

**TEMAT
NUMERU:**
**ROZWIĄZANIA DLA
BRANŻY KRUSZYW I PRZEMYSŁU
CEMENTOWO-WAPIENNICZEGO**
strony 8-30

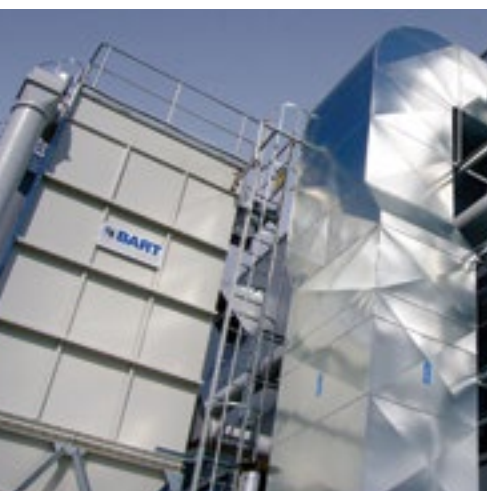


Przesiewanie kruszyw i materiałów budowlanych – s. 10

Badanie betonu – s. 24

Pojazdy specjalistyczne (przegląd rynku) – s. 48

Zaawansowane rozwiązania dla czystego środowiska!



- || Wentylacja przemysłowa
- || Odpylanie i Odkurzanie
- || Urządzenia i Instalacje ATEX

- || Odsiarczanie spalin
- || Filtracja i Neutralizacja gazów
- || Transport materiałów sypkich

Realizacja inwestycji w formule "projektuj i buduj"

instal-filter.pl

INSTAL-FILTER SA | ul. Północna 1A, 64-000 Kościan

bart-vent.pl

BART Sp. z o.o. | ul. Będzińska 41/I, 41-205 Sosnowiec



Drodzy Czytelnicy!

P o przeszło dwóch latach pandemii powoli rozkręca się branża eventowo-wystawiennicza, która zachęca do udziału w licznych spotkaniach zaplanowanych na bieżący rok. Zdajemy sobie sprawę, że większość z Państwa w ostatnim czasie miała ograniczone możliwości spotkania się ze swoimi kontrahentami czy potencjalnymi klientami, dlatego mamy nadzieję, że obecnie sytuacja ta ulegnie zmianie. Nasza redakcja już teraz przygotowuje się do udziału w największych imprezach branżowych, które kiedyś odwiedzaliśmy. Najbliższe z nich to konferencja KRUSZYWA MINERALNE w Kudowie oraz targi NOWA INFRASTRUKTURA w Kielcach. Tradycyjnie już zebraliśmy dla Państwa szereg interesujących materiałów – tym razem poświęconych rozwiązaniom dla branży kruszyw i przemysłu cementowo-wapienniczego.

W kwestii kruszyw odsyłamy do publikacji naszego redakcyjnego kolegi – dr. inż. Marcina Bieńkowskiego – który opisał działanie przesiewaczy oraz urządzeń przesiewających, dokonując jednocześnie klasyfikacji i podziału oferowanych na polskim rynku sit. Materiał ten znajdzie Państwo na s. 10. W bieżącym numerze *POWDER & BULK* znajdzie Państwo również sporą ilość artykułów poświęconych zagadnieniom związanym z różnego rodzaju materiałami wiążącymi stosowanymi w budownictwie. W jednym z nich przeczytają Państwo o ciekawostkach historycznych dotyczących przemysłu cementowego w Polsce. Zapewne nie każdy wie, że Polska należy do nielicznych krajów, które jako pierwsze na świecie rozpoczęły w skali przemysłowej produkcję cementu. Do lektury tego artykułu odsyłam Państwa na s. 29.

Niewątpliwie ani w branży kruszyw, ani w przemyśle cementowo-wapienniczym nie wyobrażamy sobie pracy bez pomocy specjalistycznych pojazdów i urządzeń. Specjalnie dla Państwa prezentujemy na naszych łamach najciekawsze i najnowocześniejsze pojazdy z oferty światowych producentów. Wśród nich nie zabrakło oczywiście koparek, ładowarek, wozideł (to m.in. dla branży kruszyw), cementowozów czy betonomieszarek. Prezentacje wybranych pojazdów znajdzie Państwo na s. 49–53.

Ponieważ po dwóch latach wracamy z naszą konferencją „Nowoczesne technologie w przemyśle materiałów sypkich”, serdecznie zapraszamy firmy zainteresowane współpracą do kontaktu z redakcją: tel. 510 485 880, redakcja@powderandbulk.com.pl. Konferencję zaplanowaliśmy na 19 października br. podczas targów SyMas w Krakowie.

Korzystając z okazji, zachęcamy do zamawiania prenumeraty naszego czasopisma. Tylko w ten sposób będą mogli Państwo na bieżąco śledzić informacje branżowe. Formularz jest dostępny na s. 55.

Życzymy przyjemnej lektury!
Zespół redakcyjny *POWDER & BULK*

PULSATORY PNEUMATYCZNE



INWET
ROK ZAŁ. 1989

Przedsiębiorstwo Wdrażania Innowacji
Spółka Akcyjna

Nasza oferta obejmuje również:

- WIBRATORY PRZEMYSŁOWE
- PODAJNIKI I PRZESIEWACZE WIBRACYJNE
- SYSTEMY AERACYJNE
- CZYSZCZENIE ZBIORNIKÓW

PL 41-500 Chorzów, ul. Zgrzebnika 5
tel. 32 241 13 09 fax 32 247 48 94 kom. 601 701 188
www.inwet.eu e-mail: inwet@inwet.eu



10

Proces przesiewania polega na sortowaniu materiałów w urządzeniu zwanym przesiewaczem za pomocą zestawu ustawionych kaskadowo sit (płaskich, cylindrycznych lub stożkowych) o różnej, malejącej wielkości oczek. Dzięki temu możliwe jest rozdzielanie materiału na kilka lub kilkanaście frakcji, różniących się od siebie wielkością ziaren. Artykuł prezentuje dostępne na rynku przesiewacze.



29

Polska należy do nielicznych krajów, które jako pierwsze na świecie rozpoczęły w skali przemysłowej produkcję cementu. W artykule przedstawiamy zarys historyczny rozwoju przemysłu cementowego w Polsce.



32

kosztów. Problem ten wystąpił u pewnego operatora cementowni i dotyczył posiadanych przenośników kubelkowych. Wsparcia udzielił dział techniczny firmy BEUMER, proponując korzystną modernizację wspomnianych przenośników.



44

Stosowane technologie wydobywania żwirów i piasków zależą przede wszystkim od warunków geologiczno-górnictwowych i hydrogeologicznych złóż. Przedstawiamy je w artykule, który jest fragmentem książki pt. „Wydobycie i produkcja drobnych frakcji kruszyw naturalnych oraz technologie ich zagospodarowania”

SPIS TREŚCI

WYDARZENIA I AKTUALNOŚCI

5-7

JUBILEUSZE W BRANŻY

Jubileusz na dwóch tysiącach kół. Ruta Transport

8

świętuje 35 lat w drogowym transporcie w silosach

SPECJALNY DODATEK TEMATYCZNY
ROZWIĄZANIA DLA BRANŻY KRUSZYW
I PRZEMYSŁU CEMENTOWO-WAPIENNICZEGO:

Przesiewanie kruszyw i materiałów budowlanych 10

Nowoczesne wagi pokładowe 15

OZB oferuje urządzenia dla cementowni
i producentów materiałów sypkich 16

Maszyny i urządzenia – przegląd rynku 17-21

Badanie betonu 24

Zarys historyczny rozwoju przemysłu cementowego 29

Nie zawsze musi być nowe 32

Cement - budowlany materiał wiążący 34

WAKRO pracuje nad innowacjami 42

Rozmowa z Romanem Warownym, członkiem zarządu
i dyrektorem technicznym w firmie WAKRO Sp. z o.o.

Technologie wydobywania żwirów i piasków 44

TRANSPORT I LOGISTYKA

Pojazdy specjalistyczne – przegląd rynku 48-52

ROZMAITOŚCI

Formularz prenumeraty 53

Zapowiedź następnego wydania 54

Harmonogram wydawniczy na rok 2022 55

powder&bulk
MATERIAŁY SYPKIE I MASOWE

Redakcja:

ul. Elizy Orzeszkowej 11,
41-300 Dąbrowa Górnicza
tel.: 32 262 76 22
e-mail: redakcja@powderandbulk.com.pl
www.powderandbulk.com.pl

Redaktor naczelna:

Agnieszka Tyc
tel.: 32 262 76 22,
e-mail: a.tyc@powderandbulk.com.pl

Sekretarz redakcji:

Dobrochna Sajdak-Chudzik
tel.: 32 262 76 22,
e-mail: d.chudzik@powderandbulk.com.pl

Redaktorzy:

Marcin Bienkowski, Adam Krzyżowski, Damian
Żabicki, Krzysztof Mrówczyński, Ewa Skotnicka
Konsultacja techniczna:
Andrzej Mikucki
Projekt graficzny i skład:
Michał Bartłomowicz

Dział sprzedaży reklam:

Kierownik: Adam Krzyżowski
tel.: 32 262 76 22,
e-mail: a.krzyzowski@powderandbulk.com.pl

Prenumerata:

tel.: 32 262 76 22
e-mail: prenumerata@powderandbulk.com.pl

Wydawca:

Śląska Agencja Reklamowo-Dziennikarska

Zdjęcie na okładce:
Ruta Sp. J.

Wszystkie nazwy handlowe i towarów, występujące w niniejszej publikacji, są znakami towarowymi zastrzeżonymi lub nazwami zastrzeżonymi odpowiednich firm odnośnych właścicieli i zostały zamieszczone wyłącznie celem identyfikacji. Wszelkie prawa zastrzeżone. Przedruk materiałów wyłącznie za zgodą redakcji. Materiałów niezamówionych redakcja nie zwraca. Zastrzegamy sobie prawo do skrótów i redakcyjnego opracowania tekstów przyjeżdżających do druku. Redakcja nie bierze odpowiedzialności za treść ogłoszeń.

Targi rolnicze Agrotech 2022 ważnym punktem w rozwoju gospodarki

27. edycję targów rolniczych Agrotech w Kielcach, jak co roku, odwiedziły firmy rolnicze z całego świata, prezentujące ciągniki, kombajny, maszyny sadownicze, silosy zbożowe, nawozy czy środki uprawy rolnej. Wydarzenie odbiło się sporym echem w branży rolniczej. W ciągu trzech dni targi Agrotech odwiedziło prawie 50 tys. zwiedzających. W 9 halach wystawiło się 350 firm z 11 krajów, w tym z Austrii, Czech, USA, czy Włoch, zajmując 30 tys. m² powierzchni wystawienniczej.

Targi Kielce bez obostrzeń

Od 1 marca na terenie całej Polski zostały zniesione limity i ograniczenia epidemiczne dotyczące przestrzeni targowych. Prezes Targów Kielce, Andrzej Mochoń uważa to za bardzo dobry znak dla rozwoju imprez targowych. – *Ważną informacją jest oczywiście zniesienie obostrzeń covidowych w przestrzeniach targowych. Dotyczy to m. in. zniesienia ankiet epidemiologicznych, ale co ważniejsze, ograniczeń dotyczących liczby osób, które mogą przebywać w halach wystawienniczych. To pozwoli rozwinąć skrzydła wszystkim imprezom targowym, w szczególności targom Agrotech – mówi Andrzej Mochoń.*

Rolnictwo kluczowe dla gospodarki

Pierwszego dnia targi odwiedził Krzysztof Cieciora, Podsekretarz Stanu w Ministerstwie Rolnictwa i Rozwoju Wsi. – *Stabilna sytuacja w rolnictwie wymaga przekonfigurowania łańcuchów dostaw. Kieleckie targi mają więc absolutnie zasadnicze znaczenie dla uzyskania tego celu. Sam, jako rolnik, często bywałem na Agrotechu, gdzie mogłem*



przetestować sprzęt i dokonać odpowiedniej decyzji zakupowej – stwierdził podsekretarz Krzysztof Cieciora.

Targi Agrotech to nie tylko przestrzeń handlowa, ale także centrum edukacyjne. Jak co roku, na kieleckich targach rolniczych odbywają się szkolenia i prelekcje organizowane zarówno przez prywatne firmy, jak i oficjalne instytucje, dzięki którym rolnicy mogą zdobywać potrzebną dla rozwoju swoich umiejętności wiedzę. W trakcie Agrotechu odbyły się m. in.: Olimpiada Młodych Producentów Rolnych 2022 i Spotkanie Świętokrzyskiej Izby Rolniczej.

Agrotech wyjątkowo medialny

W drugim dniu imprezy odbyło się spotkanie influencerów związanych z branżą rolniczą, w którym uczestniczyła ponad setka zwiedzających.

Targi Agrotech od zawsze były wydarzeniem także medialnym, przyciągającym uwagę dziennikarzy z całego kraju. Swoje stałe studio miała m. in. telewizja TVP, gdzie realizowane były programy Agrobiznes, Tydzień i Wyprodukowano w Polsce. Z kolei Radio Kielce relacjonowało na żywo przebieg targów z mobilnego studia transmisyjnego.

Nagrody na Agrotechu

Popołudnie pierwszego dnia wystawy upłynęło pod znakiem uroczystej gali wręczenia nagród 27. Międzynarodowych Targów Techniki Rolniczej AGROTECH oraz 21. Targów Przemysłu Drzewnego i Gospodarki Zasobami Leśnymi LAS-EXPO.

Komisja konkursu o złoty medal Targów AGROTECH przyznała cztery wyróżnienia oraz dziewięć złotych medali dla najlepszych produktów prezentowanych podczas targów. Podsekretarz Krzysztof Cieciora wręczył Puchar Wiceprezesa Rady Ministrów Ministra Rolnictwa i Rozwoju Wsi Henryka Kowalczyka. Wyróżnione zostały również produkty prezentowane na targach LAS-EXPO. Emocje wzbudziły nagrody TOP DESIGN przyznawane za atrakcyjny i nowoczesny sposób prezentacji stoiska targowego.

Podczas gali wręczono także Grand Brix przyznawane przez wszystkie Grupy Producentów zraszające producentów pomidorów gruntowych, przez rolników indywidualnych oraz BASF Polska wraz z wchodzącą w skład BASF marką nasienną Nunhems.

Magdalena Borowiec-Wieczorek, Prezes Zarządu Głównego Stowarzyszenia Naukowo-Technicznego Inżynierów i Techników Rolnictwa, wręczyła z kolei statuetki AGRO-IMPULS dla zespołu konstruktorów oraz producenta za innowacyjne rozwiązanie techniczne i podjęcie się jego wdrożenia.

Na zakończenie wręczone zostały nagrody dla laureatów I edycji Pucharu Polski Szkół Średnich w Rolnictwie Precyzyjnym.

www.targikielce.pl/agrotech

NIVELCO

Pomiary to nasza specjalność!

POMIARY:

- ▶ Poziomu materiałów sypkich
- ▶ Przepływu materiałów sypkich
- ▶ Emisja pyłu i pył zawieszony
- ▶ Temperatura w silosach zbożowych
- ▶ Aeracja materiałów sypkich

NIVELCO-POLAND Sp. z o.o.
ul. Chorzowska 44B, 44-100 Gliwice
tel.: 32 270 37 01, fax: 32 270 38 32
poland@nivelco.pl www.nivelco.pl



Z NIVELCO ...wiesz ile masz

28-29.09.2022
Kraków

KOMPOZYT EXPO®



Jedynie takie wydarzenie w Polsce!



