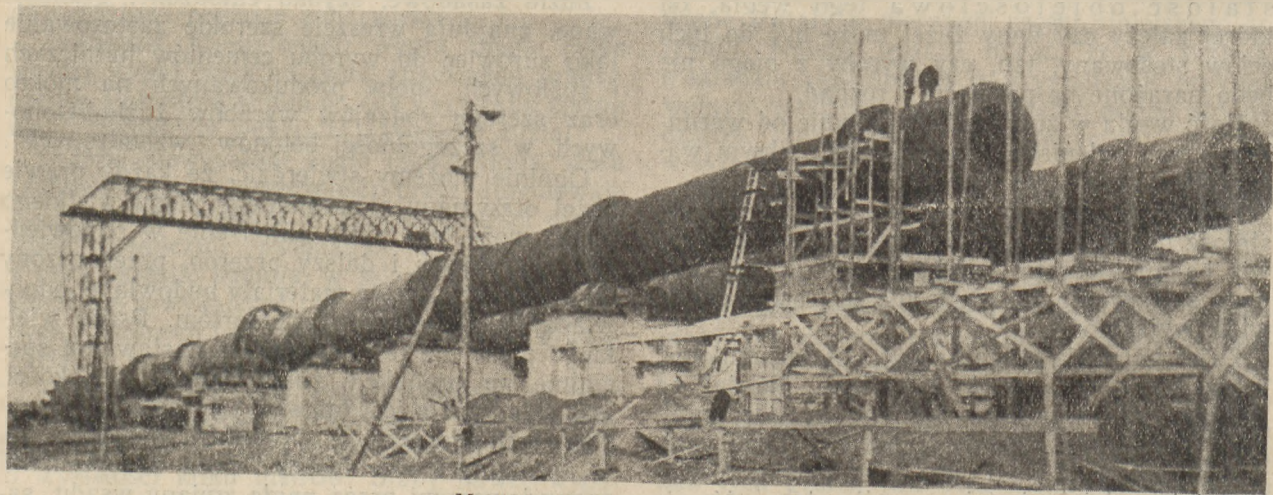
Należy zewidencjonować zarówno zwalę jak i bieżący przychód żużli paleniskowych tam, gdzie ilość umożliwiałaby ich zastosowanie i należy systematycznie badać skład i cechy tak większych zwalów jak i większych przychodów bieżących. Jako dolne wielkości graniczne przytoby zwalę, zawierające co najmniej kilkadziesiąt tysięcy ton czystego żużla i przychody dzienne w ilościach wagonowych.

Uzyskane w ten sposób dane ilościowe i jakościowe należy udostępnić zainteresowanym zakładom produkcyjnym i budownictwu.

W szczególności uzasadnionych przypadkach należy zainicjować powstanie zakładów przetwórczych przy zwalach lub zakładach dostarczających żużli.

Należy wreszcie umożliwić pobór żużli paleniskowych — w promieniu rentowności przewozów — na takie cele, jak nasypy, podsypka, niwelacja itp.

Wszystkie podane możliwości zużycowania żużli paleniskowych nie osiągną zapewne liczb ich bieżącego przychodu. Z uwagi jednak na stopniowe przechodzenie większych kotłowni na paleniska na pył węglowy, których produktami odpadowymi są głównie pyły lotne, a tylko niewielkie ilości żużla — możliwe jest, iż w przyszłości zapotrzebowanie na żużel paleniskowy doprowadzi do stopniowego zmniejszenia obszaru jego zwalów.



Montowanie pieców obrotowych.

Eksploatacja kamienia gipsowego

Warunki geologiczne zalegania złóż kamienia gipsowego w skorupie ziemskiej są różne i w zależności od tego stosuje się różne systemy eksploatacji tego surowca skalnego. Na wybór systemu eksploatacji ma poważny wpływ również rodzaj masy skalnej, w jakiej gips występuje; może to być bowiem masa drobno lub grubokrystaliczna, z mniej lub więcej zaznaczającym się uwarstwieniem lub zwarta masa ziarnista a czasami skała uwarstwiona z wyraźną łupliwością.

Gips, traktowany jako złożo użyteczne występuje przeważnie w formie warstw, soczewek, lub dużych bloków wysadowych (sztoków) oraz gniazd.

W Polsce dotychczas eksploatowane złoża gipsu należą do geologicznej formacji trzeciorzędowej, przeważnie miocenijskiej i zalegają stosunkowo płytko w formie warstw w nieckach geologicznych.

Należy tu nadmienić, że uwarstwienie masy gipsowej z punktu widzenia eksploatacji jest szczególne i różni się znacznie od normalnego charakteru uwarstwienia innych skał osadowych. Mianowicie uwarstwienie krystalicznej masy skalnej jest zawsze łatwiejsze do rozpoznania w całej masie, natomiast nie uwydatnia się w oddzielnej bryle skalnej. Wyjątek stanowią tu gipsy łupkowe, które są naprzemianległymi warstewkami gipsu i ilitu i wskutek tego posiadają wyraźną łupliwość i uwarstwienie.

Kontakt masy skalnej gipsowej z innymi skałami, jak gliny, ility, margle, piaskowce itp. jest luźny i wskutek tego granica ta wyraźnie się odznacza a nadto skała gipsowa lekko się odrywa na powierzchni styku, co ma duże znaczenie dla eksploatacji zwłaszcza, że często w pośrodku skalnej masy gipsowej zalegaia skały płone jak np. ility, jako przerosty soczewkowe lub warstwowe.

Oprócz tego wskutek zjawisk krasowych (wymyćia) w złożach gipsu znajdują się leje od powierzchni, niekiedy pieczary i groty podziemne o dziwacznych nieprawidłowych kształtach, w których bywa osadzony różnorodny materiał naniesiony.

Przestrzenie krasowe mogą być suche lub wypełnione wodą.

Ogólnie należy stwierdzić, że wszystkie te zjawiska krasowe w złożach gipsu utrudniają w znacznym stopniu eksploatację, szczególnie gdy stawiane są duże wymagania co do czystości gipsu surowego. Również próżnie krasowe, wypełnione wodą, jako podziemne zbiorniki ze znacznymi ilościami wody, przedstawiają wielkie niebezpieczeństwo przy pracach górniczych i niekiedy w razie nagłego wdarcia się wody może dojść do katastrofy i zupełnego zaniechania eksploatacji.

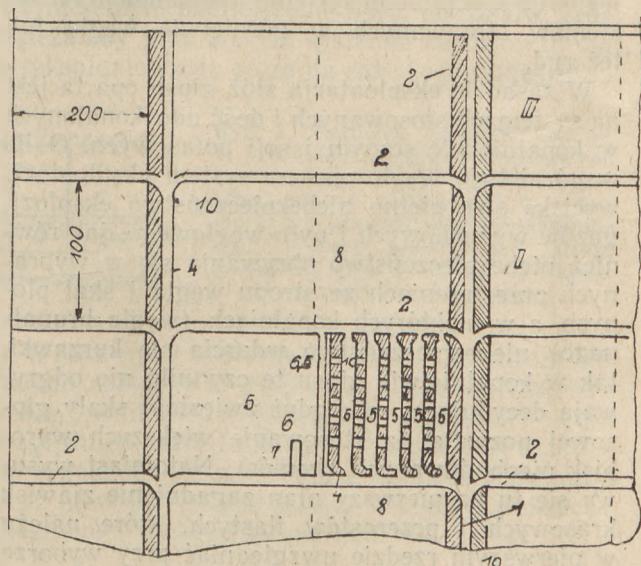
Złoża gipsu leżą przeważnie poziomo lub są lekko sfalowane. Grubość pokładów gipsowych

jest zmienna i waha się od kilku do kilkudziesięciu metrów.

Gips jest zasadniczo skałą miękką lecz na tyle zwięzłą, że ręczne odspajanie tej skały przy pomocy klina jest trudne, dlatego też do urabiania stosujemy materiały wybuchowe. Natomiast ze względu na stosunkową miękkość gipsu można stosować wiertarki obrotowe, podobnie jak w pokładach węglowych.

Jak już wspomnieliśmy, nadkłady warstw płonnych bywają stosunkowo nieduże, co umożliwia w większości wypadków stosowanie eksploatacji odkrywkowej (systemem kamieniołomu), a tym samym pełne wybranie całej masy złoża gipsowego. Złoża głębiej zalegające eksploatuje się systemem górniczym, podziemnym. Czasami, przy silniej zapadających warstwach złoża gipsowego, stosuje się system mieszany eksploatacji, polegający na tym, że część złoża płycej zalegającego wybiera się systemem odkrywkowym (kamieniołom) a równocześnie przygotowuje się odbudowę górniczą głębiej zalegających warstw.

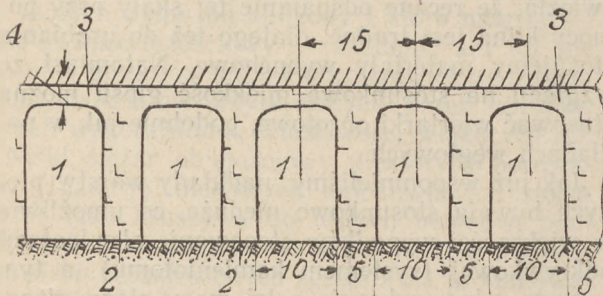
Przy odkrywkowym systemie eksploatacji (gipsolom) ważny jest nie tylko stosunek grubości nadkładu do grubości złoża, lecz również charakter kontaktu nadkładu ze złożem. Często bowiem liczne leje krasowe („kieszenie“) przenikają z powierzchni daleko w głąb użytecznego złoża pod różnym kątem i usunięcie z tych leji materiału płonęgo normalnym sposobem (kopanie i transport szynowy) przedstawia tak duże trudności, że zachodzi konieczność prowadzenia eksploatacji na dwa poziomy. Przy odkrywkowej eks-



Rys. 1. Schemat eksploatacji gipsu sposobem podziemnym. I-II-III — działki (chodniki); 1 — główny chodnik przewozowy, 2 — chodnik przewozowy, 3 — chodnik wentylacyjny, 4 — stary, główny chodnik przewozowy, 5 — komora eksploatacyjna, 6 — przebitka między chodnikami, 7 — początek pędzenia przebitki, 8 — oś przyszłej komory.

ploatacji konieczne jest więc dokładne poznanie budowy przestrzennej stropu złoża. Jest to dosyć utrudnione, gdyż w wielu wypadkach kontakt górnej powierzchni gipsu z nadkładem jest niewyraźny i nierówny.

Ważne jest również dla celów eksploatacyjnych poznanie charakteru skał podścielających złożę, ze względu na możliwość wyzyskania ewentualnych właściwości wchłaniania wody w celu odwadniania gipsotomu.



Rys. 2. Poprzeczny przekrój komór.

1 — komora, 2 — filar, 3 — strop (pokrywająca warstwa skał), 4 — strop nad komorą, 5 — spąg (skały podścielające).

Sama technika eksploatacji systemem odkrywkowym a więc: udostępnienie złoża, prace odkrywkowe, urabianie, sortowanie, transport wewnętrzny itp. w zasadzie nie odbiega od techniki, stosowanej przy eksploatacji innych złóż mineralnych, jak wapieni, dolomitów itp.

W Polsce nie posiadamy obecnie większych gipsotomów o pełnej mechanizacji i dopiero w najbliższym czasie powstanie kombinat Doliny Nidy, w którym zostaną zastosowane najnowsze zdobycze techniki radzieckiej, oparte na doświadczeniach zebranych z licznych gipsotomów Kraju Rad.

Eksploatacja złóż gipsu sposobem podziemnym wymaga specjalnego systemu, odmiennego od systemów stosowanych w górnictwie węgla lub też rud.

W zasadzie eksploatacja złóż gipsu oparta jest na systemach stosowanych i dość udoskonalonych w kopalnictwie solnym i soli potasowych. O ile w górnictwie węglowym na system eksploatacji wyciska swe piętno niebezpieczeństwo eksplozji gazów wybuchowych i pyłu węglowego, jak również niebezpieczeństwo obrywania się w wybranych przestrzeniach ze stropu węgla i skał płonnych, a w niektórych kopalniach (węgla brunatnego) niebezpieczeństwo wdarcia się kurzawki, tak w kopalnictwie gipsu te czynniki nie odgrywają decydującej roli, gdyż zwięzłość skały gipsowej pozwala na stosowanie większych wyrobisk nieobudowanych (komór). Natomiast wysuwa się tu na pierwszy plan zagadnienie zjawisk krasowych i przerostów ilastych, które należy w pierwszym rzędzie uwzględnić przy wyborze systemu odbudowy. (Rys. 1).

W zasadzie przy eksploatacji podziemnej gipsu stosuje się system komorowo-filarowy, który polega na tym, że pole wyznaczone do eksploatacji dzieli się na pasy chodnikami przewozowymi.

Z tych chodników przewozowych pędzi się prostopadle w odpowiednich odstępach chodniki przebitkowe łączące oba chodniki przewozowe, z których przez powiększenie powstają komory dla eksploatacji gipsu.

Praktyka współczesna wykazuje¹⁾, że w złożach gipsu, mających dostatecznie mocny strop (margłowo-dolomitowy z warstwami gliny, stosuje się następujące wymiary komór: szerokość 8—10 m, wysokość 5—15 m oraz długość 100—125 m. Filary oporowe między komorami posiadają grubość wynoszącą co najmniej 5 m. (Rvs. 2).

Wzajemny stosunek szerokości komory do grubości filara oporowego jest różny, nie tylko dla różnych złóż ale i dla różnych pól eksploatacji w tym samym złożu. Stosunek ten zależy od wytrzymałości i jednolitości gipsu, od fizyko-mechanicznych właściwości skał nadkładu, od hydrogeologicznych warunków oraz od czasu trwania eksploatacji danego pola. Poza tym komory powinny posiadać sklepiony kształt stropu z pozostawieniem w najwyższym punkcie sklepienia łąty gipsu grubości od 0,5 do 1,5 m.

Przy komorach dochodzących do wysokości ponad 6 m wybieranie odbywa się stopniowo, dwoma sposobami: stropowo-stopniowym lub spągowo-stopniowym (Rvs. 3, Rys. 4).

Udostępnienie złoża przy podziemnej eksploatacji może być dokonane kilkoma sposobami, na przykład sztolnią, upadową lub szybem pionowym. Wybór rodzaju udostępnienia zależy od warunków zalegania złoża i od konfiguracji terenu. Zatem na zboczach zastosujemy sztolnię lub upadową, a przy głębszych złożach — szyb pionowy.