11. Międzynarodowe Targi Materiałów, Technologii i Wyrobów Kompozytowych


**Targi
w Krakowie**


KRAKOW

www.kompozyt-expo.pl

Targi NOWA INFRASTRUKTURA – droga do sukcesu branży!

Międzynarodowe Targi Budownictwa Infrastrukturalnego - NOWA INFRASTRUKTURA, które odbędą się od 10 do 11 maja br. to kompleksowe spotkanie z bogatym zakresem branżowym i merytorycznym. To przede wszystkim okazja do odbycia wielu merytorycznych rozmów i spotkań ze specjalistami i przedstawicielami najważniejszych firm budowlanych oraz zarządcami infrastruktury. Podczas targów nie zabraknie prezentacji innowacyjnych produktów, nowoczesnych maszyn i rozwiązań technologicznych oraz pokazów dynamicznych na specjalnym terenie demonstracyjnym.



Wydarzenia towarzyszące targom NOWA INFRASTRUKTURA

W programie tegorocznych targów NOWA INFRASTRUKTURA zaplanowano szereg branżowych konferencji i wykładów, podczas których

omówione zostaną m.in. wyzwania i szanse przed jakimi stoi branża budowlana. Jednym z wydarzeń towarzyszących targom jest seminarium pn. "Samorządowe drogi betonowe odpowiedzią na wymagania przyszłości", organizowane przez Stowarzyszenie Producentów Cementu. Podczas seminarium zaprezentowane zostaną m.in. zalety nawierzchni betonowych (zarówno w zakresie budowy dróg krajowych, jak i samorządowych) oraz doświadczenia samorządowców, którzy podjęli decyzję wybudowania dróg betonowych w swoich miejscowościach. Teoretyczna część spotkania uzupełniona zostanie naukowymi badaniami i praktycznymi doświadczeniami.

Forum Utrzymania Dróg i Mostów

Targi Kielce wspólnie z Ogólnopolską Izbą Gospodarczą Drogownictwa, Polskim Kongresem Drogowym oraz Instytutem Badawczym Dróg i Mostów planują również podczas majowej imprezy organizację Forum Utrzymania Dróg i Mostów. Ma być ono skierowane do podmiotów zainteresowanych całorocznym utrzymaniem dróg gminnych, powiatowych, wojewódzkich i krajowych, przedsiębiorców oraz zarządców dróg. Spotkanie w ramach forum pozwoli przeanalizować najistotniejsze problemy branży oraz wskazać nowatorskie rozwiązania.

Salon Kruszyw

Kolejnym punktem w programie targów NOWA INFRASTRUKTURA jest Salon Kruszyw - spotkanie skierowane do firm, jednostek badawczych oraz innych instytucji z szeroko pojętej branży pozyskania, przeróbki, transportu i wykorzystania kruszyw. Oprócz najważniejszych wyzwań i problemów branży, podczas debaty omówione zostaną także wymagania zawarte w najnowszych normach i regulacjach obowiązujących producentów kruszyw i wykonawców dróg. Dużą część Salonu Kruszyw poświęcona zostanie problematyce reaktywności alkaicznej oraz kwestii wymagań Generalnej Dyrekcji Dróg Krajowych i Autostrad zawartych w „Wytocznych technicznych klasyfikacji kruszyw krajowych i zapobiegania reakcji alkalicznej w betonie stosowanym w nawierzchniach dróg i drogowych obiektach inżynierskich”.

Na Międzynarodowe Targi Budownictwa Infrastrukturalnego NOWA INFRASTRUKTURA zapraszamy już od 10 do 11 maja br. Wstęp na targi jest bezpłatny, po rejestracji online, która rozpocznie się 11 kwietnia na stronie

www.nowainfrastruktura.pl

PROORGANIKA

JACOB

OFERUJEMY:

- ELEMENTY SYSTEMU RUROWEGO JACOB
- ZŁĄCZKI RUROWE EURAC
- DOZOWNIKI GERICK
- ZAWORY ZACISKOWE HO-MATIC
- PODAJNIKI CELKOWE ROTAVAL
- ŁUKI O DUŻYM PROMIENIU DO TRANSPORTU PNEUMATYCZNEGO



PROORGANIKA Sp. z o.o.

ul. Rogatkowa 34A, 04-773 Warszawa

tel.: +48 22 12 34 435, fax: +48 22 12 34 437

proorganika@proorganika.com.pl

www.proorganika.com.pl



OCZYSZCZAMY POWIETRZE OD 1957 r.



NEU-JKF Sp. z o.o.

Berzyna 81

64-200 Wolsztyn

Tel.: +48 68 347 07 00

Fax: +48 68 384 53 38

e-mail: info@neu-jkf.pl

www.neu-jkf.pl



Jubileusz na dwóch tysiącach kół

Ruta Transport świętuje 35 lat w drogowym transporcie w silosach

Ruta Transport obchodzi jubileusz 35-lecia istnienia na rynku. Firma specjalizuje się w krajowym i międzynarodowym transporcie drogowym neutralnych materiałów sypkich luzem w silosach. Spółka dysponuje flotą liczącą niemal 170 zestawów drogowych i zatrudnia ponad 230 pracowników. Od 2018 r. w nowoczesnym kompleksie biurowo-serwisowym oferuje serwis naczepek silosowych Spitzer Silo-Fahrzeugwerke oraz myjnię silosów i cystern. Poza działalnością handlową Ruta sp. j. angażuje się w akcje społeczne.



FOT. 1

Nowe biuro z komfortowymi miejscami pracy, serwis oraz specjalistyczna myjnia silosów i cystern funkcjonują w Mińsku Mazowieckim od roku 2018 [ZRÓDŁO: RUTA SP. J.]

DYNAMICZNY I KONSEKVENTNY ROZWÓJ

W 1987 r. w Mińsku Mazowieckim Wojciech Ruta otworzył własną firmę transportową, która od roku 1993 oferowała transport cementu luzem. Już po czterech latach od rozpoczęcia przewozu cementu zakupiła ona pierwszy nowy ciągnik siodłowy Scania P114G, a w 2002 r. – pierwszą nową cementonaczepek marki Spitzer Silo-Fahrzeugwerke. Przedsiębiorstwo zapewniło sobie jednocześnie sprawne funkcjonujące zaplecze techniczne dzięki umowie serwisowej z firmą Spitzer podpisanej w roku 2005. Od tej pory Ruta Transport jest w Polsce autoryzowanym punktem serwisowym naczepek silosowych Spitzer Silo-Fahrzeugwerke. Współpraca ze Scanią i Spitzerem pozwoliła rozwijać się spółce w oparciu o najlepszy sprzęt dostępny na rynku.

Rok 2004 był kolejnym przełomowym momentem w historii firmy, ponieważ rozpoczęła ona wtedy działalność na rynku drogowego transportu międzynarodowego, zdobywając coraz szersze grono klientów. W tymże roku firma Ruta Transport zakupiła też nową bazę transportową w Mińsku Mazowieckim. Budowa nowoczesnego kompleksu biurowo-serwisowego o łącznej powierzchni 2200 m² ruszyła zaś jedenaście lat później. Nowe biu-

ro, serwis oraz specjalistyczna myjnia silosów i cystern funkcjonują od roku 2018.

W skład floty Ruta Transport wchodzi 165 zestawów drogowych: ciągniki siodłowe marki Scania i naczepek silosowe marki Spitzer Silo-Fahrzeugwerke. Naczepek o zróżnicowanych pojemnościach (silosy leżące, tzw.

dolnozsy, o pojemności 34 m³ i 37 m³ oraz podnoszone o pojemności 45 m³ i 60 m³) pozwalają oferować rozwiązania dopasowane do indywidualnych potrzeb klientów w różnych gałęziach przemysłu. Firma stała się w ostatnich latach specjalistą w transporcie materiałów pochodzenia mineralnego, jednak transportuje także składniki pasz i neutralne materiały chemiczne.

Większość ciągników we flocie Ruta Transport spełnia normę emisji spalin Euro 6, a kierowcy przechodzą szkolenia z ekonomicznej i bezpiecznej jazdy. Ciągniki wyposażone są w nowoczesne urządzenia telematyczne. Dzięki nim możliwy jest stały monitoring pojazdu, kierowcy i zlecenia klienta. Dostęp do informacji o flocie odbywa się w czasie rzeczywistym, w dowolnym miejscu, a kierowcy otrzymują wsparcie dyspozytorów także po godzinach pracy.

Polityka jakości prowadzona przez firmę skutkuje konsekwentnym wzrostem ilości zleceń – w roku 2021 było ich blisko 34 tysiące. Oznacza to, że przewieziono ok. 900 tysięcy ton materiałów na trasach liczących ok. 20 milionów kilometrów. Liczba stałych klientów firmy Ruta Transport w Polsce i Europie również systematycznie rośnie i wynosi obecnie ponad 100.



FOT. 2

Polityka jakości prowadzona przez firmę Ruta Transport skutkuje konsekwentnym wzrostem ilości zleceń – w roku 2021 było ich blisko 34 tysiące (przewieziono ok. 900 tysięcy ton materiałów na trasach liczących ok. 20 milionów kilometrów [ZRÓDŁO: RUTA SP. J.]

PRACOWNICY TO INWESTYCJA

Dziś w zarządzie firmy Ruta sp. j. zasiada prezes Wojciech Ruta oraz jego dwóch synów: Michał Ruta – dyrektor transportu i Grzegorz Ruta – dyrektor handlowy. W spółce zatrudnienie znajduje 180 kierowców, 35 pracowników biurowych oraz ponad 20 osób zajmujących się obsługą centrum transportowego, w tym mechanicy i pracownicy myjni. Zgrany zespół dysponuje szeroką i specjalistyczną wiedzą branżową. Wraz z rozwojem firmy do zespołu dołączają kolejni fachowcy.

Ruta Transport inwestuje w pracowników. Oferuje im komfortowe warunki pracy, pakiety prywatnej opieki medycznej i szkolenia odpowiadające zdefiniowanym potrzebom. Te czynniki razem z możliwościami zawodowej realizacji i rozwoju decydują o stabilności zatrudnienia w firmie. Przykładowo staż pracy kierowców firmy Ruta Transport wynosi średnio 6 lat, co wyróżnia firmę wśród pracodawców branży transportowej.

SKRACANIE DYSTANSÓW

Motto firmy Ruta stanowią dwa krótkie słowa – „skraccamy dystans”. Obrazują kompetencje firmy jako niezawodnego łącznika między producentem a odbiorcą towaru. W swojej działalności Ruta Transport skraca również dystanse społeczne, wspiera edukację i lokalne inicjatywy oraz promuje rodzinne miasto – Mińsk Mazowiecki. W ramach podpisanych umów o współpracy uczniowie Zespołu Szkół Zawodowych nr 2 i Zespołu Szkół Ekonomicznych w Mińsku Mazowieckim odbywają w firmie



FOT. 3

Ruta Transport jest w Polsce autoryzowanym punktem serwisowym naczep silosowych Spitzer Silo-Fahrzeugwerke [ŹRÓDŁO: RUTA SP. J.]

praktyki zawodowe. Uczniowie osiągający sukcesy w kształceniu mogą otrzymać dofinansowanie do kursów prawa jazdy, a nawet znaleźć zatrudnienie w przedsiębiorstwie.

Promocja Mińska Mazowieckiego ma na celu podkreślenie korzeni firmy Ruta Transport i wyrażenie dumy, że dzięki przestrzeganiu wyznawanych wartości mała, lokalna firma stała się liderem na rynku drogowych usług transportowych w silosach i silnym partnerem handlowym poważanym przez klientów w całej Europie.



FOT. 4

Zarząd firmy Ruta sp. j. Od lewej: Michał Ruta – dyrektor transportu, Wojciech Ruta – prezes zarządu, Grzegorz Ruta – dyrektor handlowy [ŹRÓDŁO: RUTA SP. J.]

WWW.RUTA-TRANSPORT.PL



FOT. 5

Flota Ruta Transport składa się ze 165 zestawów drogowych: ciągników siodłowych marki Scania i naczep silosowych marki Spitzer Silo-Fahrzeugwerke o różnicowanych pojemnościach [ŹRÓDŁO: RUTA SP. J.]

Przesiewanie kruszyw i materiałów budowlanych

dr inż. Marcin Bieńkowski

Proces przesiewania polega na sortowaniu materiałów w urządzeniu zwanym przesiewaczem za pomocą zestawu ustawionych kaskadowo sit (płaskich, cylindrycznych lub stożkowych) o różnej, malejącej wielkości oczek. Dzięki temu możliwe jest rozdzielanie materiału na kilka lub kilkanaście frakcji, różniących się od siebie wielkością ziaren. Taki przesiewacz pozwala na precyzyjny i szybki podział materiałów.

Pod względem technologicznym proces przesiewania może być zarówno procesem głównym, jak i pomocniczym. W pierwszym przypadku przesiewanie jest jednocześnie sortowaniem, w drugim zaś mamy do czynienia z klasyfikacją materiału, czyli rozdzielaniem. Przy przesiewaniu drobne ziarna, mniejsze od wymiarów otworów sita, przechodzą przez te otwory, podczas gdy ziarna większe pozostają na sicie i w ten sposób zostają oddzielone od ziaren drobnych.

PROCES PRZESIEWANIA – ETAPY

Aby zrozumieć mechanizm działania przesiewacza, niezbędne jest zapoznanie się poszczególnymi etapami przesiewania materiałów sypkich. Wyróżnia się tu [2]:

- sortowanie pierwotne, które polega na usunięciu zanieczyszczeń. Wykorzystany tu przesiewacz musi być odporny na zatykanie się otworów (np. glina), przez które przechodzi materiał, a także na uszkodzenia spowodowane nadawą zawierającą np. duże kamienie. Na tym etapie główną rolę odgrywają przesiewacze wibracyjne;
- sortowanie wtórne operacyjne, w trakcie którego materiał jest sortowany na frakcje, które z kolei będą spełniać założone wymagania technologiczne. Sortowany materiał powinien mieć także odpowiednią wielkość ziaren, dlatego otwory sortownicze mają wielkość zwykle od 2 mm do 2 cm;
- sortowanie końcowe, które skupia się na kolejnych podziałach materiału, aby ostateczne frakcje były zgodne z wymaganiami produkcyjnymi. Frakcje powinny charakteryzować się jednakową ilością ziaren i ich czystością. Zapewnia to stała ostrość przesiania, występująca w przesiewaczach.

Znajomość fizycznych właściwości materiału wykorzystywana jest w procesach rozdzielczych, obejmujących czyszczenie i sortowanie materiałów, oraz w wielu procesach wstępnych i podstawowych. Właściwości te wykorzystuje się w procesach mechanicznych, cieplnych i przenoszenia masy, a więc we wszystkich procesach technologicznych związanych z przetwórstwem materiałów i surowców sypkich. Są to: właściwości aerody-

namiczne, cechy geometryczne, charakterystyki masowe, tarcie, cechy powierzchniowe, sprężystość i inne cechy wytrzymałościowe, właściwości elektryczne, właściwości optyczne i właściwości hydrodynamiczne.

Elementy i urządzenia rozdzielające wykorzystują jedną lub kilka ww. cech jako podstawę rozdziału. Urządzenia rozdzielające dzielimy na proste i złożone [1].

Urządzenia proste:

- pneumatyczne;
- sitowe;
- tryjery;
- grawitacyjne;
- tarciowe;
- oparte na teksturze powierzchni;
- oparte na zespole cech mechanicznych;
- elektrostatyczne;
- fotoelektryczne.

Urządzenia złożone:

- sitowo-pneumatyczne;
- sitowo-pneumatyczne z tryjerami;
- tarciowo-pneumatyczne.