Przewóz, przewietrzanie, odwadnianie i oświetlenie w podziemnej kopalni gipsu nie odbiega od ogólnych zasad górnictwa.

Jako interesujący przykład, typowy dla systemu podziemnej eksploatacji może służyć opisana niżej kopalnia gipsu, istniejąca już około 80 lat, założona na złożu formacji miocenijskiej. Złoże to ma kształt wydłużonej soczewki grubości od 4 do 60 m i zalega na przestrzeni 25 ha.

Iły, margle, żwirowiska, piaski i gliny czwartorzędowe tworzą na tej kopalni skały nadkładowe. Złoże podścielają iły bądź też piaskowce z domieszką glaukonitu. W pewnej części tej soczewki gips wychodzi na powierzchnię i w tym właśnie miejscu rozpoczęto niegdyś eksploatację, początkowo dziką, przez poszczególnych właścicieli terenów rolnych, a następnie założono normalną kopalnię przeprowadzając upadowe i szybiki.

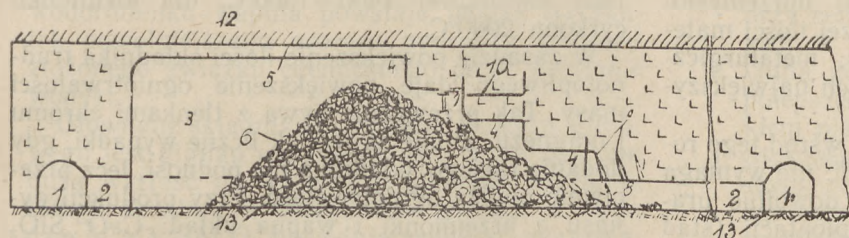
W ten sposób zostało wybrane złoże na grubości około 20 m. Stare wyrobiska są obecnie niedostępne i świadczą o ich istnieniu tylko liczne zanadłiska na powierzchni.

Przez dłuższy okres czasu omawiana kopalnia była zatopiona, przy czym lustro wody w kopalni podniosło się do poziomu przepływającego obok strumyka. Po odwodnieniu kopalni oczyszczono

¹⁾ Salajew — „Dobycza gipsowego komnja” — Moskwa 1948 r.

część jej terenu z namułu. Najniższy poziom przeznaczono na zbiornik wody, natomiast rozjechany poziom wyższy, znajdujący się bezpośrednio na poprzednim, postanowiono wyeksploatować, zostawiając jednak łatę gipsu grubości około 1 m.

Płaszcz ochronny ilów nad złożem jest, wskutek zapadlisk i prawdopodobnie prowadzonej ongiś rabunkowej eksploatacji, w wielu miejscach przedarty, wskutek czego nie tylko wody powierzchniowe i zaskórne, ale prawdopodobnie



Rys. 3. Podłużny przekrój komory z przodkiem stropowo-stopniowym. 1 — chodnik, 2 — początkowa przedziałka między chodnikami, 3 — komora, 4 — przodek stropowo-stopniowy, 5 — strop, 6 — odbity gips, 7 — młotek (wiertarka) na filarze, 9 — otwory strzałowe przewiercone wiertarką, 10 — otwory strzałowe przewiercone młotkiem na filarze lub świrdem elektrycznym, 12 — strop, 13 — spąg.

Poziom ten został udostępniony jedną upadową o długości 55 m i nachyleniu około 18°, dalej szybikiem wodno-wentylacyjnym oraz schodową dla zejścia załogi. Upadową wyciąga się urobek na powierzchnię wyciągiem elektrycznym, wywrotkami o pojemności około 0,75 m³.

Wydobyty gips dostarcza się do prażalni i cementowni.

Na terenie omawianej kopalni eksploatacja była prowadzona przeważnie w gipsach grubo-kryształicznych, dość czystych, o zawartości około 95–89% CaSO₄ · 2H₂O. Zwięzłość gipsu w złożach okazała się tak duża, że mimo zatopienia kopalni wyrobiska utrzymały się na ogół w dobrym stanie.

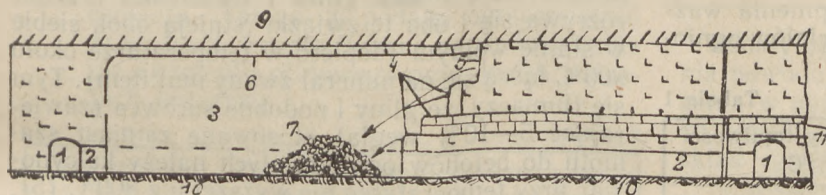
W kopalni tej stosowano do eksploatacji dwa systemy, a mianowicie: w partiach złoża o strukturze drobno-ziarnistej z przerostami ilów — system szerokich chodników rozmieszczonych w formie kratki, to znaczy, że po wybraniu gipsu pozostały filary bezpieczeństwa o przekroju kwadratowym a boku długości 5–10 m oraz system filarowy (komorowy).

W systemie filarowym poszczególne komory były prowadzone chaotycznie w różnych kierunkach i w różnych wymiarach, nie przekraczając jednak 5 m wysokości. Szerokość komór wyno-

siła 5 m, a filary oporowe posiadały grubość od 4 do 5 m. Między poszczególnymi poziomami pozostawiano warstwę gipsu grubości około 1,5 m.

Przed przystąpieniem do właściwej eksploatacji kopalni, po jej odwodnieniu, przeprowadzono próbną eksploatację systemem komorowo-filarowym w partii złoża o strukturze drobnoziarnistej, w której stosowano przedtem mało wydajny system eksploatacji. W próbnej eksploatacji wymiary komór wynoszą 6×6 m, o długości około 50 m, sklepionym stropie i ścianach ku górze nieco zwężających się, z pozostawieniem łaty czystego gipsu w stropie grubości co najmniej 1,5 m i filara oporowego grubości 4 m. Zatem przy stosowaniu tego systemu można uniknąć marnotrawstwa surowca gipsowego, przez wyeliminowanie systemu chodnikowego, dającego tylko 32% wykorzystania masy skalnej złoża użytecznego.

Ponadto, jako dalszą korzyść, należy wymienić zwiększenie się odstępu pomiędzy poszczególnymi poziomami eksploatacyjnymi z 5 na 7,5 m, a tym samym zmniejszenie ilości poziomów, jaką należałoby przy starym systemie zastosować dla wyeksploatowania złoża na całej jego miąższości.



Rys. 4. Podłużny przekrój komory z przodkiem spągowo-stopniowym. 1 — chodnik, 2 — początkowa przedziałka między chodnikami, 3 — komora, 4 — przodek spągowo-stopniowy, 5 — czoło przodka, 6 — strop, 7 — odbity gips, 9 — strop, 10 — spąg, 11 — przerost skały płonnej.

siła 5 m, a filary oporowe posiadały grubość od 4 do 5 m. Między poszczególnymi poziomami pozostawiano warstwę gipsu grubości około 1,5 m.

Przy systemie chodnikowym procent wybrania złoża był bardzo mały i wynosił około 32%, natomiast system filarowy umożliwia wykorzystanie złoża od 50 do 60%.

W lokalnych warunkach omawianej kopalni nie można zastosować eksploatacji metodą odkrywkową, ponieważ zdejmowanie nadkładu — ze względu na stare i nieznane wyrobiska oraz liczne zapadliska na powierzchni — byłoby połączone z niewspółmiernie dużymi trudnościami technicznymi i niebezpieczeństwem dla załogi.

Nowa Konstytucja Polskiej Rzeczypospolitej Ludowej

utrwali wielkie zdobycze klasy pracującej

Niektóre reakcje chemiczne betonów ogniotrwałych

Postępujące milowymi krokami uprzemysłowienie kraju wymaga coraz większej ilości materiałów ogniotrwałych. Przemysły: metalurgiczny, chemiczny, ceramiczny — są ich największymi konsumentami.

Ogniotrwały beton wyróżnia się wśród tego rodzaju materiałów wieloma zaletami: nie wymaga uprzedniego wypalania, daje się dowolnie urabiać i fasonować na miejscu eksploatacji (stąd nazwa w angielskiej literaturze technicznej: refractory castables), jest dostępny i tani, nie wymaga pracochłonnego dopasowywania, jak w wyrobach formowanych, zużytkowuje miejscowe surowce, dopuszcza mechanizację pracy. Nic też dziwnego, że nowoczesna technika udziela mu coraz więcej uwagi.

Wywody poniższe ograniczają się głównie do chemicznej strony zagadnienia. Przygotowanie i stosowanie tych betonów poruszam tylko ubocznie.

Wytrzymałość przed i po działaniu wysokich temperatur, ogniotrwałość pod obciążeniem, termiczna stabilizacja (właściwość wytrzymywania dużych i wielokrotnych wahań temperatury) termiczna rozszerzalność objętościowa i liniowa, kurczliwość wtórna, przewodnictwo cieplne, porowatość, wchłanianie wody, ciężar właściwy itd. — oto dalsze ciekawe, lecz tutaj pominięte tematy, opracowywane wszechstronnie przez instytuty naukowo-badawcze. Czytelnik zaznajomić się z nimi może z dwóch mniejszych, ale źródłowych prac, a mianowicie: z pracy radzieckiej Niekrasowa: „Betony ogniotrwałe, ich właściwości i zastosowanie“ (6) oraz z pracy amerykańskiej Heidla i Posta pt. „Ogniotrwałe betony, ich wyrób i niektóre właściwości“ (7). Pierwsza z nich dotyczy betonów produkowanych z cementu portlandzkiego, druga — z cementu glinowego.

Skoro mowa o ogniotrwałości, nie od rzeczy będzie przypomnieć temperatury topnienia ważniejszych surowców przemysłu materiałów ogniotrwałych (tabela 1).

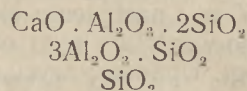
Tabela 1

Rodzaj materiału	Temperatury topliwości w °C		
	wg (1)	wg (2)	wg (3)
Tlenek glinu Al_2O_3	2010—2050	2050	2050
Boksyt	1750—2000	—	—
Kaolinit $Al_2O_3 \cdot 2SiO_2 \cdot 2H_2O$	—	1730—1770	—
Krzemionka SiO_2	1700—1710	1713	1720
Tlenek magnezu MgO	2800	2800	2800
Tlenek wapnia CaO	—	2570	—
Tlenek chromu Cr_2O_3	1990	2270	2180
Dwutlenek cyrkonu ZrO_2	2500—2950	2680	2680

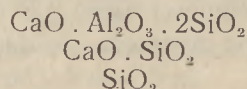
Maksymalne temperatury użytkowe wynoszą wg (3): dla szamotu 1350—1450°C, dla tlenku glinu 1500—1950°C, dla krzemionki 1650—1720°C, dla tlenku magnezu ponad 2000°C, dla

rudy chromowej 1400—1500°C, dla dwutlenku cyrkonu 2000°C.

W zasadzie powiększenie ilości składnika trudnotopliwego daje powiększenie ogniotrwałości masy. Tak przeważnie bywa z tlenkami chromu i magnezu. Znane są jednak liczne wypadki, gdy dodanie takiego składnika nie podnosi, lecz przeciwnie obniża ogniotrwałość. Przy produkcji dynasu z krzemionki i wapna układ: $CaO \cdot SiO_2$ i SiO_2 daje (4) wytrzymałość ogniową 1435°C. Dodatek zaś wyżej topliwego trójtlenku glinu prowadzi do układu:



o punkcie topliwości 1345°C lub nawet do układu:



o punkcie topliwości 1170°C.

W dwóch ostatnich wypadkach potrójna eutektyka (układ trzech składników w takim stosunku, który odpowiada najniższemu punktowi topliwości tego układu) prowadzi do niższego punktu topliwości, niż podwójna eutektyka w wypadku pierwszym.

Wysokotopliwa krzemionka, wprowadzona dodatkowo do cementu glinowego, znacznie obniża jego ogniotrwałość; wysoko-ogniotrwałe wapno, wywiązujące się przy wiązaniu cementu, musi być neutralizowane dla otrzymania ogniotrwałej masy (o obydwóch tych reakcjach będzie mowa niżej).

Obok jakości składnika, ważny jest jego stan. Wiadomo, że tlenek glinu, poddany dostatecznie wysokiej temperaturze, staje się chemicznie nieaktywny. Nie należy więc go wysoko przepalać, jeśli następnie wiązać się ma chemicznie z innymi składnikami. Przy przepalaniu glinu, chemiczna więź tlenku glinu i dwutlenku krzemu rozrywa się i oba te związki istnieją obok siebie w stanie wolnym (dopiero w temperaturze około 900°C łączą się na minerał zwany mullitem). Tym się tłumaczy, że gliny i podobne surowce (zawierające 5—10% węgla) stosowane zamiast szamotu do betonów ogniotrwałych należy kalcynować przy temperaturze nie wyższej niż 800°C (5).

Rozpatrzmy najpierw najbardziej znane rodzaje — niemal tradycyjne — betonów ogniotrwałych: beton na cemencie glinowym i beton na szkle wodnym. Pierwszy zawdzięcza swoją ogniotrwałość zwiększonemu procentowi tlenku glinu, drugi — aktywnej koloidalnej krzemionce, powstającej z rozkładu szkła wodnego.

Beton na cemencie glinowym to najstarszy typ betonu ogniotrwałego. Cement glinowy, produkowany przez stopienie boksytu i wapniaka (nie wielki dodatek tlenku żelaza odgrywa rolę topnika) ma następujący skład chemiczny:

Al_2O_3	35—55%	SiO_2	5—10%
CaO	35—45%	Fe_2O_3	0—15%

Rzecz charakterystyczna, że czysty cement glinowy jest mniej ogniotrwały, niż czysty cement portlandzki i że ogniotrwałość dają dopiero jego mieszaniny. Podczas jego hydratacji (przyłączenie chemiczne wody) powstaje nie wodorotlenek wapnia, lecz wodorotlenek glinu; pewna ilość wodorotlenku wapnia powstaje jednak na skutek powolniejszego procesu hydrolizy (rozkład złożonego związku chemicznego przez działanie wody).

Głównym składnikiem klinkru cementu glinowego jest glinian jednowapniowy, który daje mu dużą wartość na wczesnych stadiach wiązania. Drugi składnik a mianowicie glinian o składzie $5CaO \cdot 3Al_2O_3$ powoduje szybkość wiązania, zaś glinian w postaci $3CaO \cdot 5Al_2O_3$ wiąże i twardnieje powoli.