Innym kryterium podziału urządzeń rozdzielających jest geometryczna postać elementów roboczych. Według tego kryterium rozdzielacze dzielimy na:

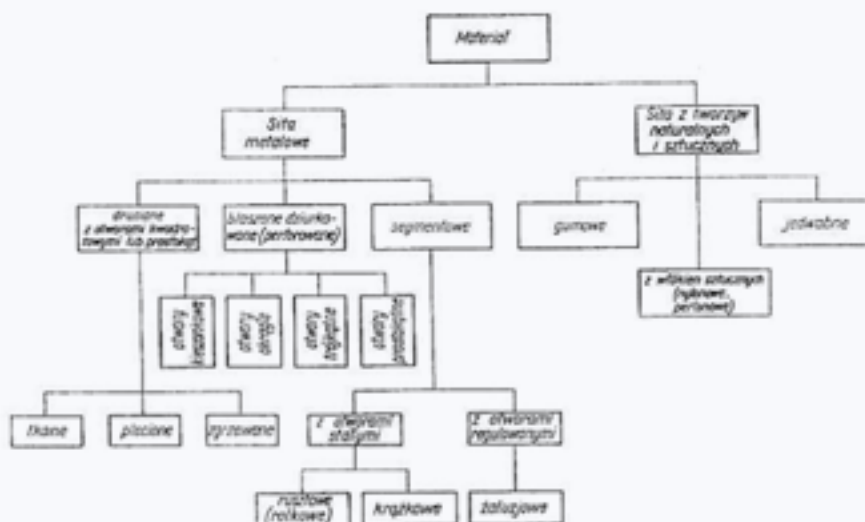
- cylindry i bębny (tryjery, bębny magnetyczne, elektrostatyczne, tarciowe, sita cylindryczne);
- stożki ścięte (wirówki, stożkowe czyszczalnie pneumatyczne);

- plaszczyny całkowite i perforowane;
- komory o różnym kształcie powierzchni poprzecznego przekroju;
- tarcze (tryjer tarczowy, tarcza rozdzielająca);
- spirale (żmijka).

SITA

Geometryczne cechy ziaren przesiewanego materiału określa się zwykle trzema wymiarami, z których grubość (wymiar najmniejszy) i szerokość (wymiar pośredni) wykorzystywane są w procesie przesiewania na sitach mających otwory o różnorodnych kształtach. Koniecznymi warunkami przesiewania są: określony ruch mieszaniny na sitach oraz właściwa relacja otworów sit i grubości lub szerokości nasion.

Jak już wspomniano, w większości urządzeń do przesiewania podstawowym elementem roboczym są sita. Do przesiewania materiałów stosuje się zazwyczaj sita wykonane z metalowej siatki lub blach perforowanych (dziurkowanych) o otworach okrągłych lub prostokątnych. Często stosowane są też sita wykonane z tworzyw sztucznych. Wymiary sit ustala się zwykle na podstawie określonych prawideł, przy czym najczęściej klasyfikuje się sita według liniowych wymiarów ich otworów. Każdy system, czyli skala sit, charakteryzuje się stałym stosunkiem wymiarów otworów danego sita do wymiarów otworów sita



RYS. 1

Podział sit ze względu na rodzaj materiału i sposób jego wykonania [1]

Rising to
the Challenge



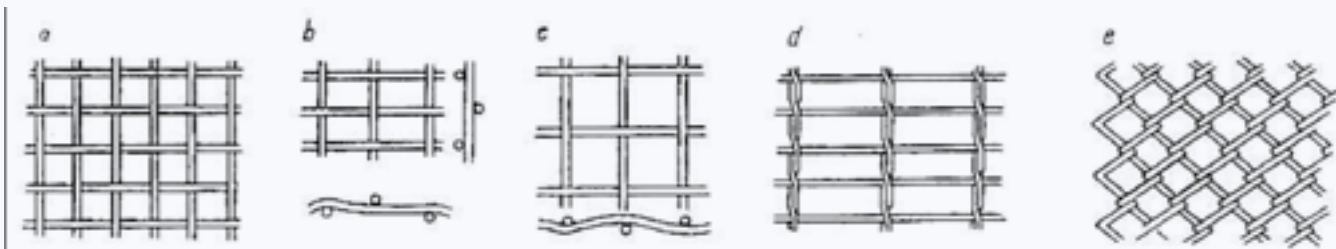
Pokłady i ramy sitowe do Twojego przesiewacza

Chcesz poprawić efektywność procesu lub jakość produktu końcowego? Nasz zespół zaprojektuje i wdroży optymalne rozwiązania, a Twój zakład będzie mógł pracować z maksymalną wydajnością.

ZAPYTAJ O SITA >

+48 601 534 912





RYS. 2

Rodzaje sit drucianych: a, b, c – sita tkane, d, e – sita plecione [1]

następnego, tj. stałą wielkością zwaną modulem [3].

Według sposobu wykonania, sita dzielimy na: dziurkowane, plecione, tkane i segmentowe. Sita dziurkowane mają otwory okrągłe i podłużne, sita plecione – kwadratowe, tkane – kwadratowe i podłużne, segmentowe – żaluzjowe, rolkowe i krążkowe. Sita dziurkowane zwane też perforowanymi lub tłoczonymi wykonane są z blachy mosiężnej, cynkowej lub stalowej ocynkowanej [1].

Sita z otworami niekwadratowymi oznaczają się często numerami. Bardzo rozpowszechnione są systemy sit charakteryzujące się liczbą otworów na długości 1 cm lub wielkością pierwiastka kwadratowego z liczby otworów przypadających na 1 cm² powierzchni sita. W materiale wyjściowym, który ma być poddany przesiewaniu, występują dwie grupy cząstek:

- cząstki o wymiarach mniejszych od otworu sita;
- cząstki o wymiarach większych od otworu sita.

W wyniku przesiewania otrzymuje się:

- przesiew składający się z cząstek, które przeszły przez otwory sita;
- odsiew składający się z cząstek, które nie przeszły przez otwory sita.

W praktyce wskutek niedoskonałości procesu przesiewania nie wszystkie cząstki o wymiarach mniejszych od otworu sita przechodzą przez otwory i pewna ich część opuszcza sito razem z odsiewem – tę grupę ziaren znajdujących się nie w tym miejscu, co powinny, nazywa się podziarnem. Z tego powodu ilość przesiewu jest mniejsza od teoretycznie możliwej. Proces przesiewania będzie tym doskonalszy, im bardziej ilość przesiewu będzie się zbliżała do całkowitej ilości cząstek mniejszych od otworów sita.

Stosunek wielkości przesiewu do zawartości wszystkich cząstek mniejszych od otworów sita, wyrażony w procentach, nazywa się sprawnością przesiewania. Sprawność – w zależności od typu i konstrukcji aparatu – waha się na ogół w granicach 60–75% i uwarunkowana jest szeregiem czynników. Najważniejszymi czynnikami wpływającymi na sprawność aparatu do przesiewania są [3]:

- kształt i wielkość otworów sita;

- kształt bryły materiału;
- grubość warstwy materiału na sicie;
- wilgotność rozdzielanego materiału;
- szybkość i charakter ruchu materiału na sicie.

Kształt i wielkość otworów sita należą do decydujących czynników i powinny być w każdym kontrolnym przypadku dobrane w zależności od kształtu cząstek rozdzielanego materiału. Do przesiewania materiału o ziarnie zbliżonym do prawidłowej kuli stosuje się sita z otworami okrągłymi. W innych przypadkach używa się sit z wąskimi podłużnymi prostokątnymi i kwadratowymi otworami.

Ziarna o kształcie kulistym przechodzą przez otwory sit znacznie łatwiej niż ziarna o kształcie wydłużonym. Grubość warstwy materiału na sicie wpływa na jakość przesiewania w ten sposób, że przy grubej warstwie materiału na sicie drobne ziarna, które znajdują się w górnej części warstwy, nie stykając się z sitem, mogą dostać się do odsiewu. Z tego powodu im cieńsza jest warstwa materiału, tym jakościowo skuteczniej pracuje sito.

Wybór szybkości przesuwania się materiału na sicie ma decydujące znaczenie. Im szybkość ta jest mniejsza, tym więcej cząstek będzie wpadać w otwory i przechodzić przez nie i tym większa będzie sprawność sita. Jednak zbyt małe prędkości pociągają za sobą małą wydajność sita. Z tego względu w każdym poszczególnym przypadku szybkość powinno się ustalać z uwzględnieniem zarówno sprawności sita, jak i jego wydajności.

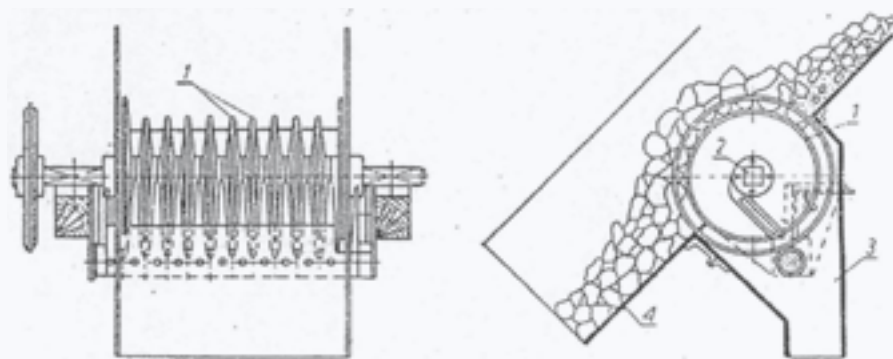
Charakter ruchu i długość drogi materiału na sicie aparatu także odgrywają dużą rolę. Im dłuższa jest droga, tym lepsze jest przesie-

wanie. Zwiększenie długości drogi materiału na sicie pozwala prowadzić przesiewanie z niewielkimi szybkościami i przy niewielkiej grubości warstwy, co zwiększa jakość przesiewania. Swobodne i spokojne ślizganie się materiału po powierzchni sita sprzyja temu, że drobne cząstki materiału pozostają w górnych warstwach, nie stykając się z otworami sita, i wychodzą z aparatu razem z odsiewem. Dlatego znacznie lepiej jest wstrząsać materiałem na sicie, co jest realizowane w większości nowoczesnych urządzeń do przesiewania [3].

PRZESIEWACZE

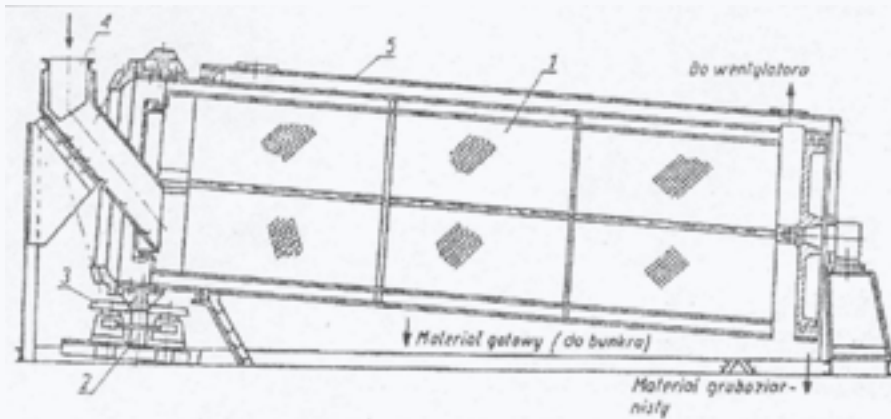
Przesiewacz to maszyna, której sercem są sita stalowe lub wykonane z innego materiału, w zależności od maszyny i zastosowania. To dzięki nim można odseparować (przesiać) jeden materiał od drugiego. Proces ten jest stosunkowo prosty, podobny do klasycznego ręcznego przesiewania przez przetak. Bardziej zaawansowane urządzenia mogą przesiewać bardzo różne typy materiałów według zróżnicowanych, adekwatnych do potrzeb, kryteriów. Ponadto przesiewać można zarówno na sucho, jak i na mokro. W przypadku przesiewaczy umożliwiających przesiewanie na mokro używa się terminu „przesiewacz odwadniający”.

Spośród przesiewaczy należy wyróżnić dwa ich typy: przesiewacze płaskie i obrotowe. W procesie przesiewania na przesiewaczach płaskich przesiewany materiał doprowadzany jest równomierną warstwą na pochylone pod odpowiednim kątem ruchome sito i przemieszcza się wzdłuż niego. W czasie przemieszczania ziarna mające



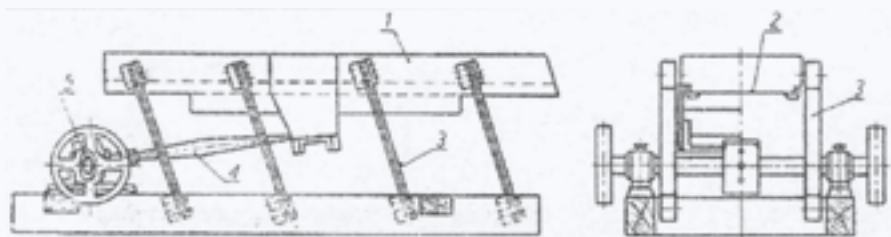
RYS. 3

Sito tarczowe. 1 – tarcze, 2 – wał poziomy, 3 – lej ładunkowy do odprowadzania przesiewu, 4 – koryto do odsiewu [3]



RYS. 4

Przesiewacz bębnowy. 1 – cylinder z otworami, 2 – rolka podporowa, 3 – rolki oporowe, 4 – lej załadunkowy, 5 – płaszcz [3]



RYS. 5

Przesiewacz z sitami wahliwymi. 1 – korpus, 2 – sito, 3 – pręty sprężynujące, 4 – korbówód, 5 – mimośród [3]

wymiary mniejsze od roboczego wymiaru otworów sita przelatują przez nie i spadają w dół, natomiast ziarna o wymiarach większych niż roboczy wymiar oczek sita pozostają na nim i zsuwają się zgodnie ze spadkiem. Proces przesiewania na jednym sicie polega więc na rozdzielaniu mieszaniny na dwie frakcje, tzn. na frakcję dolną i frakcję górną. Rozdzielanie ziaren według grubości (wymiar najmniejszy) można prowadzić tylko na sitach o otworach podłużnych, natomiast rozdzielanie według szerokości (wymiar pośredni) prowadzi się na sitach o otworach okrągłych lub kwadratowych. Ze względu na to, że materiał wejściowy zawiera większą niż jedną liczbę frakcji oraz różne zanieczyszczenia, w procesach rozdzielania stosuje się co najmniej dwa sita. Sita mogą być albo przestrzenne, albo płaskie. W sitach płaskich wszystkie otwory leżą w jednej płaszczyźnie – w odróżnieniu od sita przestrzennego, w którym otwory leżą np. w dwóch płaszczyznach [1].

Przesiewacze obrotowe z kolei zbudowane są z cylindrycznych bębnowych sit usytuowanych w różnych płaszczyznach i wykonujących ruch obrotowy z różnymi prędkościami. Przyjmując jako kryterium przestrzenne usytuowanie obrotowych sit, wyodrębnić można dwa rodzaje przesiewaczy obrotowych:

- z poziomą osią obrotu;
- z pionową osią obrotu.