Krzemionka pozostaje w formie dwuwapniowego krzemianu, jeżeli zaś znajduje się w nadmiarze, wiąże aktywne składniki CaO i Al_2O_3 , na nieaktywny minerał: $2CaO \cdot Al_2O_3 \cdot SiO_2$. Nadmiar zatem krzemionki jest w tym wypadku wyraźnie szkodliwy.

Beton glinowy o składzie: cement glinowy 15—20%, sproszkowany szamot 80—85% wytrzymuje temperatury 1450—1500°C. W razie użycia zamiast szamotu rudy chromowej lub rudy chromowej i magnezytu, ogniotrwałość wzrasta do 1800°C. Natomiast beton szamotowo-glinowy ma większą stabilizację cieplną i mniejszą kurczliwość (0,2—0,3% wynosi kurczliwość betonu szamotowego, 1—2% — kurczliwość betonu chromowego i chromowo-magnezytowego).

Wspomniana praca amerykańska zawiera między innymi następujące dane:

1. Największą ogniotrwałość osiągnąć można przy kruszywie z palonej gliny krzemionkowej (flint-clay),
2. Wytrzymałość betonu jest dostatecznie duża jeszcze przy zawartości cementu 20—30%.
3. Wytrzymałość ta wzrasta przy zwiększeniu stosunku: cement — woda do 1—7.
4. Konieczne jest właściwe pielęgnowanie betonu w ciągu najmniej 20 godzin.
5. Najczęstszym błędem popełnianym w praktyce jest stosowanie zbyt dużego dodatku cementu. Tabela 2 podaje ogniotrwałość w stożkach Segera betonu wyprodukowanego z cementu glinowego przy dwóch rodzajach kruszywa.

Tabela 2

Ilość cementu w %	Szamot z cegły ogniotrwałej	Palona glina krzemionkowa
5	32 — 33	33 — 34
10	28 — 29	31 — 32
15	23	29
20	19 — 20	27
25	17	17 — 18
30	15	16

Na uwagę zasługuje, że przy drugim rodzaju kruszywa ogniotrwałość wydatnie zmniejsza się dopiero przy zbliżeniu się do 25% cementu, podczas gdy przy pierwszym — już przy 15%.

Jedną z najnowszych prac amerykańskich, o charakterze zresztą nie źródłowym, lecz raczej

sprawozdawczym, traktująca o betonach na cencie glinowym i portlandzkim „Produkcja i stosowanie materiałów ogniotrwałych na szamocie z gliny ogniotrwałej“, West i Sutton (11), tak streszcza swoje wywody:

1. Dodatek krzemionki jest szkodliwy zarówno przy cementach glinowych jak i portlandzkich.
2. Gлина dodawana zwykle do zestawów dla polepszenia ich urabialności bywa składnikiem niepożądanym.
3. Stosunek wody do cementu jest najważniejszym czynnikiem wytrzymałości betonów ogniotrwałych; ilość wody należy przeto możliwie zmniejszyć.
4. Gлина kalcynowana, — mniej porowata ma przewagę nad szamotem z cegły ogniotrwałej.

Beton na szkło wodnym. Tam gdzie temperatury nie przekraczają 500°C, może być stosowany beton wyprodukowany z dodatkiem szkła wodnego; posiada on duże zalety. Wytrzymałość jego przy wyższych temperaturach nie tylko nie maleje, lecz przeciwnie wzrasta. Wielokrotne (np. do 10 razy) nagrzewanie i ochładzanie nie wpływa na niego nieszcząco. Najlepsze rezultaty osiągnęto, stosując dodatek fluorokrzemianu sodu Na_2SiF_6 w ilości 12% w stosunku do szkła wodnego. Skład oraz kolejność mieszania proponowane są następujące (6): fluorokrzemian sodu należy dokładnie zmieszać z mielonym piaskiem kwarcowym, dodać do tego piasek i żwir jak w zwykłym betonie, znowu wszystko dokładnie przemieszać, po czym dopiero dodawać stopniowo szkło wodne aż do otrzymania żądanej konsystencji.

Dawniejsza praktyka zalecała stosowanie gliny ogniotrwałej jako dodatkowego, obok szkła wodnego, spoiwa. Między innymi używano (8) zestawy podane w tabeli 3.

Tabela 3

Gлина ogniotrwała	Szamot	Szkło wodne	Woda
70	25	5	12
30	45	25	5

Betony ogniotrwałe różne. Ważność zagadnienia powoduje, że myśl techniczna szuka rozwiązania w najrozmaitszych kierunkach. Podaję kilka rozwiązań. Bryt. pat. 608 594 wymienia taki skład cementu na wyroby ogniotrwałe (7):

1 mol tlenku metalu alkalicznego¹⁾

1 mol tlenku glinowego

3 mole dwutlenku krzemu

Wykonany z takiego cementu beton ma wytrzymać temperaturę 1700°C.

Cement dolomitowy, z którego wyprodukowane betony posiadają odporność na temperaturę do 1920°C ma skład następujący:

dolomit 75%
chromit 20%
kwarcyt 5%

Beton wyprodukowany z tego gatunku cementu może być używany zamiast cegieł magnezyto-

¹⁾ Mol — ilość części wagowych, odpowiadająca ciężarowi cząsteczkowemu danego związku.

wych w elektrycznych piecach martenowskich, konwertorach itd. Procentowy skład klinkru użytego do przemiału na cemencie dolomitowym jest następujący:

SiO ₂	10—11
Al ₂ O ₃	3— 4
Fe ₂ O ₃	5— 6
CaO	35—37
MgO	34—35
Cr ₂ O ₃	4— 5
MnO	0,5— 1

Wymieniona praca Westa i Suttona podaje dalsze najnowsze próby chemicznego rozwiązania:

1. Hydrauliczne gliniany baru.
2. Roztwory krzemionki koloidalnej (pat. U. S. 2.329.589 z 1943 r.).
3. Mieszanki kaolinu i krzemianu potasu (pat. U. S. 2. 423.231 z 1947 r.).
4. Dwuglinian jednowapniowo-jednostronny (pat. Szw. z 1944 r. 115.551).
5. Mieszanki fosforanów i kwasu fosforowego.
6. Inne (pat. U. S. 2.516.892 i 2.516.893 z 1950 r.).

Autorzy jednak nie wspominają prac radzieckich uczonych, o których będzie mowa niżej. Tak samo zachowuje milczenie Platzman (9), niemiecki specjalista w dziale chemii materiałów budowlanych.

Betony ogniotwale na cemencie portlandzkim.

Brak w naszym kraju rud glinowych i chromowych oraz stosunkowo wysoki koszt artykułów chemicznych czynią specjalnie ważnym zagadnienie ogniotrwałości betonu opartego o artykuł techniczny tak masowej produkcji, jakim jest cement portlandzki. Zagadnienie to zostało z powodzeniem rozwiązane przez technikę radziecką, jak widać z cytowanej już pracy Niekrasowa (6). Rozumowanie było następujące: ponieważ o ogniotrwałości masy decyduje nie spoiwo lecz kruszywo, nie potrzeba więc kurczowo trzymać się drogiego i niedostępnego cementu glinowego. Lepiszcze z cementu zwykłego będzie wystarczające, należy tylko ułatwić tworzenie się odpowiednich związków przy wysokich temperaturach, związków ognioodpornych i mechanicznie wytrzymałych; można to uzyskać przez dodatkowe wprowadzenie do masy betonowej rozpylnych substancji o właściwym składzie chemicznym: domieszkę drobnielonych (tonkomołotyje dobawki, mikronaplnitieli).

Zatrzymam się na reakcjach chemicznych towarzyszących produkcji i eksploatacji tych betonów, uwzględniając trzy stopnie ogniotrwałości:

A. do 250°C

B. do 450°C

C. do 1000—1200°C a nawet do 1300°C.

A. Topliwość glinianów i krzemianów do tej granicy temperatury nie wchodzi w grę. Decydującym czynnikiem w tym wypadku będzie przeto zachowanie mechanicznej wytrzymałości betonu. Należy więc chronić go przed zmianami struktury, jakie wywołuje dehydratacja oraz różnice deformacji pomiędzy kamieniem cementowym a kruszywem i wewnątrz kruszywa.

Cement wiąże chemicznie:

w ciągu 28 dni 14% wody (w stosunku do cementu)

w ciągu 6 miesięcy 20% wody (w stosunku do cementu)

przy pełnej hydratacji 25% wody (w stosunku do cementu)

Reszta wody zaczynowej, chemicznie niezwiązana, paruje całkowicie przy 110°C, pozostawiając po sobie pory.

Dehydratacja odbywa się:

uwodnionych krzemianów wapnia w granicach 160—300°C

uwodnionych glinianów wapnia w granicach 275—370°C

wodorotlenku wapnia od 400°C, głównie od 545—595°C

Niewielka część wody jednak i przy tej najwyższej temperaturze pozostaje i ostateczna dehydratacja następuje dopiero w temperaturach 900—1000°C.

Kruszywo o różnych ziarnach np. granit lub kwarcyt, z powodu różnych lub różnokierunkowych napięć, powoduje deformacje, co zresztą odgrywa poważną rolę dopiero w wyższych temperaturach.

W rezultacie, w temperaturach do 250°C, można stosować zwykły beton z zastosowaniem normalnego kruszywa, jednak uziarnienie kruszywa grubego nie może przekraczać 25 mm, cement zaś powinien być marki 300; zużycie cementu powinno wynieść mniej niż 250 kg/m³; wskaźnik wodnocementowy najwyżej — 0,6.

B. W tym wypadku do cementu zwykłego należy dodać cementu żuźlowego lub innej drobnielonej domieszki. Beton musi być ściślejszy (do 450 kg/m³). Kruszywo z szamotu, czerwonej cegły, skał magmowych lub wapienia (rozkład węgla wapnia rozpoczyna się powyżej 600°C). Granulacja grubego kruszywa 20—25 mm.

Skład jednego z betonów skutecznie pracującego przy 350°C był następujący: cement — 1, pył pumeksowy — 1, piasek — 1,5, tłuźceń z wapienia muszlowego — 4.

Beton o takim samym składzie, lecz o kruszywie ze zwykłego żwiru o różnym składzie petrograficznym — w krótkim czasie ulegał rozpadowi.

C. Już przy temperaturze 600°C hydratyzowane związki tracą wodę; reaguje tak samo nawet najbardziej pod tym względem odporny wodorotlenek wapnia. Składniki cementu, będące dotąd bądź w mieszaninach bądź w bliżej nieokreślonych związkach, zaczynają łączyć się w związki o typie ustalonym. Pierwsze powstają krzemiany wapnia: 3CaO . 2SiO₂ i 2CaO . SiO₂. Przy temperaturze 900°C tworzy się krzemian glinowy wspomniany mullit. Powyżej 800°C tworzą się związki potrójne: 2CaO . Al₂O₃ . SiO₂ i CaO . Al₂O₃ . 2SiO₂.

Istnienie tych związków już w twardej fazie zostało stwierdzone badaniami mikroskopowymi.

Domieszki drobnielone włączają się w powyższe reakcje, przyspieszają je i zmieniają a w pierwszym rzędzie działają na tlenek wapnia. Pewna forma krzemianu wapniowego (2CaO . SiO₂) przy jej powstawaniu powiększa znacznie swoją objętość, co powoduje rozpad masy cemen-

towej. Dla uniknięcia tego wprowadzono do masy cementowej sole kwasu borowego lub chromowego; przy stosowaniu zaś domieszek drobnomielonych jest to zbędne.

Domieszki te, mając łatwość reakcji już przez samo rozdrobnienie, niejako stabilizują masę

zytowym lub o wysokiej zawartości tlenku glinowego — 1300°C. Wytrzymałość mechaniczna dostateczna.

Beton z drobnomielonymi domieszkami powinien być pielęgnowany starannie a wygrzewanie powinno być długie i ilościowo stopniowane.

Tabela 4

Temper. eksploatacji	Części cementu	Rodzaj i części domieszki	Kruszywo drobne	Kruszywo grube	Wytrzymałość na ściskanie kg/cm ²	Początek deformacji Temper. °C
900	1	Cegła czerw. żużel lub popiół lotny 0,3	Cegła czerw. 2 — 2,5	Cegła czerw. 2 — 2,5	do 75	950 — 1000
1200	1	Szamet, glina ogniotrwała, piasek kw. 0,3	Szamet, żużel hutn. 2 — 2,5	Szamet żużel hutn. 2 — 2,5	200	1200 — 1250
1300	1	Szamet pow. 1710 glina ogn. 0,3	Szamet pow. 1710 2 — 2,5	Szamet pow. 1710 2 — 2,5	200	1300 — 1350

i dają jej większą odporność na wysokie temperatury przy dostatecznej wytrzymałości. Gdy temperatura dochodzi do 1200°C, powstaje częściowo faza ciekła: ziarenka domieszki, reagując intensywniej ze składnikami cementu, otaczają się obwódkami szklistymi bądź krystalicznymi. Beton w ten sposób staje się niejako wyrobem ceramicznym; — stąd nazwa cement ceramiczny używany do specjalnych zestawów cementowych odpornych na wysokie temperatury.

Najbardziej skuteczne są domieszki chemicznie aktywne: niezbyt mocno prażony tlenek glinu, krzemionka bezpostaciowa (np. tzw. „Si-Stoff“ — odpadek przy produkcji soli glinowych z gliny), ziemia krzemionkowa. Dalej idą domieszki chemiczne małoaktywne, lecz w mniejszym lub większym stopniu hydrauliczne: glina ogniotrwała, szamet, żużel wielkopiecowy, skały wulkaniczne, piasek kwarcowy, kreda. Zresztą, nawet domieszki niehydrauliczne, jak cegła czerwona lub niektóre popioły lotne, nie są całkowicie chemicznie bierne wobec wysokości temperatury i czasu działania.

Wymagany stopień przemiana domieszek: pozostałość na sicie 900 oczek/cm² nie wyżej 10%, pozostałość na sicie 4900 oczek/cm² nie większa niż 50%.

Jako kruszywo do materiałów ogniotrwałych służy: szamet, żużel wielkopiecowy, przy większych wymaganiach: chromit, szamet z odpornością powyżej 1710°C.

Uziarnienie:

kruszywo drobne: 5 — 1, 2 mm 40—45%
1,2—0,15 mm 55—45%
kruszywo grube: od 1/4 najmniejszej grubości do 10 mm 40—55%
10 do 5 mm 55—45%

w każdym razie grubość kruszywa nie większa od 25 cm.

Najczęściej stosowany skład betonu jest następujący (odchylenia są dopuszczalne): cement—1, domieszka drobnomielona — 0,3, kruszywo — 4,5—6.

Praktycznie osiągalna ogniotrwałość 1000—1200°C a przy kruszywie chromitowym, magne-

Kilka zestawów podaje przykładowo w tabeli 4.

Koszt eksploatacji wynosi przeciętnie 50% kosztu takiego samego ustroju z cegły ogniotrwałej lub innego materiału formowanego a w niektórych warunkach zniża się nawet do 19%.

Betony ogniotrwałe specjalnie opłacają się przy budowie sklepień, ustrojów o powierzchniach fasonowanych, czyli tam, gdzie formowanie z gotowych wyrobów wymaga dużego nakładu pracy.

Jak już mimochodem wspomniano, domieszki drobnomielone mogą być stosowane nie tylko do cementu portlandzkiego, lecz i do innych materiałów wiążących. Te ostatnie często produkowane są wprost przez konsumenta, czyli przez jednostkę budującą (cementy własnej produkcji, po rosyjsku: cementy postrojecznowo izgotowlienja). Wylwarzaniu takich cementów oraz domieszek drobnomielonych poświęcona jest praca Sorokieira i Popowa pt. „Cementy i drobnomielone domieszki własnej produkcji“ (13).

Czytelnik interesujący się drobnomielonymi domieszkami do produkcji ogniotrwałych betonów znajdzie w tej pracy wiele informacji praktycznych.

LITERATURA:

1. Tiejniceskaja Encyklopedija, Ognieupornyje Materialy, Moskwa 1929.
2. Inż. Rozenberg, Technologia wyrobów ogniotrwałych, Warszawa 1950.
3. Taschenbuch für Physiker u. Chemiker, Berlin 1943.
4. Stieкло i Kieramika 1949, X str. 12.
5. Chemical Abstracts 1945, str. 5427.
6. Niekrasow, Ognieupornyje betony, Moskwa 1949.
7. Journal of the Am. Ceramic Soc. 1950 — IV, XXXX str. 66.
8. Searle, Refractory Materials, London 1940.
9. Zement 1941, str. 239.
10. Journal of the Am. Ceramic Society 1950 — VII — Refractory Castables, preparation and some properties.
11. Am. Ceramic Society Bulletin 1951 — II. Manufacture and use of Fireclay Grog Refractories.
12. Chemical Abstracts 1939, str. 8948 (Więstnik Inż. Techniki 1938, str. 250).
13. Sorokieir i Popow, Cementy i tonkomołotyje dobawki postrojecznowo izgotowlienja, Moskwa Maszstrojzdat 1950.

Samoczynna regulacja wypału klinkru w piecu obrotowym

W artykule pt. „Selbsttätige Regelung des Wärmeprozesses im Zement — Drehofen” umieszczonym w czasopiśmie Silikattechnik, nr 6 rok 1951, podaje inż. G. Böcking opis projektu urządzenia doświadczalnego samoczynnej regulacji wypalania klinkru cementowego w piecu obrotowym. Ponieważ stanowi on próbę automatyzacji wypalania klinkru przy zachowaniu zasad ekonomii procesu, podajemy go do wiadomości czytelników na tle ogólnych uwag o produkcji klinkru.

Najważniejszym warunkiem otrzymania wysokowartościowego cementu jest uzyskanie równomiernego pod względem jakości klinkru. Jednak proces wypalania klinkru natrafia na cały szereg trudności i szkodliwych wpływów, które uniemożliwiają spełnianie tego warunku. Tak np. materiały wyjściowe (kamień wapienny i glina) podlegają pewnym naturalnym wahaniom, które mogą również niekorzystnie zmieniać pod względem chemicznym i mineralogicznym skład mąki surowej.

Przygotowanie mąki surowej, ilościowy udział składników, drobność przemiału, zmieszanie, dodatek wody — wymagają, zwłaszcza przy metodzie mokrej, wielkiej staranności dla otrzymania odpowiedniej mieszanki. Mieszanka ta poddawana jest w piecu obrotowym skomplikowanemu procesowi uszlachetnienia przez suszenie, odgazowanie, spiekanie a następnie chłodzenie wypalonego z niej klinkru.

Prawidłowy przebieg całego procesu cieplnego, któremu podlega stopniowo zmieniający się surowy materiał w poszczególnych strefach pieca, stanowi o jakości i równomierności uzyskanego produktu. Dlatego ruchowi pieca poświęca się najwięcej uwagi.

Racjonalny i prawidłowy ruch pieca stanowi o ekonomii zakładu. Stąd więc do obsługi pieca kierowany jest wysoko kwalifikowany personel, którego zadaniem jest utrzymanie prawidłowego przebiegu procesu i jak najoszczędniejsze zużycie paliwa. Mimo to jednak zdarzają się w ruchu pieca zaburzenia, spowodowane wahaniami niektórych parametrów fizycznych lub chemicznych bądź też zewnętrznymi zjawiskami; te ostatnie powodować mogą nierównomierne wypalanie klinkru, przedwczesne zniszczenie wykładziny ogniotrwałej pieca, niewykorzystanie dostarczonego ciepła.

Jeszcze dzisiaj przypada palaczowi główna załuga za wysoką ilościowo produkcję i jakościowo dobry klinkier. Decydujące o jakości klinkru przemiany, które zachodzą w piecu pod wpływem ciepła, są albo pozostawione samym sobie albo też są przez palacza subiektywnie kontrolowane i regulowane. Określenie pieca obrotowego jako „maszyny do wypalania” jest więc błędne i raczej należy je odnieść do dozowania materiału i energii, które, w stosunku do innych sposobów wypału są silnie zmechanizowane.

Uwolnienie pieca obrotowego od zakłóceń ruchowych przez opanowanie wszelkich przebiegów i przemian, jakie przy wypalaniu klinkru zachodzą,

stanowi poważny problem. Doceniając jego znaczenie Ministerstwo Przemysłu Ciężkiego Niemieckiej Republiki Demokratycznej przewidziało w planie 1951 roku wykonanie projektu usprawnienia procesu wypału klinkru cementowego w piecu obrotowym przez zastosowanie samoczynnej regulacji.

Chodzi tu o wprowadzenie samoczynnych regulatorów, kontrolujących w ruchu ciągłym wartości parametrów wpływających na ruch pieca, co pozwoliłoby na wyeliminowanie zakłóceń oraz odciążałoby palacza od wszelkich męczących i czysto mechanicznych prac. W ten sposób więc możnaby zaradzić częściowo także brakowi wyszkolonych sił fachowych.

Do opracowania tego projektu wykorzystano doświadczenia uzyskane na podobnych urządzeniach w innych gałęziach przemysłu, jak w siłowniach, w fabrykach chemicznych, w gazowniach, w hutnictwie, przy piecach przemysłowych itp. Procesy i urządzenia są tam na ogół tak dalece zautomatyzowane, że zadanie obsługi polega jedynie na dozorowaniu urządzeń, doglądaniu sposobu ich pracy i konserwacji. Wykorzystano ponadto wyniki doświadczeń przeprowadzonych już w 1949 r. na bogato wyposażonej, próbnej instalacji pomiarowej.

Technika regulowania wypalania klinkru w piecu obrotowym opierać się musi na pomiarach tych parametrów, które są miarodajne dla przebiegu procesu cieplnego. Wiemy, że dokładne i możliwie stałe nadawanie surowca i składników spalania stwarza pewne warunki uporządkowanego biegu procesu. Na całej długości pieca proces przenoszenia ciepła rozmaicie zachodzi. Z tego należy zdać sobie sprawę. W tym celu przedstawiony jest szkicowo przebieg procesu.

Masa materiału przechodzi bardzo wolno (około 4 godzin) przez piec ruchem śrubowym, otrzymując w różny sposób ciepło. Źródłem ciepła jest płomień i spaliny. Przenoszenie ciepła zachodzi bezpośrednio przez promieniowanie i konwekcję do materiału, częściowo zaś pośrednio z ogniotrwałej wyprawy przez promieniowanie i przewodnictwo. Czas przepływu spalin przez piec wynosi zaledwie kilka sekund; w tym czasie spaliny stykają się w przeciwnym kierunku z coraz nowymi cząsteczkami materiału. Akumulowanie ciepła w wykładzinie ogniotrwałej powtarza się na dowolnym miejscu prawie co minutę, dokładniej mówiąc, co pełny obrót pieca. Przy ustalonym ruchu pieca, to jest przy istniejących stałych warunkach równowagi cieplnej w piecu, ta okresowość akumulowania nie wywiera żadnego wpływu, bowiem akumulacja ciepła wyrównuje się do stałych wartości. Jeżeli jednak zachodzi zmiana obciążenia lub jeżeli przemieszczają się strefy wskutek zakłóceń stanów równowagi, wtedy powstaje znaczne opóźnienie akumulowania ciepła przez ogniotrwałą wyprawę pieca. W tym wypadku znajduje się w piecu duża ilość bezużytecznego ciepła, które nie może być dość szybko

wchłonięte przez obmurze i materiał, wskutek ich dużej bezwładności cieplnej. Zjawiska te utrudniają obsługę ręczną i mogą także wpływać niekorzystnie na samoczynną regulację.

Przy opracowywaniu projektu urządzenia regulacyjnego należy wykonać pomiary temperatur i powierzchni przepływu w obu kierunkach celem określenia przenoszenia ciepła i zmian temperatur wewnątrz obu strumieni materiałów. Uzyskanie pewnych liczbowych danych koniecznych do uzyskania dokładnego poglądu na lokalizację tych przebiegów w czasie, wymaga żmudnej drogi matematycznej albo wykonania równie żmudnych doświadczeń ruchowych.

W danym wypadku, z uwagi na skomplikowany charakter zjawisk, dla otrzymania prawidłowych wyników należy zastosować oba sposoby badań tj. wyniki doświadczeń wraz z teoretycznymi badaniami, przy czym należy wyjść z założenia, że praktyka stanowi kamień probierczy dla prawidłowości teorii.

Nowy projekt urządzenia pomiarowego do samoczynnej regulacji obejmuje zastosowanie możliwie prostych i tanich urządzeń i to tylko tych, które z punktu widzenia technicznego są potrzebne. Są one przejrzysto zestawione w pomieszczeniu, specjalnie do tego celu przewidzianym. Umieszczone w nim będą aparaty rejestrujące, wskaźnikowe i pomocnicze do samoczynnych regulatorów.

Przewidziany układ połączeń nowego urządzenia pomiarowego przedstawiony jest na załączonym schemacie (str. 60), do którego należy dodać następujące wyjaśnienia.

Doświadczalny piec obrotowy typu Unax pracuje metodą mokrą; dzienna produkcja cementu marki 325 ma wynosić 300 ton. Długość pieca wynosi 100 m, średnica 2.85/3.75 m. Napęd za pomocą silnika prądu zmiennego, który w małym tylko stopniu daje się regulować.

Ażeby obsłudze pieca dać możliwość dowolnego nastawiania produkcji pozostawia się jako napęd ręczny mechanizm rozruchowy i regulujący napęd pieca. Wszystkie inne elementy sterownicze, jak zasuwka kominowa oraz regulatory podawania szlamu i dwóch ślimaków pyłu węglowego, mają być samoczynnie nastawiane. Jako aparaty regulujące przewiduje się trzy główne regulatory olejowe (1), (2) i (7), wykonane przez firmę Askania w seryjnej produkcji. Dodatkowo włączono jeszcze dwa pomocnicze przekaźniki elektryczne (3) i (5), sterowane dwoma galwanometrami (4) i (6).

Aparaty te muszą być wykonywane na specjalne zamówienie.

Zadanie regulatorów przy automatyzacji pieca obrotowego polega na:

1. Kontroli nadawania szlamu, zsynchronizowanego z napędem pieca.
2. Kontroli temperatur pieca według temperatury spalin.
3. Kontroli temperatur pieca według temperatury płomienia.
4. Współdziałaniu regulatorów temperatur.
5. Kontroli spalania pyłu węglowego według ilości paliwa i ilości spalin.

Wyżej wymienione zadania wymagają szerszego omówienia.

REGULACJA ILOSCI SZLAMU

Główny regulator szlamu (1) synchronizuje samoczynnie ilość obrotów silnika aparatu szlamowego (8) z ilością obrotów napędu pieca (9), a mianowicie przez odpowiednie sterowanie kontrolera szlamu (17) nastawia ilość obrotów aparatu szlamowego (18). Obroty (8) i (9) wraz ze zmianami (np. z powodu wahań napięcia sieci elektrycznej) są ujęte przez małe kompresory pomiarowe (19) i (20). Ilość przetaczanego przez nie powietrza odpowiada ilości obrotów. Powietrze przechodzi przez zwężki pomiarowe (21) i (22). Uzyskane impulsy wpływają na mechanizmy membranowe (1). Utrzymanie określonego stosunku ilości obrotów (9) do (8), który jest w szerokich granicach nastawialny przy regulatorze (1), pozwala na dostarczanie do pieca takich ilości szlamu w jednostce czasu, aby był zachowany możliwie stały stopień napełnienia pieca. Obniżeniu, z przyczyn ruchowych, ilości obrotów pieca odpowiada dokładnie odpowiednie zmniejszenie nadawania szlamu.

Regulator pracuje sam i nie posiada bezpośredniego połączenia z innymi regulatorami.