Powszechnie stosowanym przesiewaczem z poziomą osią obrotu jest sito cylindryczne, stanowiące perforowaną, plecioną lub tkaną poboczną walca i obracające się wraz

z wałem napędowym. Nadawa wprowadzana jest do wnętrza cylindra z jednej jego strony – zwanej wlotową. Masa przesuwa się w głąb cylindra (poosiowo) w wyniku ruchu obrotowego, wzajemnego nacisku ziarna oraz jego pochylenia pod niewielkim kątem. Jednocześnie w wyniku sił tarcia ziarno wynoszone jest przez obracający się cylinder na taką wysokość, na której kąt nachylenia jego poboczniczy będzie większy od kąta tarcia, i wtedy separowane ziarna spadną na spód, by rozpocząć swój ruch od początku. Cykle wynoszenia i spadania ziarna trwają tak długo, aż ziarno opuści cylinder albo przez otwory w sicie, albo przez wylot. W czasie przemieszczania przez cylinder masa jest intensywnie mieszana, co zwiększa prawdopodobieństwo przesiewania się różnych frakcji ziarna przez otwory. Sita cylindryczne mają średnice 400–800 mm, a ich długość zależy od średnicy [1].

PODZIAŁ PRZESIEWACZY ZE WZGLĘDU NA RUCH SITA

Sita nieruchome stosuje się w praktyce bardzo rzadko z powodu ich małej wydajności. Nieruchome sito rusztowe stanowi pochyły stalowy ruszt z rusztowin o przekroju trapezoidalnym. Do zalet tego rodzaju sit należy zaliczyć ich taniość, prostotę i łatwość eksploatacji.

Jeśli chodzi o kolei o sita ruchome, to do przesiewaczy z ruchomą konstrukcją elementu przesiewowego zalicza się przesiewacze z sitami rusztowymi, tarczowymi, rolkowymi i łańcuchowymi. Sito tarczowe

składa się z szeregu tarcz umocowanych na poziomym wale tak, że między nimi tworzą się odstępy, przez które podczas obrotu tarcz przechodzą bryły o wymiarach mniejszych od odległości między tarczami. Wydajność takich sit określona jest średnicą tarcz oraz ich liczbą.

Z kolei przesiewacz z sitem rolkowym składa się z szeregu równoległych osi z osadzonymi na nich rolkami, posiadającymi nacięcia określonego kształtu i obracającymi się w jednym kierunku. Rolki ustawia się w ten sposób, że między nimi tworzą się szczeliny, których wymiar zapewnia wielkość przesiewanych brył. Szybkość obracania się każdej następnej rolki jest nieco większa niż szybkość rolki poprzedniej, co zapobiega zatykaniu się sita rozdzielanym materiałem. Bryły większe, czyli odsiew, usuwane są przy końcu sita.

Przesiewacze z sitem bębnowym wykorzystują obracający się, ustawiony pochyło bęben o powierzchni siatkowej. Materiał przesiewany wprowadza się do wnętrza; drobny materiał w postaci przesiewu przechodzi poprzez otwory w ściankach bębna, podczas gdy grubszy (odsiew) przesuwają się w dół bębna i wysypuje z niego na drugim końcu. Sita bębnowe stosuje się często do rozdzielania ciał sypkich na więcej niż dwie frakcje. W tym przypadku sita posiadają otwory o różnej średnicy.

Kolejne przesiewacze – z sitami wahliwymi – wykorzystują pochyłe płaskie sita lub ruszty, które wprawiane są w ruch wahadłowy za pomocą mimośrodu lub mechanizmu krzywkowego. Przy wstrząsaniu przesiew przechodzi przez otwory, odsiew zaś przesuwa się w dół sita. W celu jednoczesnego odprowadzania kilku frakcji przesiewacze z sitami wahliwymi konstruowane są jako urządzenia wielostopniowe. W przesiewaczach tych materiał wprowadza się na górne sito, posiadające największe otwory, przy czym przesiew dostaje się znowu na następne sito o jeszcze mniejszych oczkach itd.

Ostatnim ze standardowych rozwiązań są przesiewacze vibracyjne. W odróżnieniu od przesiewaczy z sitami wahliwymi, w których ruchoma rama posiada stały skok, przesiewacze vibracyjne charakteryzują się zmienną amplitudą drgań. W zależności od sposobu przekazywania drgań rozróżnia się przesiewacze inercyjne, udarowe i elektromagnetyczne, a ze względu na sposób przekazywania drgań – na eliptyczne, oscylacyjne i liniowe.

Jeśli chodzi o zasadę działania, to po włączeniu urządzenia materiał z kosza zasypowego lub przenośnika taśmowego dostaje się na tylną część skrzyni vibracyjnej. Ustawienie skrzyni pod kątem do poziomu,



w połączeniu z ruchem drgającym wywołanym silnikiem powoduje, że materiał przesuwany się do przodu skrzyni po sitach. Ponieważ w sitach znajdują się otwory, materiał o mniejszych średnicach niż otwory przedostaje się na niższe pokłady. Przesiewacze wibracyjne produkowane są w wersjach jedno-, dwu-, trzy- i czteropokładowych. W jednym przebiegu mogą one podzielić produkt nawet na pięć różnych frakcji bądź odpylić i wyeliminować nadziarno.

Przesiewacze wibracyjne standardowe przeznaczone są do klasyfikacji surowców lub produktów na dwie lub więcej klas ziarnowych bądź do przesiewu kontrolnego, bądź zabezpieczającego. Zabudowy tego rodzaju przesiewaczy mogą być wykonywane w wersji podpartej lub podwieszanej oraz mogą być napędzane za pomocą silników wibracyjnych, napędów elektromagnetycznych lub przekładni wibracyjnych. Ponadto, w zależności od wymagań klienta, mogą być wykonywane w wersji otwartej lub obudowanej, zarówno ze stali węglowej, jak i chromoniklowej, oraz wyposażone w sita z siatki stalowej, sita z blachy perforowanej w procesach na sucho lub sita szczelinowe stalowe oraz sita poliuretanowe w procesach na mokro. Przesiewacze wibracyjne mogą być wyposażone również

w pokłady sitowe stalowe (plecione, zgrzewane, perforowane, rusztowe), poliuretanowe lub gumowe. Dodatkowym wyposażeniem tych przesiewaczy może być instalacja domywająca – do procesów sortowania na mokro. Do przesiewania surowców na sitach o drobnych oczkach stosowane są rozwiązania wspomagające proces samoczyszczania się pokładów sitowych za pomocą kulek gumowych, instalowanych pod pokładem sitowym, lub poprzez system ultradźwiękowy [4].

Przesiewacze wibracyjne okrągłe z powodzeniem wykorzystuje się do frakcjonowania lub przesiewania kontrolnego surowców lub produktu gotowego w postaci sypkiej lub płynnej. Dzielimy przesiewacze na jednopokładowe oraz wielopokładowe, występujące w wersji otwartej lub zamkniętej. Przesiewacze wibracyjne okrągłe charakteryzują się zwartą budową, a frakcja dolna odprowadzana jest zwykle pionowym wysypem. Dzięki zastosowaniu odpowiednich napędów uzyskują one dużą wydajność przy stosunkowo niewielkich gabarytach. W zależności od charakterystyki procesu przesiewacze wyposażone są w jeden lub dwa napędy. Mają zastosowanie w wielu różnych gałęziach przemysłu, głównie jednak w branży spożywczej oraz chemicznej.

Przesiewacze oscylacyjne z kolei wykorzystywane są do sortowania oraz oczyszczania, głównie surowców suchych, granulowanych oraz sproszkowanych sypkich, z tendencją do zagęszczania np. trocin, wiórów, zrębków, kory itp. Maszyna podczas pracy wykonuje trójwymiarowy ruch, który jest zbliżony do przesiewania ręcznego. Układ napędowy składa się z napędu oscylacyjnego napędzanego przez przekładnię pasową i dwa silniki elektryczne. Elementem wywołującym drgania (oscylacje) są masy niewyważone, umieszczone na wale napędu oscylacyjnego [4]. ■

LITERATURA

[1] Marks N., *Maszyny do czyszczenia i sortowania produktów rolnych*, Uniwersytet Rolniczy im. Hugona Kołłątaja w Krakowie 2012.

[2] Materiały firmy EL-KOP.

[3] Ćwiczenia Laboratoryjne „Sortowanie Materiałów metodą przesiewania”, Politechnika Gdańska.

[4] Materiały firmy Wezting Remo.

[5] Przysupa W., Makarewicz P., Nowak J., *Nowe metody czyszczenia i sortowania nasion*, Technika Rolnicza Ogrodnicza Leśna 5/2014.

XXII Konferencja KRUSZYWA MINERALNE SUROWCE - RYNEK - TECHNOLOGIE - JAKOŚĆ

Kudowa Zdrój, 27–29.04.2022

ORGANIZATORZY KONFERENCJI: Stowarzyszenie Inżynierów i Techników Górnictwa we Wrocławiu
Politechnika Wrocławska – Wydział Geoinżynierii, Górnictwa i Geologii

TEMATYKA KONFERENCJI:

- Prognozy funkcjonowania rynku surowców skalnych i baza zasobowa
- Eksploatacja złóż i przeróbka – technologie i innowacyjność
- Jakość kruszyw i kamienia budowlanego
- Bezpieczeństwo pracy, środowiska i społeczności lokalnej
- Aktualne zagadnienia formalno-prawne górnictwa kruszywa



Nowoczesne wagi pokładowe

www.attr.pl

Wagi pokładowe to nowoczesne systemy pomiarowe montowane w ładowarkach teleskopowych i wózkach widłowych, które precyzyjnie mierzą ciężar ładunku przenoszonego w łyżce lub na widłach. Lista ich zalet jest długa...

Przed wszystkim należy podkreślić, że wagi pokładowe wytrzymują trudne warunki środowiskowe. Są odporne na zapylenie i wilgoć. Ponadto skracają czas załadunku, umożliwiają bieżący nadzór nad pracą operatorów i optymalizację procesu produkcyjnego, a także zmniejszają koszty zużycia ciężarówek oraz ryzyko kar za przeładowanie pojazdu na drodze. Co więcej, dzięki bezprzewodowej transmisji danych pomiarowych pozwalają na integrację z zakładowym systemem zarządzania procesem produkcyjnym oraz na gromadzenie i analizę danych w celu podejmowania długofalowych decyzji produkcyjnych. Transmisja danych może być realizowana za pomocą modemów

GPRS w ramach sieci telefonii komórkowej lub też za pomocą modemów WiFi w ramach wewnętrznej sieci zakładowej.

DLA MAŁYCH I DUŻYCH

Użytkownikami wag ATTR są zarówno odbiorcy indywidualni, jak i największe firmy w branży wydobywania, przetwórstwa i transportu kruszyw i materiałów sypkich dla potrzeb budownictwa i drogownictwa. Firma posiada także aplikacje w segmencie energii odnawialnej oraz zagospodarowania odpadów komunalnych i biologicznych. Wagi pokładowe stanowią korzystne uzupełnienie innych systemów pomiarowych pracujących na terenie zakładu produkującego, np. dobrze współ-

pracują z istniejącymi wagami najazdowymi w celu wstępnego załadunku ciężarówek przed ich wjazdem na wagę.

18 LAT DOŚWIADCZENIA

Firma ATTR od 18 lat oferuje na polskim rynku systemy wagowe najwyższej jakości, o wysokiej precyzji pomiarowej, które przez ten czas udowodniły już wysoką dokładność w ponad tysiącu instalacji, na ładowarkach wszystkich znanych producentów. Firma oferuje kompleksową obsługę na terenie całego kraju – instalacje, uruchomienia, szkolenia operatorów, kalibracje i legalizacje systemów oraz serwis gwarancyjny i pogwarancyjny. ■

POKŁADOWE SYSTEMY WAŻENIA do ładowarek i koparek

VEI

helperX

millenniumS

helperM

OZB oferuje urządzenia dla cementowni i producentów materiałów sypkich



Polska firma PHU OZB R. Buchowski i G. Zawada sp. j. z Bolesławca od wielu lat jest dystrybutorem nowoczesnych rozwiązań stosowanych w branży materiałów sypkich, w tym również w cementowniach. Przykładem takich urządzeń w ofercie spółki jest kilka typów dozowników celkowych produkcji uznanego holenderskiego przedsiębiorstwa VDL Industrial.

Naszym celem jest dostarczanie produktów i rozwiązań najwyższej jakości dostosowanych do indywidualnych potrzeb klientów. Szczególny nacisk kładziemy na szybką reakcję na potrzeby odbiorcy. Zapewniamy relatywnie niskie ceny oraz doradztwo techniczne. Spośród oferowanych przez nas urządzeń dla producentów cementu oraz materiałów sypkich rekomendujemy szczególnie podajniki ślimakowe, dozowniki celkowe oraz przepustnice motylowe.

PODAJNIKI ŚLIMAKOWE

Nasze standardowe podajniki ślimakowe są przeznaczone do pracy w warunkach średnich obciążeń. Projektowane na życzenie dla wielu aplikacji. Wszystkie podajniki ślimakowe składają się ze standardowych komponentów. Posiadamy profile rurowe lub korytowe. Opcjonalnie spirala może być pokryta specjalnym spiekem trudnościeralnym lub w całości wykonana ze specjalnej stali trudnościeralnej Hardox. W ofercie posiadamy także podajniki wykonane ze stali nierdzewnej.



DOZOWNIKI CELKOWE

W swojej ofercie posiadamy dozowniki celkowe firmy OZBEKOGLU oraz holenderskiej firmy VDL Industrial Products. Proponowane dozowniki przeznaczone są do kontrolowanego rozładunku materiałów sypkich. Znajdują praktyczne zastosowanie w wielu gałęziach przemysłu – m. in. w branży spożywczej, chemicznej, budowlanej czy ceramicznej.



Dozownik celkowy TYP HT-S – wybrane parametry techniczne:

- wymiar kołnierza przyłączeniowego: DN 250 – DN 450;
- pojemność wirnika: 6,5 do 35 l;
- obudowa i pokrywy: odlew żeliwny, opcjonalnie powlekane chromem lub niklem;
- wirnik: stal węglowa lub stal nierdzewna z 8 celkami ze stałymi lub wymiennymi listwami wirnika;
- łożyska: zewnętrzne kulkowe;
- uszczelnienie wału: regulowane dławicowe oraz opcjonalnie z możliwością przedmuchu;
- maksymalna różnica ciśnień: 0,4 bar.



PRZEPUSTNICE MOTYLOWE

Przepustnice wykonane są ze stopu aluminiowego. Na obudowie znajduje się opatentowany kanał uszczelniający „o-ring”. Dodatkowo, oddzielnie dostarczany jest zestaw uszczelek, co ułatwia montaż przepustnicy. Średnica przełotu od 100 do 400 mm. Przepustnice dostępne są również w wykonaniu „food-grade” do przemysłu spożywczego, talerz wykonany ze stali nierdzewnej wraz ze specjalną uszczelką. Napędy: ręczny, elektryczny oraz elektro-pneumatyczny. ■



PHU OZB
R. Buchowski i G. Zawada Sp.J.
ul. T. Kościuszki 36a, 59-700 Bolesławiec

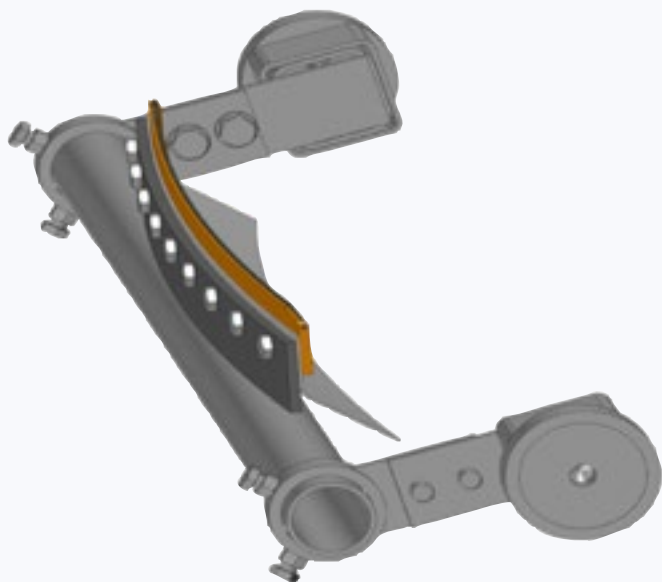
biuro@ozb.org.pl www.ozb.org.pl
tel. + 48 75 611 80 43
mob. + 48 790 529 692, +48 790 529 682

Zgarniacze w ofercie Gerotechnik

Firma Gerotechnik to polski producent akcesoriów służących do oczyszczania i ochrony taśm przenośnikowych. Rozwija się prężnie już od 2006 r., a od 12 lat istnieje jako spółka z ograniczoną odpowiedzialnością z polskim kapitałem. Od wielu lat firma współpracuje z kopalniami kruszyw, kopalniami węgla kamiennego, hutami czy elektrowniami. Z asortymentu urządzeń Gerotechnik największym powodzeniem cieszą się zgarniacze. Sprawdzają się one na takich materiałach, jak:

- żużel;
- siarka;
- węgiel: kamienny oraz brunatny;
- stłuczka szklana;
- kruszywo itp.