REGULACJA DOPŁYWU PALIWA — STEROWANIE WSTĘPNE

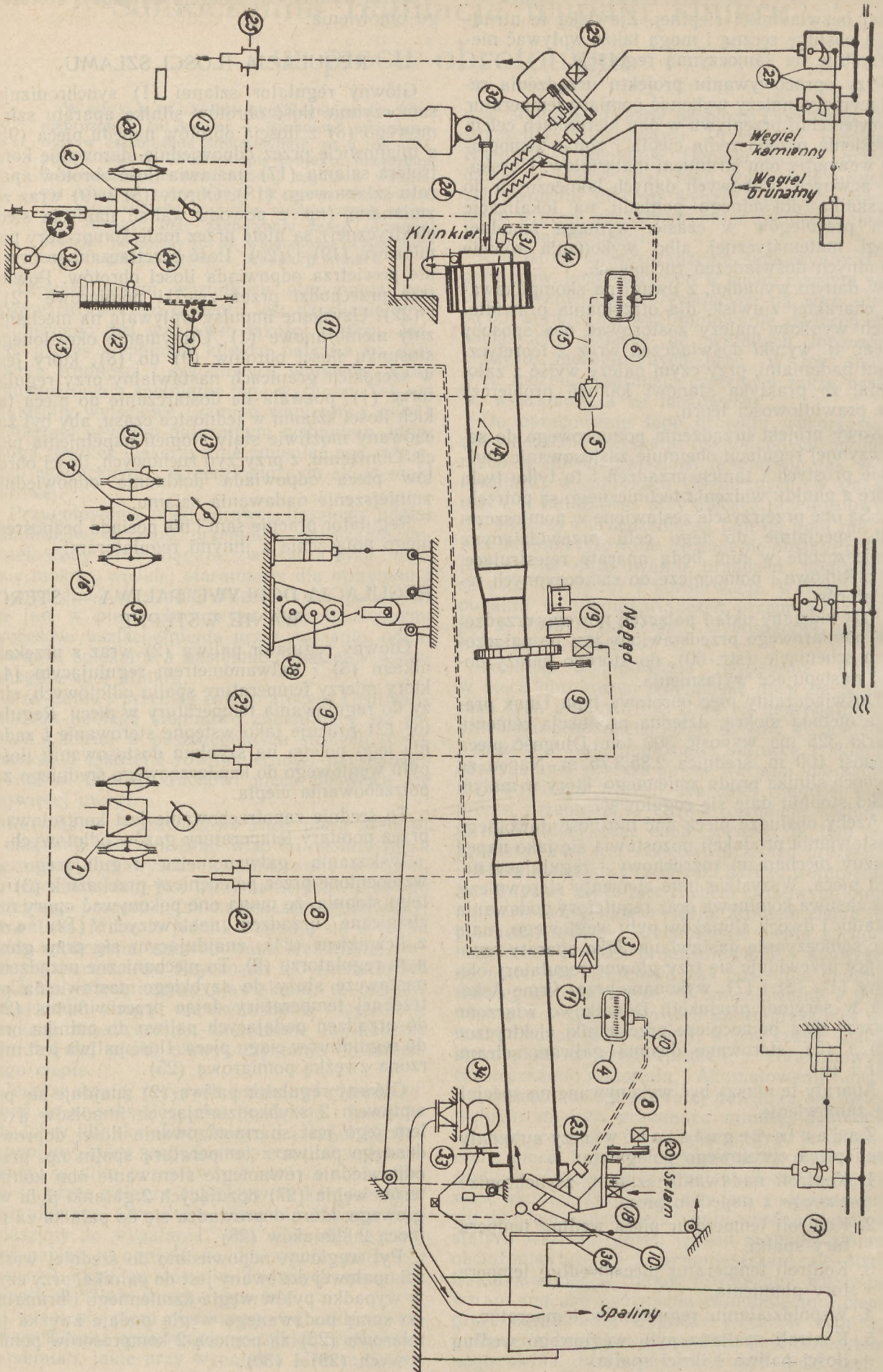
Główny regulator paliwa (2) wraz z przekaźnikiem (3) i galwanometrem regulującym (4), który mierzy temperaturę spalin odlotowych, służy do regulowania temperatury w piecu. Regulator (2) pracuje jako wstępne sterowanie i zadanie jego polega na szybkim dostosowaniu ilości pyłu węglowego do każdorazowego średniego zapotrzebowania ciepła.

To średnie zapotrzebowanie jest kontrolowane przez pomiary temperatury gazów odlotowych.

Wskazania galwanometru regulującego są wzmocnione przez pomocniczy przekaźnik (3) do tego stopnia, że mogą one pokonywać opory mechaniczne urządzeń nastawczych (12) wraz z licznikiem (24), znajdującym się przy głównym regulatorze (2). To mechaniczne urządzenie nastawcze służy do szybkiego nastawienia potrzebnej temperatury dając przeciwiimpuls (26) do urządzeń podających paliwo do palnika oraz do regulatorów ciągu pieca. Ilość paliwa jest mierzona zwężką pomiarową (25).

Główny regulator paliwa (2) znajduje się pod wpływem 2 szybkodziałających impulsów a celem jego jest scharmonizowanie ilości doprowadzanego paliwa z temperaturą spalin np. przez odpowiednie równoległe sterowanie obu kontrolerów węgla (27) dozujących 2 gatunki pyłu węglowego, które doprowadza się do palnika za pomocą 2 ślimaków (28).

Pył węglowy, odpowiednio do średniej wartości opałowej dozowany jest do palnika, przy czym w wypadku pyłów węgla kamiennego i brunatnego sumę podawanego węgla podaje zwężka pomiarowa (25) za pomocą 2 kompresorów pomiarowych (29) i (30).



Przez szybką reakcję wstępnego sterowania, rozpoczynającego się od głównego regulatora (2) temperatura spalin odlotowych (10) w górnym końcu pieca powinna leżeć w zakresie normalnej średniej jej wartości. Każdemu odchyleniu temperatury odpowiada odwrotnie proporcjonalna zmiana ilości paliwa.

W ten sposób możliwe jest wczesne rozpoznanie kierunku zmiany w przebiegu spalania za pomocą pomiaru odchylenia temperatury i przez przeciwbieżne sterowanie dozowania paliwa. W każdym razie wskutek wstępnego sterowania zostają usunięte przyczyny wielu zaburzeń, jak np. wahania ilości i wartości opałowej paliwa lub zmiany nadawania i zawartości wody w szlamie, które mogłyby dać powód do wahań temperatury. Ponadto zapewnione jest równomierne ogrzewanie materiału; zmiany równowagi bowiem są na czas rozpoznane z temperatury spalin i można ich uniknąć przez środki zaradcze wprowadzone przez sterowanie wstępne. Regulator (2) pracuje wspólnie z pozostałymi regulatorami, zwłaszcza ze sterowaniem wtórnym.

STEROWANIE WTÓRNE

Wstępne sterowanie jest bieżąco korygowane przez sterowanie wtórne. Rolę tę spełnia przekaźnik pomocniczy (5), który wskutek impulsów galwanometru wskazującego (6) temperaturę w piecu, zwolna dostraja regulator (2) i stwarza warunki stabilności przebiegu procesu. Doświadczenia wykazały, że z powodu wielkiej pojemności cieplnej pieca i jego własności akumulowania ciepła bezpośrednie przydawanie węgla po wstępnym sterowaniu prowadzi często do zakłóceń biegu pieca wskutek przeciążania paleniska.

Dla zapewnienia prawidłowego przebiegu procesu wypalania decydująca jest temperatura wypalonego klinkru na końcu strefy spiekania.

Właściwy proces cieplny jest ukończony i klinkier jest prawidłowo wypalony, o ile w strefie tej klinkier osiągnął maksymalną temperaturę około 1450°C i pozostawał w niej przez pewien określony czas. Dlatego konieczne jest utrzymanie stałej temperatury materiału (14), co osiąga się przez sterowanie korekcyjne za pomocą przekaźnika pomocniczego (5) zależnego pod względem temperatury spalin odlotowych od regulatora głównego (2).

WSPÓLDZIAŁANIE REGULATORÓW TEMPERATURY

Temperatura materiału (14) w strefie spiekania mierzona jest ze stanowiska palacza przy po-

mocy pyrometru optycznego. Odchyłki od temperatury wymaganej notowane są na galwanometrze regulującym (6), skąd podawane są do pomocniczego przekaźnika (5) i jako wzmacnione siły elektromotoryczne przedstawiają motor korekcyjny (32), który z kolei oddziałuje na regulator (2). To dodatkowe przedstawienie regulatora (2) zachodzi powoli i trwa tak długo, aż odchyłka temperatury w strefie spiekania całkowicie zniknie.

Gdy temperatura w strefie spalania dąży do temperatury wymaganej, nastawionej na skali pomocniczego przekaźnika (5), to temperatura spalin odlotowych nastawiona w stosunku do ilości paliwa, zmienia się tak długo, dopóki nie ustali się równowaga w strefie spiekania. Zakres zmiany tej temperatury jest określony charakterem sterowania wstępnego.

Wtórne sterowanie nieznacznie zmienia stany otrzymaniwane przez sterowanie wstępne. Przy zachodzących zaburzeniach równowagi, np. po zmianie gatunku węgla, jego wartości opałowej lub składu szlamu, ustalające się temperatury sprowadzane są do pierwotnie wyznaczonych wielkości i po krótkim stosunkowo czasie powstaje stan pełnej równowagi cieplnej w piecu.

Współpraca wstępnego i wtórnego sterowania w odniesieniu do głównego regulatora (2) okazuje się najtrudniejszym zadaniem, które ma być rozwiązane przez zautomatyzowanie pieca obrotowego.

KONTROLA SPALANIA PYŁU WĘGLOWEGO

Główny regulator spalania (7) jako ostatni regulator reguluje za pomocą sterowania przepustnicą (33), w przewodzie przed ekshaustorem spalin (34), stosunek powietrza potrzebnego do spalania całkowitej ilości spalanej paliwa.

Jako wartość pomiarową dla ilości paliwa wykorzystuje się pneumatyczny impuls ciśnienia przy zwężce (25), który równolegle włączony jest do głównego regulatora spalania (7) przez licznik. Tutaj działa jako pierwszy impuls i powoduje zmianę ustawienia przepustnicy (33) zależnie od wydajności palnika¹⁾. Wydajność palnika zależy od zassania odpowiedniej ilości powietrza, potrzebnej do zupełnego spalania dostarczonego paliwa; zatem zmiana ustawienia przepustnicy musi być z powrotem zameldowana jako wsteczny pośredni pomiar zassanej ilości powietrza, opierający się na pomiarze ciągu (36) przy wylocie spalin z pieca a dający impuls do miernika

¹⁾ Impuls ten również wpływa na główny regulator paliwa (2) jako wartość pomiarowa wsteczna.

Tekst do rysunku na str. 60.

Schemat urządzenia doświadczalnego do samoczynnej regulacji wypalania klinkru w piecu obrotowym.

1. — regulator ilości szlamu, 2. — główny regulator paliwa, 3. — pomocniczy przekaźnik (sterowanie wstępne według temperatury spalin), 4. — galwanometr dla temperatury spalin, 5. — pomocniczy przekaźnik (poprawka sterowania wg temperatury strefy spiekania), 6. — galwanometr dla temperatury strefy spiekania, 7. — główny regulator spalania, 8. — napęd aparatu szlamowego, 9. — napęd pieca, 10. — temperatura spalin odlotowych, 11. — odchyłka od wartości teoretycznej spalin odlotowych, 12. — mechaniczne urządzenie nastawcze średniego zapotrzebowania ciepła, 13. — całkowita ilość pyłu węglowego,

wego, 14. — temperatury strefy spiekania, 15. — odchyłka od wartości teoretycznej temperatury strefy spiekania, 16. — ilość powietrza potrzebnego do spalania, 17. — kontroler szlamu, 18. — nadawanie szlamu, 19, 20. — kompresory pomiarowe, 21, 22. — zwężki pomiarowe, 23. — termoelement do pomiaru temperatury spalin, 24. — miernik ilości ciepła (12), 25. — zwężka pomiarowa podająca sumę dla (13), 26. — miernik paliwa (13), 27. — dwa kontrolery pyłu węglowego, 28. — ślimaki pyłu węglowego, 29, 30. — kompresory pomiarowe, 31. — pyrometr optyczny, 32. — silnik korekcyjny, 33. — przepustnica spalin, 34. — ekshaustor spalin, 35. — miernik paliwa, 36. — pomiar ciągu na końcu pieca, 37. — miernik ciągu (ilości spalin), 38. — winda do przepustnicy spalin.

ciągu (37), przekazującego pierwszy impuls do głównego regulatora (7).

Pomiar ilości spalin stoi w stałym stosunku do ilości zassanego powietrza. Bezpośredni pomiar ilości powietrza wtórnego przy piecu „Unax“ z chłodnikami satelitowymi jest niemożliwy, ponieważ ilość powietrza podzielona jest przy wejściu do chłodników na mniejsze składowe, których wskutek obrotu pieca nie można pomierzyć sumarycznie, z dostateczną dokładnością i szybkością.

Główny regulator spalania (7) utrzymuje stały stosunek ilości paliwa do ilości spalin.

Nadmiar powietrza ustala się dowolnie, zależnie od nastawienia regulatora.

Z odrębnego regulatora powietrza pierwotnego zrezygnowano w obawie uzyskania niekorzystnej zmiany położenia płomienia.

Ciąg w piecu regulowany jest przez regulator (7) stosownie do każdorazowej ilości paliwa. Regulacja ta umożliwia opanowanie długości płomienia, który zależy w dużej mierze od współczynnika nadmiaru powietrza.

Z próby samoczynnego nastawiania współczynnika nadmiaru powietrza, np. przez korekcie nadmiaru powietrza według zawartości tlenu w spalinach, zrezygnowano ze względu na nieproporcjonalnie wielki nakład kosztów. W razie potrzeby korekcję przeprowadza się ręcznie.

Nastawienie przepustnicy (33) może nastąpić albo przez bezpośrednie hydrauliczne sterowanie zdalne lub przez linki i przekładnicę, umożliwiające sterowanie windą ręczną ze stanowiska palacza (38).

Regulacja spalania jest związana najściślej z regulacją temperatury przez połączenie paleniska pyłu węglowego z ruchem pieca. Wywiera to decydujący wpływ na prowadzenie pieca.

Powodzenie automatyzacji ruchu pieca zależy od prawidłowego działania poszczególnych pomiarów i regulacji. Osiągnięte wyniki musiałyby znaleźć swój wyraz w podniesieniu ekonomii ruchu lub zwiększeniu termicznej sprawności pieca, przez zmniejszenie zakłóceń i zewnętrznych przeszkód, podniesienie wytrzymałości wymurówki wskutek utrzymywania stałego pola temperatury oraz podwyższenie jakości otrzymanego klinkru.

Nie omawia się tutaj szerzej aparatów pomiarowych, które można podzielić na aparaty rejestrujące, przewidziane do kontroli biegu pieca i jego urządzeń pomocniczych oraz na przyrządy wskaźnikowe, które potrzebne są do prawidłowego nastawienia i dostrojenia regulatorów.

Opracował inż. R. A.

U NASZYCH SĄSIADÓW

Przemysł cementowy w Estońskiej SRR

Przed osiemdziesięciu laty wybudowano nad brzegiem morza Bałtyckiego w Estonii fabrykę cementu „Punane-Kunda“. Jest ona jedną z nielicznych na świecie cementowni używających łupków jako paliwa do wypalania klinkru. Stosuje ona ten rodzaj paliwa już od trzydziestu lat i to w postaci odpadów otrzymywanych z sąsiadujących z nią kopalń łupków.