Oferowane zgarniacze dzielą się na: podtaśmowe, bębnowe oraz wewnętrztaśmowe. Zgarniacze podtaśmowe dostępne są z listwą zgarniającą z węglikiem spiekany. Zgarniacze bębnowe z kolei montowane są na bębnie rzutowym i wyposażone w segmenty robocze z węglikiem spiekany lub wykonane z tworzyw sztucznych. Ponieważ firma Gerotechnik jest producentem zgarniaczy, może zaprojektować i wykonać nawet niestandardowe rozwiązanie. Firma stale poszukuje nowych rozwiązań. Ostatnią nowością jaką wprowadziła na rynek jest zgarniacz podtaśmowy ŁUKOWY z listwą z węglika spiekane. Różni się on od standardowych zgarniaczy tym, iż przez swój nietypowy kształt jest w stanie bardziej dopasować się do formy taśmy. Zapewnia on lepszy docisk, a tym samym bardziej efektywne oczyszczanie. Zgarniacze od Gerotechnik są proste w obsłudze, nieskomplikowane, a przede wszystkim skuteczne. Innowacyjność to przede wszystkim wychodzenie naprzeciw potrzebom nawet najbardziej wymagających klientów. Stąd też biorą się niestandardowe wersje urządzeń, jak np. wymieniony zgarniacz łukowy.



www.gerotechnik.pl

**Oczyszczanie taśm przenośnikowych**

- ✓ Zgarniacze
- ✓ Osłony przenośników taśmowych
- ✓ Budowa i remonty maszyn
- ✓ Centrowanie taśm
- ✓ Stacje amortyzatorów zderzakowych
- ✓ Napawanie
- ✓ Konstrukcje stalowe
- ✓ Części zamienne

Od ponad 12 lat wspieramy polski przemysł

www.gerotechnik.pl

System Cardox instalowany też w Afryce

Cementownia Les Ciments z siedzibą w Dakarze w Senegalu zainstalowała system Cardox w celu oczyszczenia podgrzewacza w swoim zakładzie. Cementownia ta używała wcześniej lanc sprężonego powietrza do usuwania złożeń nagromadzonych wewnątrz podgrzewacza, ale ten sposób był bardzo kosztowny. W zeszłym roku postanowiono zatem użyć do tego celu systemu Cardox. Zamontowano gniazda tego systemu, wprowadzono do nich bezogniowe nabojnice, odpalono je i wystrzelony pod bardzo wysokim ciśnieniem dwutlenek węgla szybko i skutecznie rozbił twardą skorupę przylegającą do ściany podgrzewacza.

Informujemy, że cementownie w Polsce mogą zaopatrzyć się w system Cardox w firmie Endeco z Katowic.



www.endeco.pl



Pulsatory marki INWET dla zakładów kruszywowych

Przedsiębiorstwo Wdrażania Innowacji INWET SA z siedzibą w Chorzowie od ponad 30 lat wspiera swoich klientów w zakresie urządzeń wspomagających przepływ materiałów sypkich, a z racji występowania w wielu zakładach wydobywania i obróbki kruszyw problemów z udrożnieniem przepływu materiału spowodowanych warunkami atmosferycznymi proponuje i tej branży innowacyjne rozwiązanie inżynierskie. Żeby wspomóc przesyp kruszyw, INWET oferuje pulsator pneumatyczny SYNEX. Fot. 1 i 3 przedstawiają zabudowę z tymi pulsatorami na ścianie silosu z kruszywami (Fot. 2). W okresach pracy o podwyższonej wilgotności w zakładzie wydobywania kruszyw następowało gwałtowne załamanie się transportu materiału do obróbki. W celu zapewnienia odpowiedniej wydajności przepływu INWET zamontował w newralgicznych miejscach pulsatory pneumatyczne. Urządzenia te są wyposażone m.in. w specjalne dysze szczelinowe, które pozwoliły zachować ciągłość transportu.



FOT. 1, 2, 3

Układ pulsatorów na silosie z kruszywem chalcodonitowym



FOT. 4, 5, 6

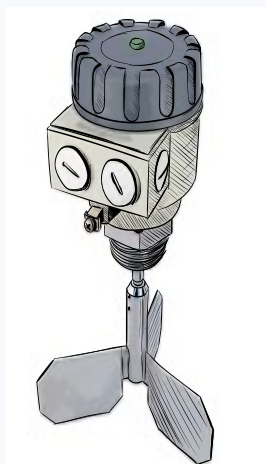
Etapy pracy pulsatora (przed zadziałaniem, w trakcie działania oraz po nim)

www.inwet.pl

NIVOROTA – wirnikowy sygnalizator poziomu

Przeprojektowany obrotowy łopatkowy sygnalizator poziomu NIVOROTA wraca z rozszerzonym wyborem śmigieł i bardziej niezawodną konstrukcją.

NIVOROTA wykrywa poziom materiałów sypkich, proszków, ziaren i granulatów. Zamontowany na zbiornikach, silosach i lejach monitoruje i kontroluje poziom, napełnianie i opróżnianie z materiałów, takich jak: kamienie, popiół, piasek, węgiel, pasza, plastry buraczane itp. Śmigło jest napędzane przez silnik elektryczny i obraca się swobodnie przy braku materiałów. Gdy materiał zatrzyma ruch śmigła, silnik zostaje wyłączony, a przełącznik wyjściowy wyzwany. Kiedy poziom materiału spada, śmigło może się znowu swobodnie obracać, silnik jest ponownie aktywowany, a przełącznik wraca do stanu wyjściowego.



Dostępne są wersje pyłowe ATEX Dust-Ex do stosowania w środowisku wybuchowym.

CECHY:

- sygnalizacja poziomu materiałów sypkich;
- wersje przedłużone linowe lub prętowe do 3 m;

- automatyczne wyłączenie silnika;
- wykonanie wysokotemperaturowe;
- IP67;
- wykonanie Ex pyłowe;
- moment obrotowy niezależny od napięcia zasilania;
- zbyt niskie napięcie zasilania sygnalizowane migającą LED.

ZASTOSOWANIA:

- przemysł spożywczy: ziarna słonecznika, łuski słonecznika, kawa, proszek, kakao, mąka, cukier itp.
- przemysł chemiczny: tworzywa sztuczne, proszek, granulaty, pelety
- materiały budowlane: cement, piasek, wapno, gips
- energetyka: sadza, węgiel, miał, popiół

www.nivelco.com

Przyrządy do pomiaru poziomu z oferty firmy KOBOLD

Materiały sypkie, takie jak: cement, żwir, karma dla zwierząt, nawozy i różnego rodzaju proszki zazwyczaj przechowywane są w silosach lub zbiornikach zamkniętych. Dla tego typu aplikacji wymagany jest ciągły i niezawodny pomiar, sygnalizacja i wskazywanie poziomu napełnienia.

Dobór przyrządów pomiarowych w takich przypadkach jest trudny i zależy od wielu parametrów, jak: temperatura, zapalenie, rodzaj magazynowanego materiału i inne jego parametry fizyko-chemiczne.

Firma KOBOLD oferuje przyrządy, które znakomicie sprawdzą się w wymagających warunkach pracy i z dużą dokładnością będą mierzyć i monitorować poziom materiałów sypkich.

Wirnikowy sygnalizator materiałów sypkich NIR

Wirnikowe sygnalizatory poziomu typu NIR dostarczane są w różnorodnych wykonaniach pokrywających szeroki zakres aplikacji.

Niezależnie od wilgotności i przewodności medium, czujnik niezawodnie sygnalizuje poziom minimalny lub maksymalny materia-



łów sypkich w silosach lub zbiornikach. Dostępne są różne typy wirników dostosowane do gęstości materiałów sypkich. Sygnalizatory montowane są z boku lub od góry zbiorników. Przy instalacji od góry, czujnik może być wydłużony do 10 metrów.

Wibracyjny sygnalizator stanu napełnienia NVI

Czujnik stanu napełnienia jest systemem mechanicznym, który poprzez układ elektroniczny jest wprowadzany w rezonans. Jeżeli medium osłoni sondę, wibracja ta jest tłumiona. Zmiana amplitudy drgań przekształcana jest przez elektronikę w sygnał przełączający. Ten jednoprętowy sygnalizator wibracyjny stosowany może być w mediach i granulatach proszkowych. Dzięki jednoprę-

towej budowie w znacznym stopniu uniemożliwione jest tworzenie się osadu. Pręt zasadniczo sam czyści się, ponieważ wibracje zrzucają medium z czujnika.



www.kobold.com

Od ponad 40 lat firma KOBOLD produkuje najwyższej jakości urządzenia pomiarowe



NMF - Membranowy sygnalizator poziomu

Sygnalizacja poziomu materiałów sypkich

Jest to najlepsze, a przy tym ekonomiczne, rozwiązanie sygnalizacji poziomu materiałów sypkich w zbiornikach. Urządzenia te stosowane są do sygnalizacji maksymalnych i minimalnych poziomów różnych pyłów, pudrów, granulatów i ziaren.

SPECYFIKACJA

- Pływający zestyk przełączny wytrzymujący maksymalnie 4 A przy 250 VAC
- Materiały sypkie gęstości od 0.3 do 2.5 t/m³
- Wielkość ziaren do 30 mm

RÓŻNORODNE ZASTOSOWANIA

- Górnictwo i przetwórstwo minerałów
- Przemysł pasz i zbożowy
- Produkcja i przetwarzanie polimerów

www.kobold.com

Przekładnia przemysłowa MAXXDRIVE® XT dedykowana branży kruszyw

Nowa seria MAXXDRIVE® XT od NORD DRIVE-SYSTEMS uzupełnia portfolio firmy o przekładnie przemysłowe do zastosowań z wysokimi wartościami granicznymi mocy cieplnej, jak przenośniki taśmowe materiałów sypkich i mineralnych.

Seria przekładni przemysłowych MAXXDRIVE od dziesięciu lat stanowi część portfolio produktów NORD i była w tym czasie stale rozwijana. Najnowsza generacja uzupełnia serię o dwustopniową przekładnię kątową, która jest szczególnie odpowiednia dla systemów przenośników taśmowych i może być łatwo dopasowana do indywidualnych wymagań. Zakres mocy i prędkości został specjalnie zaprojektowany dla zastosowań, w których wymagany jest niski zakres prędkości w połączeniu z wysoką mocą - np. w przemyśle materiałów sypkich i minerałów. W branżach tych wymagane są solidne rozwiązania odporne na zanieczyszczenia i niezawodne podczas działania w surowych warunkach operacyjnych. Z tego powodu konieczna jest także specjalna koncepcja uszczelnień, wymagająca minimalnej konserwacji.



Wyjściowy moment obrotowy dla serii MAXXDRIVE® XT zawiera się w przedziale pomiędzy 15 a 75 kNm przy przełożeniach od 6,3 do 22,4. Przekładnie są dostępne w siedmiu zakresach mocy od 50 do 1500 kW. W przeciwieństwie do wcześniejszych konstrukcji seria jest standardowo wyposażona w mocno uźebrowany korpus UNICASE ze zintegrowanym wentylatorem osiowym. Ze względu na zwiększoną powierzchnię korpusu oraz zastosowane osłony wentylatora, przepływ powietrza chłodzącego jest zoptymalizowany i osiągnięto bardzo wysoki potencjał termiczny - w wielu przypadkach

dodatkowe chłodzenie nie jest wymagane. Duże łożyska walcowe oraz ich rozmieszczenie w stosunku do środka korpusu zwiększają obciążalność i wydłużają okres eksploatacji komponentów.

NORD oferuje również innowacyjne koncepcje konserwacji predykcyjnej. Wykorzystując falowniki, sieciowe zespoły napędowe NORD przesyłają swoje dane dotyczące stanu do zabezpieczonej Chmury. Dzięki temu zmiany stanu można wykryć na wczesnym etapie i zaplanować konserwację.

www.nord.com

Wydanie specjalne na targi SyMas 2022

KATALOG produktów i usług dla branży materiałów sypkich i masowych

**Przyjmujemy
zamówienia
na reklamę!**

KONTAKT:

e-mail:

redakcja@powderandbulk.com.pl

tel.: 501 690 740

tel.: 510 485 880



Oslony przenośników taśmowych

Firma Techmont oferuje osłony przenośników, wykonane zarówno z tworzywa sztucznego, jak i osłony metalowe wykonane z blachy falistej, ocynkowanej ogniowo. Jest to jeden z najtańszych sposobów na zabezpieczenie taśmociągów, instalacji oraz ciągów technologicznych przed wpływem warunków atmosferycznych, pyleniem, dostępem osób niepowołanych, jednocześnie zabezpieczając instalację pod kątem wymagań BHP.

Oferowane osłony dostępne są w 11 standardowych rozmiarach (dla każdego typu przenośnika taśmowego). W razie potrzeby osłony są w szybki i łatwy sposób demontowane i ponownie zakładane, a zróżnicowane systemy wizjerów rewizyjnych umożliwiają dostosowanie systemu osłon do potrzeb każdej instalacji.



System dynamicznej aeracji – armatki powietrzne

Metoda dynamicznej aeracji jest jedną z najbardziej efektywnych metod zapewniających stały przepływ w ciągach technologicznych i objętość użyteczną rezerwuarów procesowych. Zatory, zawisy czy inne formy zaburzające poprawne działanie instalacji, mają często bardzo poważne, negatywne skutki wpływające na sprawność całego układu. Niestabilna praca, niska wydajność, pogorszenie się warunków BHP mają bezpośredni wpływ na ekonomię. Wieloletnia praktyka pokazała, że zastosowanie armatek powietrznych przywraca w pełni założoną sprawność instalacji, a w skrajnych sytuacjach umożliwia poprawne ich funkcjonowanie. Podstawowymi zaletami tych urządzeń są: szerokie spektrum zastosowań oraz fakt, że energia wystrzału przekazywana jest bezpośrednio w transportowany materiał, pozwalając na najbardziej efektywne jej wykorzystanie.



www.techmont.com.pl

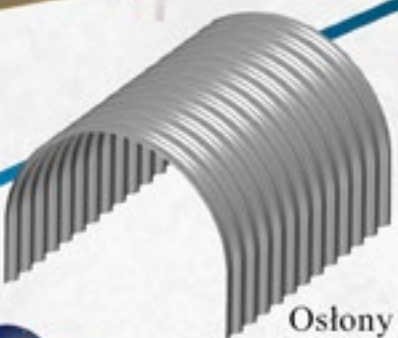


P.P.H.U.
TECHMONT

od 2001r.