Wartość opałowa łupków jest stosunkowo niska, wynosi bowiem 2900—3100 cal/kg, przy zawartości 63—64% popiołu.

Łupki mielone na wyl wdmuchuje się normalnie do pieców obrotowych, gdzie dają one płomień bardzo szeroki i stosunkowo ciemny, zmniejszając wskutek tego widoczność w strefie spiekania. Samo wypalanie klinkru odbywa się jednakowoż równomiernie i dobrze. Natomiast niska wartość opałowa łupków wymaga używania ich w znacznych ilościach w stosunku do wypalonego klinkru. Ponieważ, powstając przy ich spalaniu nie posiada jednak szkodliwych składników i wchodzi bezpośrednio w skład klinkru, powodując znaczną wyżkę wydajności klinkru (17—20%) w przeliczeniu na tonę suchego surowca.

Zużycie łupków w stosunkowo krótkich piecach jakie znajdują się w tej cementowni wynosi około 0,8—0,9 t/t klinkru. Można przypuszczać, że w długich piecach zużycie tego paliwa spadłoby do 0,6—0,7 t/t klinkru.

Fabryka posiada 2 piece obrotowe, z których jeden zasilany jest szlamem o wilgotności 33—34%, zaś drugi — o wilgotności 18%. Szlam o niskiej zawartości wilgoci otrzymywany jest przy zastosowaniu filtrów bębnowych, próżniowych, odwadniających. Użycie filtrów powoduje zwiększenie wydajności pieca o około 20% w porównaniu z piecem pracującym na płynnym szlamie.

Dawniej piec posiadał tylko jeden filtr szlamu, co w okresach zmiany tkaniny filtracyjnej zmuszało do wprowadzenia do pieca szlamu o wysokiej zawartości wody. Po zainstalowaniu rezerwowego filtra, wysoka wydajność pieca jest utrzymywana bez przerwy.

Zainstalowanie filtrów wpłynęło również korzystnie na

trwałość wymurówki, która przed tym ulegała zniszczeniu dzięki stosunkowo częstym zmianom wilgotności szlamu.

Przy używaniu szlamu o zawartości 33—34% wody łopatkami stalowymi, wbudowanymi w chłodnym końcu pieca, stale pokrywały się warstwami szlamu, zmniejszając wymianę ciepła oraz światło pieca. Pracownicy cementowni znaleźli sposób na usunięcie tego niedomagania, instalując w strefie łopatek łańcuch, które z jednej strony zwiększyły wymianę ciepła, z drugiej zaś — oczyszczają łopatki z osiadającego na nich szlamu.

Piece pracują ze stosunkowo wysokim współczynnikiem wykorzystania: $K = 0,86$ przy zaplanowanym $K = 0,75$.

Jakość cementu wytwarzanego w omawianej fabryce stale się podnosi: i tak w roku 1948 produkowano cement marki „332“, w roku 1949 — marki „431“ zaś w roku 1950 fabryka nie produkuje marki niższej aniżeli „400“, osiągając wiele tysięcy ton marek „500 i „600“.

Osiągnięcia te zawdzięcza fabryka głównie dużej wydajności oddziału młynów, odziedziczonej po dawnych właścicielach fabryki, którzy rozbudowali oddziały przemiałowe aby sprostać sezonowym wynaganiom, obowiązującym w ustroju kapitalistycznym.

Surowiec przemiela się obecnie na 6—7% pozostałości na sicie 4900, zaś cement mieje się na 5,5 — 2% pozostałości na sicie 4900.

Laboratorium fabryczne dokonało prób przemiałowych i wytrzymałościowych, biorąc do tego celu klinkier średniej jakości. Dzieląc pewną ilość klinkru na 4 części poddano je mieleniu, uzyskując po 24 minutach cement marki „250“; druga część, po 48 minutach, dała markę „400“; trzecia — po 96 minutach — markę „500“; czwarta, po 192 minutach, markę „600“.

W produkcji fabrycznej otrzymuje się cement marki „300“ przy 15% pozostałości na sicie 4900, markę „400“ przy pozostałości 6—7% i markę „500“ przy pozostałości 2—2,5%.

Osiągnięcie wysokich marek cementu jest ze wszech miar korzystne dla gospodarki narodowej, bo np. dla jed-

nego metra sześciennego betonu marki „170” potrzeba około 360 kg cementu marki „250” lub tylko 220 kg cementu marki „500”.

Fabryka wysyła około 35% cementu luzem, chociaż uważa się to za nieekonomiczne ze względu na straty w rozsypie, sięgające od 5 do 10%.

Obecnie projektuje się szeroką rozbudowę tej fabryki przez zainstalowanie filtrów próżniowych dla drugiego pieca, rozszerzenie oddziału surowcowego i węglowego.

W Estonii odczuwa się duże zapotrzebowanie na cement potrzebny do rozbudowy przemysłu, któremu nie może sprostać jedyna cementownia tego kraju.

Przez mniej więcej 20 lat czynna była w Estonii jeszcze jedna fabryka cementu, znajdująca się w pobliżu miasta Rakwiene. W roku 1927 została ona unieruchomiona na skutek kryzysu ekonomicznego i polityki wysokich cen. Firma Smidt, ówczesny właściciel tej cementowni, obawiając się jednak nakazu jej uruchomienia, zburzyła całkowicie ten zakład. Budynki wysadzono w powietrze a urządzenia wywieziono lub sprzedano na złom.

Obecnie planuje się wybudowanie w tym rejonie nowej, estońskiej cementowni.

ODPOWIADAMY NA PYTANIA

Silniki do pieców obrotowych

Pytanie.

Dlaczego do napędu pieców obrotowych stosujemy silniki elektryczne z regulacją obrotów i jakie silniki dają największe korzyści?

Odpowiedź.

Piec obrotowy do wypalania klinkru pracuje nie zawsze w tych samych warunkach. Własności chemiczne szlamu, zawartość wody w szlamie, jakość pyłu węglowego pod względem zawartości popiołu, wilgoci i granulacji przemiału oraz ilości podawanego szlamu ulegają zmianie; okoliczności te zmuszają często do zmiany ilości obrotów pieca celem szybkiego likwidowania zakłóceń w jego pracy. Na przykład ograniczony w pewnych momentach dopływ szlamu zmusza palacza do zmniejszenia ilości obrotów pieca. Z drugiej strony w ostatnich czasach często powiększa się ilość obrotów pieca dla zwiększenia jego wydajności.

Względy te nakazują takie projektowanie napędu pieca obrotowego, by wyżej podane potrzeby regulacji obrotów znalazły łatwe, tanie i ekonomiczne rozwiązanie.

Klasyycznym i najczęściej rozpowszechnionym silnikiem napędowym pieców obrotowych jest dotąd silnik asynchroniczny. W silniku tym regulację obrotów osiągamy przez włączenie dodatkowego oporu w obwód wirnika. Prąd pobierany przez silnik jest proporcjonalny do momentu obrotowego a więc niezależny od obrotów silnika. W wypadku zmniejszenia ilości obrotów silnika do połowy, przez włączenie w obwód wirnika odpowiedniego oporu, silnik pobiera z sieci pełną moc, której połowę traci na pokonanie dodatkowego oporu, podczas gdy druga połowa daje użyteczną pracę.

Dla nowoczesnego pieca obrotowego o produkcji dziennej 350 t klinkru, przy zapotrzebowaniu mocy na wał silnika 100 KW i przy stałym momencie obrotowym, co praktycznie ma miejsce, strata energii na godzinę wyniesie 50 KWh.

Przy prawidłowym ruchu pieca ilość czasu, w którym pracuje on na zniżonych do połowy obrotach nie powinna przekraczać 200 godzin rocznie; roczna strata energii wyniesie wtedy około 10 000 KWh wartości 1000 zł. Stanowi to w stosunku do wartości rocznej produkcji pieca 0,015%.

Prostota budowy silnika asynchronicznego, jego wysoka sprawność, małe koszty konserwacji i duża pewność ruchu zdecydowały o jego powszechnym stosowaniu. Oczywiście stosowane dawniej przekładnie transmisyjne, ustąpiły miejsca przekładniom zębatym, co pozwala na stosowanie tańszych silników o normalnych obrotach.

Bardzo często stosuje się tzw. motoreduktory, stanowiące połączenie silnika z przekładnią zębatą w jednym korpusie.

Od szeregu lat przemysł niemiecki stosuje do napędu pieców obrotowych silniki komutatorowe. Zasada budowy i działania tych silników polega na tym, że silnik posiada stojan silnika asynchronicznego a wirnik silnika prądu stałego. Energia elektryczna stracona na pokonanie oporów w obwodzie wirnika podczas regulacji obrotów silnika asynchronicznego w silniku komutatorowym jest zwracana do sieci. Ponieważ jednak częstotliwość prądu w wirniku jest znacznie mniejsza od częstotliwości prądu sieci, zaszła potrzeba zastosowania przetwornicy częstotliwości w postaci komutatora wirnika silnika komutatorowego.

Układ połączeń silnika komutatorowego bocznikowego z zasilaniem stojana przedstawia się w sposób następujący: stojan silnika komutatorowego jest połączony bezpośrednio z siecią zasilającą a wirnik — za pośrednictwem szczotek komutatora i transformatora regulacyjnego.

Jeżeli oznaczymy siłę elektromotoryczną literą E_2 , a napięcie doprowadzone do wirnika przez P_2 , to otrzymamy zależność między prądem i napięciem w wirniku:

$$J_2 = \frac{E_2 - P_2}{Z_2}$$

gdzie: Z_2 jest to opór wirnika.

Jeżeli wartość napięcia doprowadzonego do wirnika P_2 będziemy zwiększać transformatorem regulacyjnym — siła elektromotoryczna wirnika E_2 musi rosnąć aby prąd J_2 był stały, czego wymaga stały moment obrotowy. By to nastąpiło, obroty silnika muszą maleć.

Gdybyśmy chcieli obroty zwiększyć powyżej synchronicznych, musimy zmienić znak napięcia P_2 na odwrotny. Wtedy dla utrzymania tego samego prądu J_2 , E_2 musi maleć, co nastąpi wte-

dy gdy obroty silnika wzrosną. Przez odpowiednie ustawienie szczotek na komutatorze, możemy uzyskać dobry współczynnik mocy ($\cos \varphi$).

Zalety silników komutatorowych: ekonomiczna regulacja obrotów w dół i w górę oraz dobry współczynnik mocy nie zdobyły jednak dla nich palmy pierwszeństwa, gdyż posiadają one znaczne wady. Budowa ich jest więcej skomplikowana, droższa cena, kłopotliwa konserwacja, mniejsza pewność ruchu. Specjalne trudności mogą także nastęrczać transformatory regulacyjne. Często osiąga się regulację obrotów silników komutatorowych za pomocą przesuwacza szczotek komutatora, co daje zmiany napięcia i zmianę obrotów. Zamiast transformatora regulacyjnego stosuje się też często regulator indukcyjny.

Jak wynika z powyższego, silniki komutatorowe, aczkolwiek posiadają bardzo cenne zalety, regulacji obrotów, w szerszym zakresie nie mogą jeszcze konkurować z silnikami asynchronicznymi.

Jako trzeci rodzaj napędu pieców obrotowych mógłby być stosowany układ Leonarda. Zespół silnikowy tego układu składa się z głównego silnika asynchronicznego, napędzającego prądnicę prądu stałego, która w dalszej kolejności zasila silnik prądu stałego, napędzającego piec obrotowy. Jest to najidealniejsza możliwość ekonomicznej regulacji obrotów, ale zespół silnika

i prądnicy jest znacznie droższy, konserwacja kłopotliwsza i większe straty energii. O ile układ ten stosuje się z powodzeniem do napędu wielkich koparek, wyciągów kopalnianych, wielkich heblarek itp. to do napędów pieców obrotowych jest on za kosztowny.

Mówiąc o regulacji obrotów pieca obrotowego, należy pamiętać że i urządzenia pomocnicze pieca, jak ekshaustory, wentylatory, podawacze węgla i dozowniki szlamu, wymagają regulacji obrotów równocześnie z regulacją obrotów pieca.

Przez analogię do napędu wentylatorów i ekshaustorów, wymagających silników o dużych mocach, stosuje się silniki asynchroniczne z regulacją obrotów oporami w obwodzie wirnika. Natomiast do napędu dozowników szlamu i podawaczy węgla na Zachodzie stosuje się silniki komutatorowe a silniki prądu stałego — w Związku Radzieckim. W naszych cementowniach, zależnie od lokalnych warunków, mają zastosowanie wszystkie wymienione typy silników.

Sprostowanie: W numerze I z 52 r. str. 22, we wzorze omawiającym napięcie dotyku, wkrađ się błąd drukarski.

Powinno być:

$$U_d = 2 \frac{2 \cdot 220}{50 + 2} = 17v.$$

Przegląd Ustawodawstwa

ogłoszony w okresie od 1. X. do 31. XII. 1951 r.

(Ustawy, dekrety, rozporządzenia, okólniki)

Dziennik Ustaw

Uznanie norm ustalonych przez Polski Komitet Normalizacyjny za obowiązujące

(Nr Dz. 53 poz. 372 z dn. 24 września i Nr 54 poz. 381 z dn. 10 października 1951 r. — Rozporządzenia Przewodniczącego PKPG)

Rozporządzenia te wydane zostały na podstawie art. 14 Ustawy z dn. 20 grudnia 1949 r. o utworzeniu Polskiego Komitetu Normalizacyjnego oraz o polskich normach i standartach (Dz.

U. R. P. N 63 poz. 493). Podany jest szereg zakazów odstępowania od ustalonych norm. Dopuszczono do obrotu towarowego przedmioty nie odpowiadające normom, a wyprodukowane przed wejściem w życie wzmiankowanych rozporządzeń. Wymienione zostały przypadki, do których nie mają zastosowania normy. Wreszcie, oznaczone zostały terminy, od których w poszczególnych przypadkach obowiązują powołane rozporządzenia.

Monitor Polski

Nr A — 88 poz. 1214 — Uchwała N 679 Prezydium Rządu z dn. 29 września 1951 r.

Werbunek niewykwalifikowanej siły roboczej

Dopływ z a m i e j s c o w y c h robotników do zakładów pracy. Z a m i e j s c o w y m nie jest ten, kto dochodzi lub dojeżdża nawet z dalszych okolic, jeśli codzień wraca do miejsca swego zamieszkania. Roczny plan rozdziału siły roboczej sporządza PKPG, zatwierdza Rada Ministrów. Werbunek prowadzą bądź organa zatrudnienia prezydiów rad narodowych bądź za ich zezwoleniem zakłady pracy. Podane zostało planowanie werbunku i podstawy jego. Zwerbo-

wani (mężczyźni od 16 do 55 lat, kobiety od 16 do 50) mają wiedzieć o warunkach pracy i płacy i wyrazić zgodę na zawarcie umowy. Uchwała precyzuje warunki umów.

Rozliczenia za dostawy i usługi z jednostkami budżetowymi

(Nr A-90 poz. 1239 — Zarządzenie Ministra Finansów z dn. 26 września 1951 r.).

Jednostka budżetowa prowadząca rachunkowość w oparciu o przepisy wykonywania budżetu Państwa oraz o rachunkowości budżetowej, b l o k u j e właściwe kredyty zgodnie z § 67 za-

łącznika do zarządzenia Ministra Finansów z dn. 25 listopada 1950 r. bądź na żądanie dostawcy z własnej inicjatywy. Kredyty budżetowe wygasają bez względu na 31 grudnia, a z uwagi na to umowy (zamówienia) powinny być zawierane z takim rozliczeniem czasu, by wykonanie ich i opłacenie następowały w tym samym okresie budżetowym. Podane są składowe części tych umów z dostawcą, tryb postępowania z fakturą wystawioną przez dostawcę w stosunku do banku i inne dane. Odpowiedzialność za brak środków na pokrycie faktury ponosi kierownik jednostki budżetowej i główny (starszy) księgowy. Weszło w życie 25 października 1951 r.

Zmiana zarządzenia w sprawie ujawnienia, upłynnienia i zapobiegania tworzeniu się zbędnych i nadmiernych remanentów materiałów zaopatrzeniowych w urzędach, instytucjach i przedsiębiorstwach państwowych

(Nr A-87 poz. 1202 — Zarządzenie Przewodniczącego PKPG z dn. 20 września 1951 r.)

Zarządzenie w tym przedmiocie było zamieszczone w Monitorze Polskim Nr A-46 poz. 602 i Nr A-51 poz. 685 w roku 1951. Niniejsze zarządzenie skreśla w poprzednim w § 2 pkt 3 słowa „oraz normatywny zapas planowany na koniec 1951 r.” i w § 11 ust. 3. Natomiast § 12-mu nadaje brzmienie, że zainteresowani ministrowie mogą w porozumieniu z Przewodniczącym PKPG uregulować bardziej szczegółowo i odmiennie (w całości lub częściowo) tryb postępowania w wymienionych sprawach. Druki sprawozdawczości określone w §§ 57, 61, 62 i 63 stanowiącej załącznik do poprzedniego zarządzenia zastępuje się drukami — załącznikami do niniejszego zarządzenia NN 1, 2, 3, 4, 5 i 6. Weszło w życie 8 października 1951 roku.

Odbywanie i finansowanie praktyk zawodowych uczniów szkół zawodowych oraz praktyk wakacyjnych i dyplomowych studentów wyższych uczelni na 1952 r.

(Nr A-91 poz. 1254 — Uchwała Prezydium Rządu N 709 z dn. 13 października 1951 roku.)

Szkoły zawodowe i wyższe uczelnie dokonują przydziału praktyk na podstawie umów z zakładami pracy oraz kontrolują przebieg praktyk zgodnie z programem nauki. Treść tych umów i sposób zawierania ich określi zarządzenie Prezesa Rady Ministrów. Praktyki będą finansowane wyłącznie z budżetu szkół i wyższych uczelni, a kwoty wstawione do budżetu na 1952 rok.

Sposób i zasada pokrywania odszkodowania za przymusowo wykupione nieczynne maszyny przemysłowe

(Nr A-91 poz. 1260 — Zarządzenie Ministra Finansów z dn. 13 października 1951 r.)

Odszkodowanie płatne jest po uprawomocnieniu się orzeczenia o wykupie i po odbiorze ich przez wykonawcę narodowych planów gospodarczych, w skrócie „nabywcę”. Tryb i zasady postępowania określa rozporządzenie Rady Mi-

nistrów z dn. 31 marca 1951 roku (Dz. U. R. P. N 19 poz. 155).

Zmiana zarządzenia z dnia 10 marca 1951 r. w sprawie stosowania wzoru umowy ramowej dotyczącej sporządzania dokumentacji technicznej dla inwestycji

(Nr A-94 poz. 1308 — Zarządzenie Przewodniczącego PKPG z dn. 22 października 1951 r.)

W § 25 powołanego zarządzenia z dnia 10 marca 1951 r. (Monitor Polski Nr A-35 poz. 444 i Nr A-49 poz. 647) skreślony został pkt 3 i nie należy go stosować z dniem 1 czerwca 1951 r.

Obowiązek okresowego uzgadniania przez inwestorów zapisów księgowych w zakresie finansowania inwestycji z bankami finansującymi inwestycje

(Nr A-96 poz. 1324 — Zarządzenie Ministra Finansów z dn. 12 listopada 1951 r.)

Dotyczy ono wszystkich bezpośrednich inwestorów, którzy obowiązani są co najmniej raz na kwartał uzgadniać zapisy księgowe z bankami i po upływie każdego kalendrzowego kwartału w ciągu 14 dni przedstawić bankowi wykazy uzgodnionych kont i uzyskać od banku potwierdzenie zgodności, które w odpisach należy przysłać inwestorom nadrzędnym wraz z sprawozdaniami finansowymi. Weszło w życie 22 listopada 1951 r.

Ustalenie wysokości kosztów dokumentacji kapitalnych remontów

(Nr A-100 poz. 1470 — Zarządzenie Przewodniczącego PKPG i Ministra Finansów z dn. 9 listopada 1951 r.)

Koszt mieścić się ma w ogólnej sumie nakładów według kosztorysu, mającej doprowadzić obiekt do zdolności użytkowej, wynosi 4% sumy kosztorysowej i wymaga zatwierdzenia władzy zwierzchniej. Przekroczenie 4% musi mieć zgodę ministra na wniosek jednostki nadrzędnej. W dalszym ciągu zarządzenia zezwala na nieodpłatne udostępnienie powołanej dokumentacji innym jednostkom społecznym za zgodą władzy naczelnej użytkownika obiektu remontowego. Omówiono finansowanie na rok 1952. Weszło w życie 13 grudnia 1951 roku.

Robotniczo-inżynierskie brygady racjonalizatorskie

(Nr A-104 poz. 1513 — Zarządzenie Przewodniczącego PKPG z dn. 15 grudnia 1951 r.)

Zarządzenie zapewnia rozwój wyższej formy ruchu wynalazczości przez połączenie twórczej inicjatywy i praktycznego doświadczenia przodowników pracy, robotników i mistrzów z wiadomościami i doświadczeniami techników i inżynierów. Brygada stanowi zespół pracowników uspołecznionego zakładu pracy dla wykonywania zadań racjonalizatorskich celem szybkiego usuwania wąskich przekrojów produkcji, pracochłonnych prac itp. Każdy pracownik może i inicjować utworzenie brygady przez dobranie sobie odpowiedniego składu

osobowego z rękojmią wykonania zadania w terminie.

Dalsze przepisy ustalają opiekę nad brygadami ze strony szeregu instytucji i osób, kooptację fachowców z innych zakładów pracy i instytucji. Brygada zawiera umowę z zakładem pracy według podanych wytycznych. Prace w zasadzie brygada wykonuje własnymi siłami i w godzinach poza służbowych. Pro-

jekt zgłasza się w komórce wynalazczości zakładu pracy, która przyjmuje go. W koniecznych przypadkach członkowie brygady mogą być zwalniani od swych zajęć do prac nad realizacją projektu z zachowaniem wynagrodzenia dla nich do wysokości średniego zarobku z ostatnich trzech miesięcy. Pozostałe przepisy regulują wynagrodzenia z tytułu wynalazczości. Zarządzenie weszło w życie 28 grudnia 1951 roku.

Biuletyn PKPG

Terminy i czas trwania remontów w przedsiębiorstwach przemysłowych

(Zarządzenie Przewodniczącego PKPG z dn. 13 września 1951 r. — Biuletyn N 26 poz. 274)

Dotyczy ono takich remontów maszyn i urządzeń technicznych, które powodują zatrzymanie maszyn i urządzeń technicznych i ograniczenie produkcji. Terminy zatwierdza dyrektor przedsiębiorstwa lub naczelny inżynier. Przesunięcie zatwierdzonych terminów wymaga ponownego zatwierdzenia. Dalsze przepisy dotyczą przesunięcia terminów na okres wcześniejszy oraz kalendarzowego czasu trwania remontu. Zasady te wprowadza się w życie 1 listopada 1951 r. Odpowiednie polecenia przesyła przedsiębiorstwom właściwi ministrowie.

Zużywanie mułu węglowego i wypłata nagród za jego gospodarcze wykorzystanie

(Zarządzenie Przewodniczącego PKPG N 397 z dn. 10 października 1951 r. — Biuletyn N 29 poz. 297).

Zobowiązuje się dyrektorów zakładów przemysłowych do maksymalnego spalania mułu węglowego w granicach możliwości technicznych urządzeń. Załącznik podaje regulamin wynagradzania pracowników za stosowanie maksymalnego spalania mułu z jednoczesną oszczędnością innych sortymentów węgla. Poprzednie zarządzenie w tym przedmiocie utraciło moc z dniem 1 sierpnia 1951 r. (Biuletyn N 20 poz. 196).

Planowanie i finansowanie szkolenia wewnątrz-zakładowego w 1952 roku

(Zarządzenie Przewodniczącego PKPG N 403 z dn. 19 października 1951 r. — Biuletyn N 20 poz. 300).

Szkolenie bez odrywania od pracy. Finansowanie ze środków obrotowych przedsiębiorstwa a kwoty będą stanowiły oddzielną część funduszu płac, jako wynagrodzenie dla szkoleńców robotników. Departament zatrudnienia PKPG ustali do 27 października 1951 r. globalne ilości szkolonych, a do 30 listopada 1951 r. globalne kwoty pieniężne w resortach. Narodowy Bank Polski zatwierdzi limity, ministerstwa rozdziela limity, pomiędzy centralne zarządy, a te pomiędzy przedsiębiorstwa. Przedsiębiorstwa sporządzą plan dodatkowego zapotrzebowania na robotników kwalifikowanych ustala jego pokrycie ze źródeł poza zakładowych oraz opracują plan szkolenia wewnątrz w oparciu o limity finansowe, przyznane przez centralne za-

rzędy. Sposób sporządzania planu dodatkowego opracuje powołany Departament do 15 listopada 1951 r. i prześle instrukcję.

Uzupełniające zarządzenie w sprawie paszportyzacji przedsiębiorstw przemysłu państwowego.

(Zarządzenie Przewodniczącego PKPG N 414 z dn. 31 października 1951 r. — Biuletyn N 30 poz. 314).

Przedsiębiorstwa przesyłają paszporty do PKPG za pośrednictwem jednostek nadrzędnych. Tryb ten dotyczy i zmian kolejowych w paszportach. Jednostki nadrzędne ustalają zgodność formalną paszportów i kolejność zmian w nich z przepisami i Biuletynów N 10 poz. 110 i N 19 poz. 178 z 1951 r. i w zorcami danej branży. Parafa kierownika jednostki nadrzędnej na 1-szej stronie każdego egzemplarza paszportu i kolejności pod pieczętką jest wyrazem sprawdzenia. A gdy ministerstwo jest jednostką nadrzędną — parafa dyrektora departamentu. Braki usuwa przedsiębiorstwo, a nie jednostka nadrzędna.

Usprawnienie prac w zakresie opracowywania i zatwierdzenia dokumentacji technicznej

(Pismo Okólne Przewodniczącego PKPG N 25 z dn. 7 listopada 1951 r. — Biuletyn N 31 poz. 329).

Pismo to usuwa szereg niedociągnięć w pracy biur projektów i inwestorów. Niedociągnięcia: zaobszernie opracowywanie założeń i projektów i projektów wstępnych; zamechaniczne stosowanie ramowych instrukcji przez niedostosowywanie do odmiennego zakresu działania biur i niewprowadzenie niezbędnych uproszczeń; wypaczanie sensu instrukcji; niewskazane jest opracowywanie dalszych стадów dokumentacji przed opracowaniem lub zatwierdzeniem założeń projektu i projektów wstępnych; zmiany zasadniczych wielkości dokumentacji wstępnej nie zawsze znajdują odbicie w korekcie dokumentacji; przewlekłe i zatwierdzanie przez władze zatwierdzające dokumentację; przetrzymanie rozpatrywania meritum i decyzji na czynnikach zwierzchnie (uchylanie się od odpowiedzialności) itp. Niniejsze pismo okólne przytacza szereg aktów prawnych, które uregulowały powyższe zagadnienia i ustala tryb postępowania celem usprawnienia prac biur projektów i inwestorów oraz ustala wytyczne w powyższym przedmiocie.

Państwowe Wydawnictwa Techniczne

NOWE KSIĄŻKI

PRZEMYSŁ WŁOKIENNICZY.

- PAWŁOW N. prof.: **Zużytkowanie odpadków przy przędzeniu bawełny.** Tłum. z ros. inż. S. Werner. Format A5, s. 40, rys. 2, tabl. 37, nakład 3000, zł 7.30. Książka zawiera charakterystykę odpadków powstających przy przędzeniu bawełny oraz podaje możliwości ich użytkowania w przędzalniach. Przeznaczona jest dla robotników, mistrzów i techników zatrudnionych w przędzalniach, może również oddać usługi uczniom szkół zawodowych.
- SCHILLING E. dr, MÜLLER W. dr: **Len.** Tłum. z niem. inż. St. Dowgielewicz. Format B5, s. 335, rys. 129, tabl. 57, nakład 3000, zł 39.—. Książka o charakterze monografii zaznajamia z botaniką lnu, metodami jego uprawy i wprawy przed przędzeniem. Przeznaczona jest dla pracowników technicznych przemysłu roszarniczego i lnianarskiego. może również oddać usługi studentom szkół włókienniczych i rolniczych.

INNE PRZEMYSŁY LEKKIE.