Zgarniacze



Oslony przenośników



PNEUMAX GUN



Armatki powietrzne / azotowe



Mgła wodna

PPHUTECHMONT Radosław Wietrzyk
www.techmont.com.pl

Obecnie w ofercie firmy znajdują się m.in. następujące urządzenia:

Allgaier Werke TSM 2000/2 Sito wibracyjne



Ogólne informacje

SKU	R1247
Lokalizacja urządzenia	Barneveld
Producent	Allgaier (D)
Typ	TSM 2000/2
Rok produkcji	1999

Główne cechy

Materiał	Stal nierdzewna
Powierzchnia	2.1 m ²
Średnica sita	1770 mm
Powierzchnia sita	2.1 m ²
Liczba półek	2
Rozmiary sit	średnica 1770 mm
Z pokrywą	
Wlot	średnica 110mm (4x) średnica 250 mm (1x)
Wylot	średnica 195 mm
Silnik	3,6 kW 380–420/660–725 Volt (Ex)
Rozmiar oczek sita	1,3 mm; 0,9 mm
Z dodatkowymi pokładami sitowymi o rozmiarach	0,8 mm (1x) 0,4 mm (1x)
Materiał	Stal nierdzewna 1.4571 (316Ti)
Powierzchnia	2,3x2,1 m

Kek Kemutec K300 - Sito obrotowe



Ogólne informacje

SKU	340S624
Lokalizacja urządzenia	Barneveld
Producent	KEK Kemutec
Typ	K300
Rok produkcji	2008

Główne cechy

Materiał	Stal nierdzewna
Silnik	0.55 KW
Długość	300 mm
Rozmiary sit	średnica 120x300 mm
Rozmiar śruby	średnica 90x200 mm
Wlot	średnica 95 mm
Wylot	średnica 150 mm (1x), średnica 95 mm (1x)
Z włazem rewizyjnym	270x175 mm
Napęd	0,55 kW 220–240/380–415 vol
Prędkość obrotowa	920 obr.
Z klatką na sito	
Perforacja sita	3x3 mm
Materiał	Stal nierdzewna
Powierzchnia	1,2x0,4 m

Loedige FM-450 D Mieszarka dynamiczna turbo do proszku



Ogólne informacje

SKU	242N155
Lokalizacja urządzenia	Barneveld
Producent	Gebrüder Lödige Maschinenbau GmbH Paderborn
Typ	FM-450 D
Rok produkcji	2011

Główne cechy

Ciśnienie robocze w płaszczu	0.5 Bar
Materiał	Stal nierdzewna
Pojemność	450 L
Silnik	11 KW
T-arms	
Rozmiary koryta	średnica 650x1500 mm, właz rewizyjny 600x370 mm
Wylot	średnica 25 mm
Z płaszczem grzewczym	60 ltr
Maksymalna temperatura	110°C
Silnik	11,0 kW, 400/690 V
Zamontowany na ramie	

CO TYDZIEŃ NOWE
MASZyny W MAGAZYNIE!

AF FOETH

USED AS NEW SINCE 1908

✓ DOSTĘPNE OD ZARAZ

✓ PONAD 2800+ MASZYN W OFERCIE

✓ WYSOKA JAKOŚĆ

✓ DOSTAWA NA CAŁY ŚWIAT

Największy asortyment w Europie

AUTOKLAWY
CHŁODNICE TAŚMOWE
DMUCHAWY
KRUSZARKI
WIRÓWKI
DRAŻOWNICE
KOMPAKTORY
ŚLIMAKOWE PRZENOŚNIKI
ŚRUBOWE
ODGAZOWYWACZE

KOLUMNY DESTYLACYJNE
SUSZARKI
SEPARATORY PYŁU
WYTŁACZARKI
FILTRY
MŁYNY
WYMIENNIKI CIEPŁA
ZAGNIATARKI
RÓŻNE
MIESZALNIKI

MASZyny PAKUJĄCE
MASZyny DO OBRÓBKI TWORZYW SZTUCZNYCH
PRASY
ZBIORNIKI TECHNOLOGICZNE
POMPY
REAKTORY
DOZOWNIKI CELKOWE
SITA
ZBIORNIKI MIESZALNIKOWE
ZBIORNIKI MAGAZYNOWE

Kup i sprzedaj swój sprzęt procesowy!

**TWÓJ PARTNER W DZIEDZINIE ODNOWIONYCH URZĄDZEŃ
WYSOKIEJ JAKOŚCI W PRZEMYŚLE PRZETWÓRCZYM**



Chemia



Farma



Spożywczy



Recykling

Badanie betonu

Wiktor Kubiński,
Mariusz Niekurzak,
Ewa Kubińska-Jabcoń

W ramach współpracy z Wydawnictwem Naukowym PWN przedstawiamy kolejny fragment książki pt. „Badania towarów przemysłowych”. W poprzednim wydaniu opublikowaliśmy część poświęconą badaniu wapna budowlanego.

Oznaczanie gęstości w stanie suchym autoklawizowanego betonu komórkowego zgodnie z normą PN-EN 678:1998P [N12] polega na wyznaczeniu średniej wartości gęstości w stanie suchym z trzech badanych próbek z tej samej serii.

Próbki do badań należy pobrać z elementów prefabrykowanych lub niezbrojonych elementów prefabrykowanych z tej samej formy. Probki powinny mieć kształt graniastosłupów, kostek lub walców o najmniejszym wymiarze co najmniej 50 mm i objętości minimum $0,5 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3$ każdy. Do badania należy przyjąć trzy próbki: jedną z 1/3 górnej części elementu, jedną ze środkowej i jedną z 1/3 dolnej części elementu, w kierunku wyrastania masy podczas produkcji. Położenie próbek do badania w materiale, w stosunku do kierunku wyrastania masy, powinno być oznaczone numerami. Do badania wystarczy jedna pojedyncza próbka, jeśli jest ona równa całej wysokości wyrastania masy i jej objętość wynosi co najmniej $1,5 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3$. Gęstość w stanie suchym oznaczana na takiej próbce odpowiada średniej wartości z trzech pojedynczych próbek do badania. Probki do badania należy wyciąć piłą, a w przypadku próbek walcowych odwieźć. Istotne jest, aby nie zawierały żadnego zbrojenia. W przeciwnym razie przy obliczaniu gęstości w stanie suchym trzeba uwzględnić masę i objętość zbrojenia z powłoką antykorozyjną.

Przed wykonaniem oznaczenia należy obliczyć objętość badanych próbek na podstawie pomiarów wykonanych za pomocą suwmiarki w różnych miejscach ich powierzchni. Liczba pomiarów zależy od kształtu, wielkości i regularności powierzchni, powinna umożliwić oznaczenie objętości badanej próbki V z błędem nieprzekraczającym 1%. Następnie próbki należy umieścić w suszarce laboratoryjnej w temp. 105°C , po czym oznaczać masę w stanie suchym m_{di} poszczególnych badanych próbek. Jeżeli po upływie 24 godz. masa badanej próbki nie zmieniła się więcej niż 0,2%, to uważa się ją za stałą. Gęstości w stanie suchym autoklawizowanego betonu komórkowego ρ_i oblicza się ze wzoru [N12]

$$\rho_i = \frac{m_{di}}{V_i}, \text{ kg/m}^3 \quad (8.26)$$

gdzie: m_{di} – masa w stanie suchym badanej próbki, kg; V_i – objętość badanej próbki, m^3 ; i – badana próbka ($i = 1, 2, 3 \dots$).

Gęstość w stanie suchym wyrobu ρ oznacza się jako średnią wartość gęstości w stanie suchym trzech badanych próbek ρ_i , z badanej serii [N12]

$$\rho = \frac{1}{3} (\rho_1 + \rho_2 + \rho_3), \text{ kg/m}^3 \quad (8.27)$$

Oznaczanie odporności na zamrażanie-rozmrażanie autoklawizowanego betonu komórkowego zgodnie z normą PN-EN 15304:2010P [N13] polega na określeniu utraty masy betonu po wykonaniu 15 cykli zamrażania-rozmrażania.

W celu wykonania oznaczenia należy użyć sześciennych próbek o wymiarach $100 \times 100 \times 100 \text{ mm}$ podzielonych na dwie równe grupy: próbki główne i próbki kontrolne. Przed badaniem należy zmierzyć długość, wysokość i szerokość w połowie wysokości po dwóch przeciwnych stronach pociętych i opisanych próbek. Następnie należy je nasycić wodą przez 48 godzin. W tym celu na 24 godz. zalewa się je do połowy wodą, a na następne 24 godz. całkowicie zanurza pod wodą, po czym próbki wyjmują się z wody i przenosi do plastikowego worka w celu wyrównania nawodnienia. Podczas wykonywania oznaczenia próbki powinny być oddzielone od siebie drewnianymi przegrodami, dystans pomiędzy próbkami, ścianami pomieszczenia a górnymi półkami powinien wynosić 50 mm. Temperatura środka próbki przed wykonaniem oznaczenia powinna spaść w ciągu 2–4 godz. do 0°C , a w czasie 8 godz. – do -15°C . Po tym czasie próbki należy przez kolejne 8 godz. rozmrażać do osiągnięcia ponad 95% wilgotności względnej w temp. 20°C . Probki kontrolne należy przechowywać w klimatyzowanym pomieszczeniu w temp. 20°C i chronić przed wysuszeniem. Przed rozpoczęciem cyklu zamrażania-rozmrażania należy określić masę próbek głównych $m_{i,0}^m$ i kontrolnych $m_{i,0}^r$, po czym poddać je procesowi suszenia w temp. 105°C i określić ich masę suchą. Jeżeli po wykonaniu 15 cykli zamrażania-rozmrażania próbek głównych nastąpi utrata masy, należy określić wytrzymałość próbki na ściskanie wraz z utratą masy.

Zawartość wilgoci $\mu_{i,n}^m$ oblicza się ze wzoru [N13]:

$$\mu_{i,n}^m = 100 \cdot (m_{i,n}^m / m_{i,0}^m - 1), \% \quad (8.27)$$

gdzie: $m_{i,n}^m$ – zważona masa kontrolnej próbki do badań i w stanie wilgotnym niezwłocznie po zakończeniu n cykli zamrażania-rozmrażania, g; $m_{i,0}^m$ – zważona masa głównej próbki do badań i w stanie suchym

niezwłocznie po zakończeniu n cykli zamrażania-rozmrażania, g.

Ubytek masy głównych próbek do badań określa się przez obliczenie różnicy pomiędzy początkową masą w stanie suchym (obliczoną przy założeniu, że główne próbki mają tę samą wilgotność początkową co sąsiednie kontrolne próbki) a końcową masą w stanie suchym określoną bezpośrednio na głównych próbkach do badań. Założenie to jest prawidłowe, jeżeli główne i kontrolne próbki do badań zostały pobrane parami z sąsiadujących ze sobą części tego samego komponentu.

Równowartość suchej masy $m_{i,0}$ próbki głównych po wyciągnięciu z plastikowego worka oblicza się ze wzoru [N13]

$$m_{i,0}^m = m_{i,0}^r \cdot \left(\frac{m_{i,n}^r}{m_{i,0}^r} \right), \text{ g} \quad (8.29)$$

Utratę masy m_i , L należy obliczyć ze wzoru [N13]

$$m_i = 100 \cdot \left(1 - \frac{m_{i,n}^m}{m_{i,0}^m} \right), \% \quad (8.30)$$

gdzie: $m_{i,0}^m$ – zważona początkowa masa w stanie wilgotnym głównej próbki do badań i po wyciągnięciu z worka plastikowego przed rozpoczęciem cyklu zamrażania-rozmrażania, g; $m_{i,n}^r$ – zważona masa kontrolnej próbki do badań i w stanie suchym po zakończeniu n cykli zamrażania-rozmrażania, g; $m_{i,0}^r$ – zważona początkowa masa w stanie wilgotnym kontrolnej próbki do badań i niezwłocznie po wyjęciu z worka plastikowego, g; $m_{i,n}^m$ – zważona masa w stanie suchym głównej próbki do badań i po n cykli zamrażania-rozmrażania, g; $m_{i,0}^m$ – równoważna masa w stanie suchym głównej próbki i niezwłocznie po wyjęciu z worka plastikowego przed rozpoczęciem cyklu zamrażania-rozmrażania, g, obliczona zgodnie ze wzorem (8.29).

Średni ubytek masy $\bar{m}_i$ jest określony jako średnia wartość ubytku masy dla 6 głównych próbek do badań. Jako wynik oznaczenia podaje się wartość średnią wyników poszczególnych próbek.

Względny spadek wytrzymałości na ściskanie $f_{ci,rel}$ próbek głównych i należy wyrazić jako wartość procentową początkowej wytrzymałości na ściskanie zgodnie ze wzorem [N13]

$$f_{ci,rel} = \left(1 - \frac{f_{ci,n}^m}{f_{ci,0}^m} \right) \cdot 100\% \quad (8.31)$$

gdzie: $f_{ci,n}^m$ – wartość wytrzymałości na ściskanie głównej próbki do badań i po okre-

ślonej liczbie n cykli, MPa; $f_{ci,n}$ – wartość wytrzymałości na ściskanie odpowiedniej kontrolnej próbki do badań i oznaczonej w tym samym czasie co odpowiadająca jej główna próbka do badań, MPa.

Średni spadek wytrzymałości na ściskanie $\bar{f}_{ci,rel}$ jest oznaczany jako średnia wartość spadku wytrzymałości na ściskanie $f_{ci,rel}$ głównych próbek. Oblicza się go z dokładnością do 1%.

Oznaczenie przyczepności autoklawizowanego betonu komórkowego do prętów zbrojenia metodą wypychania zgodnie z normą PN-EN 989:1999P [N14] polega na pobieraniu próbki z elementów zbrojonych, a następnie (za pomocą aparatury badawczej) przyłożeniu określonej wartości siły ściskającej do końca pręta zbrojeniowego, tak aby przeciwna powierzchnia próbki zapewniała swobodne wysuwanie się pręta.

Siłę tę należy zwiększać ze stałą szybkością aż do zerwania przyczepności i wysunięcia się pręta. Poślizg pręta względem betonu jest mierzony na wolnym końcu pręta; jednocześnie odbywa się zapis krzywej obciążenie–poślizg. Próbkę do badań należy pobrać przez przecięcie poprzeczne elementu w kształcie odcinków graniastopuła o długości 200 mm. Każdy z prętów poddawanych badaniu powinien zostać oczyszczony z zanieczyszczeń na głębokość 10 mm. Trzeba też sprawdzić, czy w próbce nie było prętów poprzecznych połączonych z badanymi prętami podłużnymi. Liczba próbek powinna być taka, aby można było oznaczyć przyczepność na przynajmniej pięciu odcinkach podłużnych prętów. Muszą być zbadane przynajmniej trzy różne pręty podłużne. Próbkę należy przechowywać w taki sposób, aby w momencie badania miały temperaturę ok. 20°C oraz zawartość wilgoci 6–2% masy.

Podczas badania należy do końca pręta zamocować półkolistą podkładkę metalową, której zadaniem jest wypychanie badanego pręta, po czym umieścić próbkę na dolnej płycie oporowej prasy i zaprzeć klinami do uzyskania stabilnej pozycji pomiarowej zgodnie ze schematem przedstawionym na RYS. 8.9.

Na górnej powierzchni próbki należy umieścić płytę pilśniową z otworem na końcówkę czujnika pomiarowego. Następnie umieszcza się ramę dystansową w odpowiedniej pozycji w celu zamontowania czujnika mierzącego poślizg, tak aby cztery otwory w dolnej płycie opowiadały otworom w płycie pilśniowej. Czujnik mierzący poślizg należy tak zamontować, aby jego nóżki opierały się o powierzchnię betonu, a końcówka pomiarowa była w kontakcie z wierzchołkiem pręta zbrojeniowego. Następnie przykłada się wstępne obciążenie wystarczająco duże, aby docisnąć badaną próbkę i ramę dystansową dostatecznie mocno do płyty oporowej prasy i utrzymać ją stabilnie w pozycji pionowej, po czym usuwa się kliny pomocnicze i zwiększa obciążenie ze stałą prędkością, tak obliczoną, aby zerwanie przyczepności nastąpiło w czasie 60–90 s.