- BRUSIŁOWSKI C.: **Wypalanie kamienia wapiennego i przyrządzanie mleka wapiennego.** Tłum. z ros. mgr J. Grzymek. Format A5, s. 163, rys. 70, nakład 1500, zł 32.—. Książka zawiera opis procesu wypalania i przyrządzania mleka wapiennego w przemyśle chemicznym przy produkcji sody; przedstawiono w niej typy pieców oraz urządzeń dissolwerowych używanych do tego celu. Przeznaczona jest dla robotników i mistrzów obsługujących piece do wypalania wapna dla celów przemysłu chemicznego, a zwłaszcza dla fabryk sody.
- CHYZEWSKI E. dr: **Chemia fizyczna procesów garbarskich.** Część II — Garbowanie właściwe. Format A5, s. 353, rys. 25, tabl. 47, nakład 3100, zł 38.50. Książka omawia teoretyczne podstawy procesów przebiegających w warsztacie właściwego garbowania. Jest ona przeznaczona dla inżynierów przemysłu garbarskiego. znajdują w niej również wiele pożytecznych wiadomości technicy i mistrzowie garbarze.
- GOLUBOWICZ A., JERUZALIMCZYK A., ZARENOW A.: **Technologia smolowych i bitumicznych materiałów dachowych.** Tłum. z ros. mgr inż. I. Płoński. Format A5, s. 325, rys. 100, tabl. 27, nakład 2000, zł 60.—. Książka omawia przebieg procesów technologicznych związanych z wytwarzaniem smolowych i bitumicznych materiałów dachowych. Przeznaczona jest dla personelu inżynieryjno-technicznego przemysłu papowego.
- BIBLIOTEKA PLANU SZESZCIOLETNIEGO.**
- WOJNAR J. mgr, inż.: **Przemysł naftowy w Planie Sześcioletnim.** Format A5, s. 67, rys. 24, nakład 7000, zł 4.50.

PORADNIKI TECHNICZNE.

- Poradnik techniczny — Mechanik** (dzieło zbiorowe pod naczelną redakcją inż. A. Troškolańskiego). Tom I, część 2, zeszyt 14. Wyd. III. Format B6, s. 80, nakład 6000, zł 9.—. Treść zeszytu: dokończenie rozdziału o pomiarach wielkości optyki geometrycznej. Pomiar fotometryczny. Pomiar barwy. Polarymetria. Pomiar techniczne wielkości elektrycznych. Książka przeznaczona jest dla techników i inżynierów mechaników.

RÓŻNE.

- PIETKIEWICZ K., LULINIECKI A.: **Poradnik mistrza.** Tłum. z ros. S. Albrycht. Format A5, s. 94, nakład 3000, zł 12.20.

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

W książce scharakteryzowano rolę mistrza w wykonaniu planów produkcyjnych, w oparciu o obowiązujące w ZSRR ustawodawstwo pracy, wynagrodzenia za pracę robotników, normowanie techniczne, systemy płac zarobkowych i premiowanie mistrzów, techniczne nauczanie mistrzów i robotników oraz zadania mistrza we współzawodnictwie socjalistycznym i racjonalizacji. Poradnik ma być pomocą mistrzowi w kierowaniu powierzonym mu zespołem ludzi i maszyn w celu osiągnięcia najlepszych wyników pracy. Mogą z niego również korzystać kierownicy przedsiębiorstw i zakładów, kierownicy wydziałów produkcyjnych, szkoleniowych, socjalnych i innych w celu wyzyskania doświadczeń w organizacji pracy mistrzów radzieckich.

PRACE NAUKOWO-BADAWCZE INSTYTUTU TECHNIKI BUDOWLANEJ.

- CZECHOWICZ J.: **Dokładność obliczenia wyników badań technicznych własności drewna.** Format A4, s. 6, nakład 1000, zł 2.60.
- GNIEWIŃSKI C., PRZEWIRSKI F.: **Drogi i ulice w osiedlach mieszkaniowych.** Format A4, s. 28, nakład 3000, zł 1.80.
- GORDZIAŁKOWSKI W.: **Wytyczne do budowy i utrzymania nawierzchni brukowanych.** Format A4, s. 7, rys. 7, nakład 1500, zł 1.60.
- GÓRSKI M., KOTER M.: **Dotychczasowe polskie badania nad zastosowaniem żużla wielkopieczowego w rolnictwie.** Format A5, s. 14, rys. 16, nakład 2000, zł 2.50.
- KORNGUT J.: **Zastosowanie wełny żużlowej.** Format A4, s. 18, rys. 44, nakład 2500, zł 2.80.
- ŁĄCKI T.: **Wyniki konkursu na elementy konstrukcyjne domów prefabrykowanych.** Format A4, s. 20, rys. 38, nakład 1500, zł 5.60.
- MACIEJEWICZ W.: **Wykonanie i organizacja robót przy budowie nawierzchni klinkierowych.** Format A4, s. 18, rys. 45, nakład 1000, zł 5.50.
- MANDES J.: **Zagadnienie granicy ściskalności założenia płaskich przekrojów w teorii zginania prętów prostych.** Format A4, s. 24, rys. 10, tabl. 10, nakład 1000, zł 13.50.
- ROZMEJ Z.: **Badanie nasiąkliwości i higroskopijności płyt torfowych. Badanie własności akustycznych płyt torfowych.** Format A4, s. 28, rys. 24, nakład 1000, zł 6.60.
- SKAIMOWSKI W., ABRAMOWICZ J.: **Badania nad grypsami bitumicznymi. Badania mączek mineralnych.** Format A4, s. 30, nakład 1000, zł 10.—.
- SKORASZEWSKI W.: **Węzły i bloki sanitarne.** Format A4, s. 24, rys. 39, nakład 2000, zł 6.50.
- SUSZYCKI P.: **Konserwacja i renowacja nawierzchni klinkierowych.** Format A4, s. 8, rys. 7, nakład 1500, zł 1.60.
- ZALEWSKI M.: **Złącza pętlicowe.** Format A4, s. 8, nakład 2000, zł 1.60.

GŁÓWNEGO INSTYTUTU GÓRNICZWA.

- Komunikat nr 71: Zarański T. dr inż. — **Uwagi dotyczące badania i oceny ręcznych obrotowych wiertarek górniczych.** Wyd. II. Format A4, s. 34, rys. 26, tabl. 7, nakład 1000, zł 12.50.
- Komunikat nr 92: Peretiatkowicz A., mgr inż. — **Badania kopalnianych wentylatorów lutniowych.** Format A4, s. 26, rys. 21, nakład 1000, zł 6.70.

GŁÓWNEGO INSTYTUTU NAFTOWEGO.

- Zleceniodawca: Ministerstwo Górnictwa — **Selektywna rafinacja i odparafinowanie olejów smarowych.** Format A4, s. 61, rys. 17, tabl. 24, nakład 1000, zł 16.—.

GŁÓWNEGO INSTYTUTU METALURGII.

- Zleceniodawca: Min. Przemysłu Ciężkiego — **Zeszyt 4.** Format A4, s. 350, nakład 1000, zł 20.—.

NOWE KSIĄŻKI

GŁÓWNEGO INSTYTUTU ODLEWNICTWA.

Zleceniodawca: Min. Przemysłu Ciężkiego — Zeszyt 2.
Format A4, s. 50, nakład 1000, zł 13.90.

GŁÓWNEGO INSTYTUTU WŁOKIENNICTWA.

Zleceniodawca: Min. Przemysłu Lekkiego — Zeszyt 1.
Format A4, s. 51, nakład 1000, zł 14.50.

INSTRUKCJE**CENTRALNEGO ZARZĄDU ENERGETYKI.**

Przepisy techniczne na przyłączanie urządzeń elektrycznych do sieci rozdzielczych podległych Centralnemu Zarządowi Energetyki. Format A5, s. 34, nakład 6000, zł 1.—.

INSTYTUTU TECHNIKI BUDOWLANEJ.

Laboratorium polowe przy budowie nawierzchni betonowych. Format A5, s. 43, rys. 20, nakład 3000, zł 2.50.

MINISTERSTWA GÓRNICTWA.

Instrukcja ruchowo-porządkowa kopalń przemysłu węglowego. Format A6, s. 31, nakład 15000, zł 0.60.

ARCHITEKTURA

CZUBINSKI Z., HELWIG Z., ZIELONKO A.: **Dobory drzew, krzewów i bylin** (Materiały dla potrzeb planowania i realizacji zieleni w krajobrazie otwartym i zurbanizowanym). Format B3, s. 167, rys. 62, nakład 3000, zł 30.—.

Praca zaznajamia z podziałem obszaru na regiony i podregiony geobotaniczne oraz omawia wyczerpująco zagadnienie właściwego doboru drzew, krzewów i bylin w krajobrazie otwartym, jak również dla terenów zurbanizowanych. Książka przeznaczona jest dla ogrodników, szkółkarzy, urbanistów i architektów krajobrazu zarówno w zakresie prac projektodawczych, jak i realizacyjnych.

CHEMIA

BRODSKI A.: **Chemia fizyczna**. Tom II: Termodynamika chemiczna. Część 2. Tłum. z ros. dr inż. W. Tomassi. Format A5, s. 132, rys. 7, tabl. 19, nakład 8000, zł 8.—.

Część 2 podstawowej pracy z zakresu termodynamiki chemicznej zawiera omówienie następujących zagadnień: równowagi chemicznej w układach gazowych, zmiany stanu skupienia, obliczania stałej równowagi chemicznej oraz statystyki i termodynamiki. Książka dostosowana jest do potrzeb wyższych uczelni technicznych i wydziałów chemicznych uniwersytetów i politechnik; korzystać z niej mogą również pracownicy naukowi i inżynierowie.

LEHMANN G. prof. dr: **Pomiary stężenia jonów wodorowych**. Tłum. z niem. mgr Z. B. Format A5, s. 190, rys. 60, nakład 5000, zł 18.50.

Książka zaznajamia w przystępny sposób z teoretycznymi podstawami pomiarów stężenia jonów wodorowych oraz podaje metody oznaczania pH za pomocą wskaźników i potencjometrycznie. Przeznaczona jest dla laborantów i techników zatrudnionych w laboratoriach fabrycznych i biologicznych a także dla studentów biologii i medycyny.

GÓRNICTWO, KOPALNICTWO

ARUTIUNOW A.: **Wydajność odwiertów naftowych**. Tłum. z ros. inż. J. Gaska. Format A5, s. 146, rys. 38, nakład 2000, zł 22.—.

Książka podaje w przystępnej formie sposoby wykonywania pomiarów i metody określania na ich podstawie równań mających na celu ustalenie wydajności odwiertów naftowych. Przeznaczona jest dla techników i inżynierów przemysłu naftowego oraz może służyć za lekturę uzupełniającą dla uczniów szkół zawodowych.

LESIECKI W. prof. mgr inż.: **Transport kopalniany**. Część I — Odstawa urobku (Górnictwo — tom IX). Format B5, s. 718, rys. 833, tabl. 71, nakład 3000, zł 130.—.

Książka opisuje urządzenia odstawy urobku na kopalniach ze szczególnym uwzględnieniem kopalń węgla, zawiera obliczenia tych urządzeń oraz informuje o zasadzie ich działania i zastosowania w różnych warunkach kopalnianych. Ponadto podając i wyjaśniając przyczyny usterek w urządzeniach odstawy urobku — praca zaznajamia ze sposobami ich usuwania. Przeznaczona jest dla inżynierów ruchu oraz słuchaczy wyższych szkół górniczych.

WIERZCHOWSKA Z. inż.: **Miernictwo powierzchniowe i podziemne** (Biblioteczka Górnicza — tomik 15). Format A5, s. 151, rys. 155, nakład 4000, s. 17.50.

Książka zawiera przystępne omówienie ogólnych zasad przeprowadzania pomiarów na powierzchni i w podziemiach kopalń, zaznajamia z przyrządami mierniczymi oraz ze sposobem wykonywania zdjęć i nanoszeniem pomiarów na plany kopalniane i ich odczytywaniem. Przeznaczona jest dla pomocników mierniczych, uczniów szkół zawodowych oraz wszystkich, którzy interesują się pracą mierniczą i zadaniami miernictwa podziemnego.

HUTNICTWO

SCHNEIDER M. inż.: **Ciągnięcie stali**. Format B5, s. 224, rys. 138, tabl. 51, nakład 3000, zł 35.—.

Książka podaje w zwięzłym układzie dane dotyczące teorii i praktyki ciągnięcia stali. Przeznaczona jest głównie dla techników i inżynierów o wysokim przygotowaniu technicznym.

ELEKTROENERGETYKA I TELEKOMUNIKACJA

BRONWELL A. B., BEAM R. E.: **Teoria i zastosowanie mikrofal**. Tom I. Tłum. zbiorowe z ang. pod red. dr inż. St. Ryżko. Format A5, s. 340, rys. 149, nakł. 1500, zł 90.—.

Praca zaznajamia z ogólną teorią i przykładami konstrukcyjnymi mikrofalowych układów generacyjnych z zastosowaniem specjalnych triod, klustronów, magnetronów itp., z teorią linii długich oraz z zasadami urządzeń nadawczych i odbiorczych. Przeznaczona jest dla inżynierów oraz studentów oddziałów łączności wyższych uczelni technicznych.

BORKOWSKI K. mgr inż.: **Systemy telefonicznych central automatycznych miejskich**. Tom II — Systemy maszynowe i przekąźnikowe. Format A5, s. 248, rys. 121, nakład 1700, zł 45.—.

W tomie II omówione są istotne cechy konstrukcyjne systemów maszynowych i przekąźnikowych oraz przeanalizowane zostały ich zasadnicze procesy łączenia. Działanie ważniejszych systemów jest wyjaśnione na schematach organów połączeniowych, w których są praktycznie stosowane. Książka przeznaczona jest dla techników i inżynierów telekomunikacji zatrudnionych w przemyśle i eksploatacji oraz dla studentów szkół inżynierskich i politechnik. Dodatkiem do książki jest atlas rysunków zawierający 27 plansz.

RIABKOW A. prof.: **Obliczenie elektroenergetycznych układów przesyłowych**. Tłum. z ros. dr inż. A. Myślicki. Format A5, s. 282, rys. 105, tabl. 17, nakład 3000, zł 41.—.

Tematem książki są podstawy oraz praktyczne metody obliczania linii przesyłowych wysokiego napięcia, zagadnienie regulacji napięcia wraz z określeniem mocy kompensatorów, wykresy pracy układów przesyłowych i analiza techniczno-gospodarcza obliczeń. Książka jest przeznaczona dla słuchaczy wyższych szkół technicznych oraz dla techników i inżynierów zajmujących się w praktyce obliczeniami linii przesyłowych.