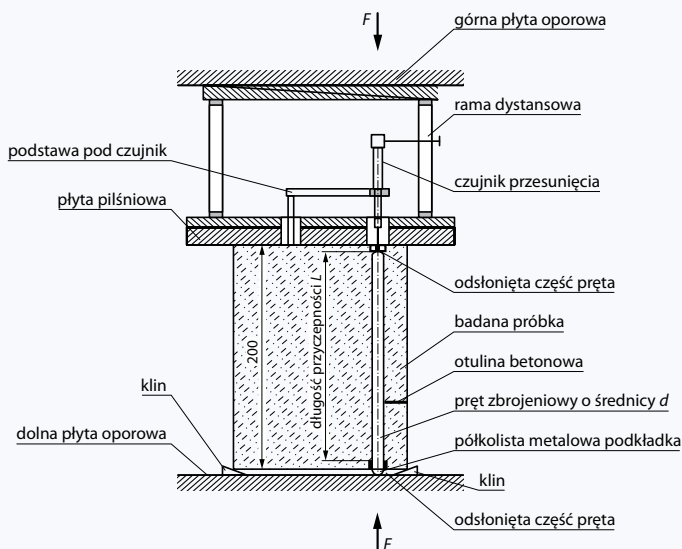
Podczas badania jest rejestrowana krzywa w układzie obciążenie–poślizg. Wytrzymałość na przyczepność f_b oblicza się ze wzoru [N14]

$$f_b = \frac{F_u}{\pi \cdot L \cdot d}, \text{ N/mm}^2 \quad (8.32)$$

gdzie: F_u – maksymalne obciążenie przyłożone do pręta, N; L – efektywna długość przyczepności (całkowita długość badanej próbki minus długość odsłonięcia końcówki pręta), mm; d – nominalna średnica pręta zbrojeniowego, mm.

Jako wynik oznaczenia wytrzymałości na przyczepność poszczególnych prętów podaje się jej wartość średnią.

Oznaczanie skurczu podczas wysychania autoklawizowanego betonu komórkowego zgodnie z normą PN-EN 680:2008P [N15] polega na wyznaczeniu z krzywej wartości umownej skurczu jako różnicy względnej zmiany liniowej między wartościami wilgoci, wyrażonymi ułamkiem masowym.



RYS. 8.9

Schemat aparatury badawczej do badania przyczepności betonu do prętów zbrojenia [N14]

Do badania z elementów bieżącej produkcji należy wyciąć próbki w kształcie graniastopuła o przekroju poprzecznym 40×40 mm i długości nie krótszej niż 160 mm.

Zestaw trzech próbek badawczych pochodzących z tej samej formy powinien składać się z pobranej z 1/3 górnej części elementu, z części środkowej i z 1/3 dolnej części elementu zgodnie z kierunkiem wyrastania masy podczas produkcji. Na RYS. 8.10 przedstawiono schematyczny sposób pobierania próbek do badań.

Próbki zanurza się w wodzie przez 72 godz., aż do osiągnięcia wilgotności równej co najmniej 30% ich masy i suszy w temp. 105°C i wilgotno-



MAKSYMALIZACJA WYDAJNOŚCI

Nowość!

PTEZ™ Rolka samonaprowadzająca

PTEZ™ Rolka samonaprowadzająca jest wyposażona w nowe wydajne krążniki naprowadzające.

Unikalny system z funkcją "Pivot and Tilt" reaguje i kompensuje pracę taśmy bez rolek czujnikowych - wynik to dwie siły wymuszające natychmiastowe przesunięcie taśmy z powrotem do środka

- Poliuretanowa osłona rolki jest w standardzie aby zapewnić długotrwałą wydajność
- Prosty, ale wszechstronny system mocowania zapewnia szybką i precyzyjną instalację



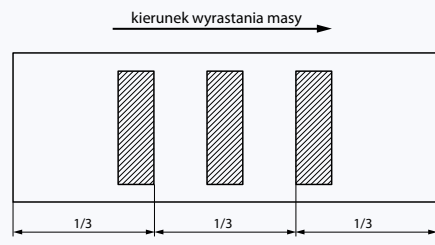
Wszechstronne opcje montażu

www.flexco.com

FLEXCO

Partners in Productivity

Flexco Europe GmbH • Maybachstrasse 9 • D-72348 Rosenfeld
Tel: +49-7428-94060 • Fax: +49-7428-9406260 • europe@flexco.com



RYS. 8.10

Schemat miejsc pobierania próbek do badań [N15]

ści względnej 45%. Następnie umieszcza się je w plastikowych torebkach i przechowuje w temp. 20°C przez 24 godz. w celu równomiernego rozprowadzenia wilgoci. W trakcie wysychania w różnych odstępach czasu należy oznaczać zmiany długości i masy próbek. Następnie sporządza się wykres względnej zmiany długości w zależności od zawartości wilgoci. Wartość skurczu podczas wysychania i zawartość wilgoci dla każdej serii pomiarowej należy przedstawić graficznie w postaci krzywej i wyznaczyć wartość skurczu standardowego w zakresie wilgotności 30–6% masy.

Przed każdym pomiarem czopiki pomiarowe powinny być starannie wytarte w celu uniknięcia błędnych odczytów. Pierwszego odczytu długości między czopikami i długości odcinka pomiarowego oraz pierwszego oznaczenia masy należy dokonać zaraz po zakończeniu kondycjonowania próbek badawczych. Kolejnym krokiem jest stopniowe wysychanie próbki w powietrzu o temperaturze ok 20°C i wilgotności względnej 45%.

W celu sporządzenia wykresu należy w odpowiednich odstępach czasu wykonać co najmniej pięć pomiarów odległości między czopikami, długości niezmiennego odcinka pomiarowego oraz pomiarów masy. Ostatni odczyt zmiany długości i masy należy wykonać:

- po 21 dniach przechowywania w wymaganych warunkach klimatycznych,
- po 28 dniach przechowywania w wymaganych warunkach klimatycznych.

Jeżeli względna zmiana długości pomiędzy 21. a 28. dniem przekracza 0,02 mm/m, pomiary powinny być kontynuowane do momentu, aż zmiana długości w ciągu kolejnych 7 dni nie przekroczy tej wartości.

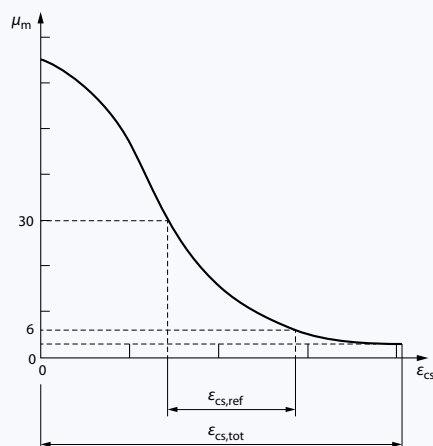
W celu określenia gęstości w stanie suchym oraz zawartości wilgoci w autoklawizowanym betonie komórkowym próbki po zakończeniu badania skurczu należy wysuszyć.

Umieszcza się je w suszarce z wentylatorem w temp. 105°C, aż do osiągnięcia stałej masy. Po wysuszeniu należy niezwłocznie zmierzyć ich masę. Masę uznaje się za stałą, jeśli po 24 godz. dalszego suszenia masa nie zmienia się więcej niż 0,2%. Na końcu należy usunąć czopiki pomiarowe oraz ponownie zważyć poszczególne próbki badawcze.

Względną zmianę długości ϵ_{csi} pomiędzy czasem t_0 a t_i oblicza się ze wzoru [N15]

$$\epsilon_{csi} = \frac{\Delta L_c}{L_c} \cdot 1000 = \frac{(L_{c0} - L_c) - (L_{inv,0} - L_{inv,i})}{L_c} \cdot 1000, \text{ mm/m} \quad (8.33)$$

gdzie: ΔL_c – zmiana długości między czopikami, mm; L_c – początkowa długość próbek badawczej z autoklawizowanego betonu komórkowego, mm; L_{c0} – odczyt z aparatu-



RYS. 8.11

Zasada oznaczania umownej wartości skurczu betonu podczas wysychania [N15]

ry badawczej z pomiaru próbki badawczej w czasie t_0 ; L_{ci} – odczyt z aparatury badawczej z pomiaru odcinka kontrolnego w czasie t_i ; $L_{inv,0}$ – odczyt z aparatury badawczej z pomiaru odcinka kontrolnego w czasie t_0 ; $L_{inv,i}$ – odczyt z aparatury badawczej z pomiaru odcinka kontrolnego w czasie t_i .

Zawartość wilgoci μ_{mi} dla każdego pomiaru t_i należy obliczyć ze wzoru [N15]

$$\mu_{mi} = \frac{m_i - m_d}{m_d - m_{plug}} \cdot 100, (\text{m/m})\% \quad (8.34)$$

gdzie: m_i – masa wilgotnej próbki badawczej w czasie badania t_i , kg; m_d – masa próbki badawczej po wysuszeniu w temp. 105°C, kg; m_{plug} – masa czopików pomiarowych, kg.

Średnie wartości względnych zmian liniowych długości ϵ_{csi} oraz wilgotności μ_{mi} z każdego pomiaru należy nanieść na wykres i połączyć linią krzywą zgodnie ze schematem przedstawionym na RYS. 8.11. Jeżeli wymagane jest podanie całkowitej wartości skurczu przy wysychaniu, należy ją obliczyć, korzystając ze wzoru (8.33).

Oblicza się ją jako zmianę długości między pomiarem w czasie t_0 a ostatnim pomiarem z okresu wysychania, t_e .

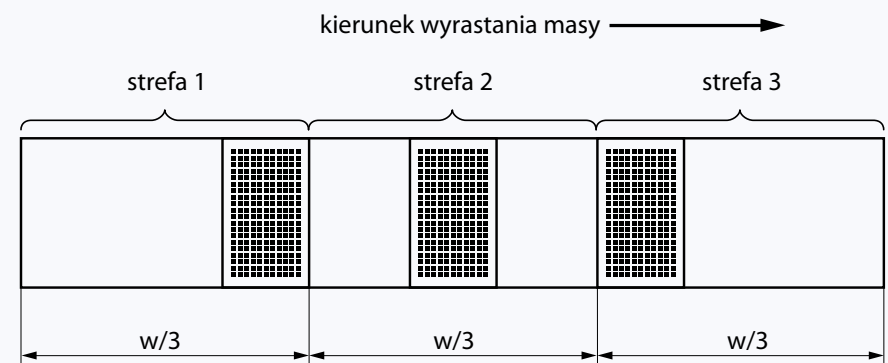
Umowna wartość skurczu podczas wysychania $\epsilon_{cs,ref}$ jest wyznaczana z krzywej, jako różnica względnej zmiany liniowej ϵ_s między wartościami wilgoci wyrażonymi ułamkiem masowym, $\mu_m = 30\%$ i $\mu_m = 6\%$.

Oznaczanie wilgotności autoklawizowanego betonu komórkowego zgodnie z normą PN-EN 1353:1999P [N16] polega na określeniu wilgotności obliczonej na podstawie wartości straty masy po suszeniu w stosunku do masy lub do objętości wysuszonych próbek badawczych. Do badania należy użyć 3 próbek z elementów prefabrykowanych w kształcie: graniastopuła, sześciangu lub walca o wymiarach co najmniej 50 mm i o objętości $0,5 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3$. Próbkę do badania należy pobrać z 1/3 górnej części elementu, z części środkowej oraz z 1/3 dolnej części elementu, w kierunku wyrastania masy podczas produkcji. W materiale próbki do badania powinny być położone w kierunku wyrastania masy i zostać oznaczone numerami. Do badania można użyć pojedynczej próbki, jeżeli jest ona równa całej wysokości wyrastania masy i jej objętość wynosi co najmniej $1,5 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3$. Wilgotność badanej próbki odpowiada średniej wartości z pomiarów trzech pojedynczych próbek. Sposób pobierania próbek do badań przedstawiono schematycznie na RYS. 8.12. Powierzchnie powinny być czyste i wystarczająco płaskie, aby badanie miało jak największą dokładność. Gdy próbka zawiera zbrojenie, to w obliczeniach wilgotności należy uwzględnić masę i objętość zbrojenia, łącznie z powłoką antykorozyjną.

W celu oznaczenia wilgotności autoklawizowanego betonu komórkowego należy oznaczyć masę pojedynczych próbek w stanie wilgotnym m_{hum} zanim nastąpi jej utrata.

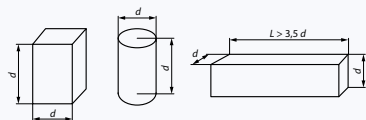
Ponadto należy określić objętości badanych próbek A na podstawie zmierzonych wymiarów.

Gdy wszystkie pomiary zostaną wykonane, należy badane próbki umieścić w suszarce laboratoryjnej z wentylatorem w temp.



RYS. 8.12

Schemat pobierania próbek do badań [N15]



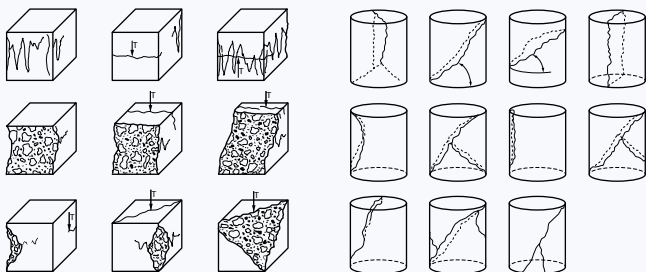
RYS. 8.13

Kształty próbek do badań betonu odpowiednio $d = 100-300$ [N17]



RYS. 8.14

Przykłady poprawnego zniszczenia próbek wałkowanych [N17]



RYS. 8.15

Przykłady nieprawidłowego zniszczenia próbek sześciennej i wałkowatej [N17]; T – rysa od rozciągania

105°C do uzyskania stałej masy, po czym należy określić ich masę w stanie suchym m_{dry} . Masę próbek należy uznać za stałą, jeżeli po 24 godz. dalszego suszenia nie zmieniła się więcej niż o 0,2%. Wilgotność w stosunku do masy μ oblicza się ze wzoru [N16]

$$\mu = 100 \cdot (m_{hum} - m_{dry}) / m_{dry}, \% \quad (8.35)$$

gdzie: m_{hum} – masa badanej próbki w stanie wilgotnym, g; m_{dry} – masa badanej próbki po wysuszeniu, g.

Wilgotność w stosunku do objętości μ oblicza się ze wzoru [N16]

$$\mu = [(m_{hum} - m_{dry}) / V] \cdot 10^6, \text{ kg/m}^3 \quad (8.36)$$

gdzie: V – objętość badanej próbki, mm^3 .

Oznaczanie wytrzymałości betonu na ściskanie i zginanie zgodnie z normą PN-EN 12390-1:2013-03E [N17] polega na ściskaniu w maszynie wytrzymałościowej próbki betonu pozbawionej wcześniej nadmiaru wilgoci. Z powierzchni styku próbki z płytami dociskowymi maszyny muszą zostać usunięte wszystkie luźne zanieczyszczenia.

Próbkę należy obciążać stałym naciskiem z prędkością zwiększającą naprężenia w próbce o 0,2–1,0 MPa/s do momentu uzyskania największego obciążenia, które należy zanotować. Do badań betonu wg normy [N17] używa się próbek o kształtach pokazanych na RYS. 8.13.

Wszystkie ściany boczne próbki, niestykające się z płytą dociskową, powinny z każdej strony ulegać pęknięciu i zniszczeniu prawie jednakowo jak pokazano na RYS. 8.14.

Nieprawidłowe zniszczenia próbek, objawiające się niejednorodnym pękaniem ich ścian, mogą być spowodowane: niedokładnym przeprowadzeniem badania, złym ustawieniem próbki oraz wadą maszyny. Przykłady nieprawidłowego zniszczenia próbek przedstawiono na RYS. 8.15.

Wytrzymałość próbek betonowych na ściskanie F_e oblicza się z następującej zależności [N17]

$$F_e = \frac{F}{A_c} \text{ MPa} \quad (8.37)$$

gdzie: F – maksymalne obciążenie przy zniszczeniu, N; A_c – pole przekroju poprzecznego próbki obciążanej siłą ściskającą, mm^2 .

Próbkę zginania wykonuje się metodą zginania trójpunktowego próbek w postaci

beleczki. Wytrzymałość próbek betonowych na zginanie F_{cl} oblicza się z zależności [N17]

$$F_{cl} = \frac{F \cdot l}{d_1 \cdot d_2^2}, \text{ MPa} \quad (8.38)$$

gdzie: F – maksymalne obciążenie, N; l – rozstaw wałków podpierających, mm; d_1 i d_2 – wymiary próbki, mm.

Oznaczanie wytrzymałości betonu na ściskanie metodą ultradźwiękową zgodnie z [1] polega na wprowadzeniu do betonu impulsów fali sprężystej i pomiarze czasu ich przejścia przez próbkę. Znając grubość próbki, wyznacza się prędkość rozchodzenia fal podłużnych w badanym materiale, która zależy od jego wytrzymałości. Jest to pośrednia metoda oceny opierająca się na pomiarze właściwości betonu na przekroju badanego elementu. Wykorzystuje się ją do ustalania niejednorodności struktury betonu.

Do oceny wytrzymałości betonu na ściskanie wykorzystuje się zależność prędkości rozchodzenia się fal sprężystych w ciałach stałych od jego właściwości sprężystych, które w betonie mają ścisły związek z wytrzymałością na ściskanie.

Do badań stosuje się urządzenia, które wytwarzają okresowo powtarzające się impulsy fal ultradźwiękowych podłużnych w trzech zakresach częstotliwości z przedziału 30–500 kHz, i odbierają je po przejściu przez nie znanej drogi w betonie. Czas przejścia fali ultradźwiękowej przez badany element o znanej grubości mierzy się za pomocą głowic umieszczonych po obu stronach elementu. W badaniach mikrospektra betonu, do lokalizacji pustek i kawern w większych elementach, a także do określenia głębokości zanurzenia zbrojenia można stosować także urządzenia do pomiaru z głowicą zwrotną.

Minimalną częstotliwość pomiarową głowic ultradźwiękowych f_0 należy dobrać, uwzględniając wymiar badanego obiektu, zgodnie z warunkiem [1]

$$f_0 \geq \frac{7000}{a}, \text{ kHz} \quad (8.39)$$

ENDECO

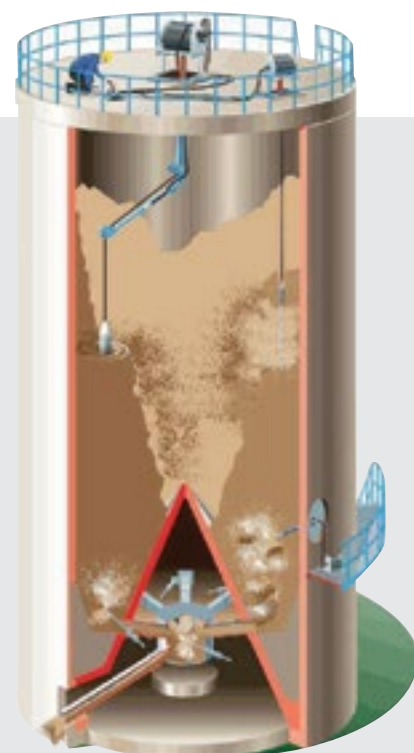
SYSTEM CARDOX

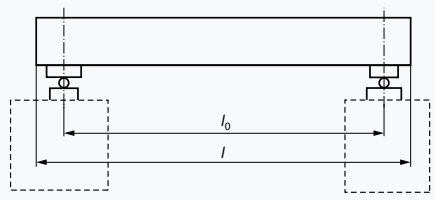
Bezpieczna, szybka i efektywna metoda udrażniania zbiorników: cementu, klinkieru, gipsu, piasku, żwiru, miazgi węglowego, zboża itp., jak i instalacji technologicznych do magazynowania masowych materiałów sypkich.

CARDOX
INTERNATIONAL LIMITED

Szczegółowych informacji udziela
wylączny dystrybutor systemu Cardox w Polsce:

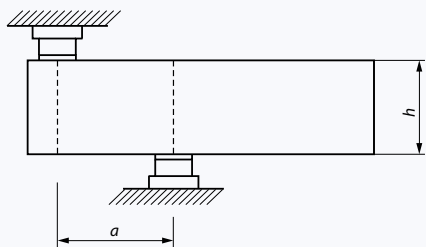
Endeco Sp. z o.o.
al. Korfanteo 76, 40-160 Katowice
tel./faks: 32 251 73 22, 32 251 70 28
biuro@endeco.pl
www.endeco.pl





RYS. 8.16

Przykładowy schemat ustawienia podpór [N18]



RYS. 8.17

Przykładowy schemat mocowania elementów utwardzonych do badania [N18]

gdzie: a – mniejsza z dwóch wartości: odległość między środkami głowic (grubość betonu) lub odległość od środka głowicy do najbliższej krawędzi obiektu, mm.

Połączenie akustyczne głowic z powierzchnią betonu umożliwiają środki sprzęgające, np. smary techniczne lub plastelina. Przed pomiarem należy sprawdzić kalibrację urządzeniem z użyciem wzorcowej próbki metalowej. Do badania w oznaczonych miejscach powierzchni betonu przykładają się, dociskają i odczytują czas przejścia impulsu między głowicami. W jednym miejscu pomiarowym przeprowadza się tylko jeden pomiar. Na podstawie wyniku pomiaru oraz znajomości drogi impulsu oblicza się prędkość rozchodzenia fali V i ocenia właściwości wytrzymałościowe badanego elementu.

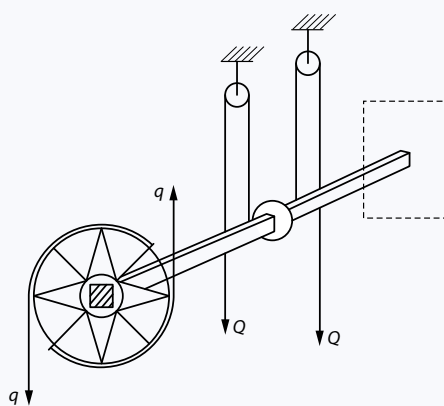
Oznaczanie wytrzymałości prefabrykatów z betonu zgodnie z normą PN-B--06281:1973P [N18] polega na sprawdzeniu ugięcia, zarysowania i nośności elementów prefabrykowanych oraz określenia cech wytrzymałościowych betonu i stali w badanych elementach przez wykonanie odpowiednio dobranych prób wytrzymałościowych.

Badania te powinny być przeprowadzane zgodnie z założeniami przyjętymi w obliczeniach statycznych. Elementy prefabrykowane należy badać w położeniu, w jakim pracują w konstrukcji, w innym przypadku należy usunąć wpływ czynników dodatkowych.

Badanie elementów zginanych jedno-przęsłowych swobodnie podpartych należy wykonywać na dwóch podporach przegubowych, z których jedna powinna być przegubowo-przesuwana. Schemat badania pokazano na RYS. 8.16.

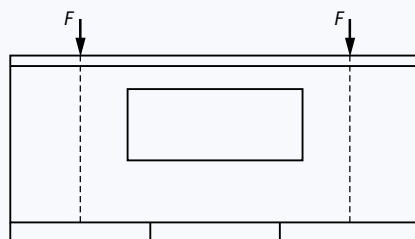
Do badania elementów utwardzonych zaleca się ich zamocowanie jak pokazano schematycznie na RYS. 8.17 z uwzględnieniem warunku $1,5h \leq a \leq 2h$.

Badanie elementów skręcanych jedno- i wieloprzęsłowych wykonuje się przy założeniu, że podpory ograniczają możliwość



RYS. 8.18

Przykładowy schemat obciążenia [N18]



RYS. 8.19

Obciążenia działające na filarkę [N18]

wykonywania obrotów przekroju mogą swobodnie przesuwają się w kierunku osi elementów. Schemat obciążenia pokazano na RYS. 8.18.

Badanie elementów ściskanych osiowo i mimośrodowo o stosunku sztywności w obu kierunkach 1–2 powinno się wykonywać obciążając je przez przeguby kuliste. Inne słupy i ściany z betonu bada się przez ściskanie, obciążając je za pośrednictwem przegubów walcowych. Elementy ścienne z otworami okiennymi lub drzwiowymi bada się pod obciążeniem działającym na filarki albo na nadproża (RYS. 8.19).

Pomiary wykonuje się w maszynach wytrzymałościowych lub innych urządzeniach obciążających umożliwiających zapis obciążenia niszczącego. Na elemencie przeznaczonym do badań należy: ustalić i nanieść siatkę punktów pomiarowych, a jeżeli zachodzi potrzeba – miejsca przyłożenia sił skupionych i podpór należy wyrównać zaprawą cementową.

Obciążenie próbne elementu składa się z obciążenia własnego i urządzeń pomocniczych oraz obciążenia zewnętrznego. W badaniu krótkotrwałym obciążenie powinno być jednostajne. Do chwili osiągnięcia 80% wartości obciążenia próbnego jego przyrosty powinny wynosić 20%, a następnie 5%. Do badania trwałych ugięć, obciążenia próbne pozostawia się na co najmniej 6 godz. W tym czasie dokonuje się pomiaru całkowitego ugięcia. Po następnych 6 godz. od zdjęcia obciążenia próbnego mierzy się ugięcie trwałe. Do badania zarysowań elementów sprężonych zaleca się obciążanie ich do powstania rysy o szerokości 0,1 mm, a następnie odciążenie po 15 min. Potem ponownie obciąża się elementy do powstania rysy o takiej samej szerokości, a następnie ponownie obciąża element identyczną wartością jak przy pierwszym obciążeniu, aby stwierdzić szerokość rozwarcia powstałej rysy. Szerokość tę należy mierzyć na bocznej powierzchni elementu wzdłuż teoretycznej osi zbrojenia. ■

Kubińska-Jabcoń Ewa, Wiktor Kubiński, Mariusz Niekurzak

BADANIE TOWARÓW PRZEMYSŁOWYCH

Jedyna książka na rynku omawiająca tak szeroki zakres wiedzy o badaniach towarów przemysłowych z uwzględnieniem aktualnie obowiązujących norm.

W książce autorów wykładających na Akademii Górniczo Hutniczej będzie można przeczytać o sposobach badania następujących grup towarów:

- surowce i wyroby włókiennicze
- skóra i wyroby skórzanego • papier i wyroby drewnopochodne
- środki czystości i wyroby kosmetyczno-perfumeryjne • zmechanizowany sprzęt AGD
- materiały stosowane w medycynie • spoiwa, zaprawy budowlane, beton

Publikację kierujemy m.in. do studentów kierunków technicznych wyższych uczelni o różnych specjalnościach (np. materiałoznawstwo, inżynieria materiałowa), studentów uczelni ekonomicznych (towaroznawstwo oraz zarządzanie i inżynieria produkcji).

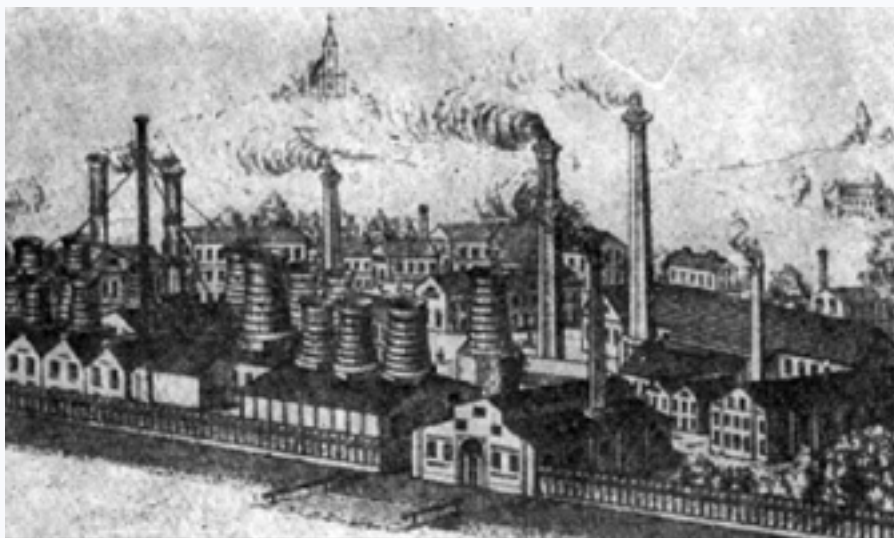
Książka może również znaleźć zastosowanie dla pracowników działów kontroli jakości, technologów w przedsiębiorstwach oraz specjalistów wykorzystujących omawiane w książce materiały.



Zarys historyczny rozwoju przemysłu cementowego

www.polskicement.pl

Polska należy do nielicznych krajów, które jako pierwsze na świecie rozpoczęły w skali przemysłowej produkcję cementu.



FOT. 1
Cementownia „Grodziec” w 1857 roku

Należy zaznaczyć, że historia przemysłu cementowego zaczyna się w okresie, kiedy ziemie polskie objęte były trzema zaborami. Pierwszą fabrykę cementu uruchomiono na ziemiach polskich w 1857 r. w Grodźcu koło Będzina. Była to piąta z kolei fabryka cementu na świecie. W zakładzie w Grodźcu wypalanie klinkieru odbywało się w piecach szybowych, pracujących okresowo. Surowiec i klinkier przemieliło w młynach żarnowych. Pierwsza produkcja wynosiła 3 tys. beczek po 164 kg, czyli około 490 ton na rok. W 1911 roku piec szybowy zastąpiono piecem obrotowym na metodę mokrą o wydajności dobowej 150 ton klinkieru. W owych czasach była to wielkość rekordowa.

W 1872 roku na ziemiach zaboru pruskiego wybudowano mały zakład produkcji cementu w Wejherowie z piecami szybowymi, które zastąpiono w 1906 r. piecem obrotowym.

Jako trzecia, uruchomiona została na terenie zaboru rosyjskiego cementownia „Wysoka” w roku 1885 w Łazach koło Zawiercia. Produkowała ona cement metodą suchą. Początkowa produkcja cementu, wynosząca 6 tys. ton cementu na rok wzrosła do 65 tys., kiedy w roku 1892 zastąpiono dotychczasowe piec piecami nowszego typu.

W 1885 roku również zostały uruchomione w byłym zaborze austriackim 2 cementownie: „Szczakowa” w Szczakowej, gdzie produkowano 12,5 tys. ton cementu portlandzkiego i 17,5 tys. ton wapna budowlanego. Obok

produkcji cementu, od 1903 r. fabryka ta prowadziła wypał dolomitu dla przemysłu metalurgicznego. Był to jeden z największych dostawców prażonego dolomitu w Europie. Drugim zakładem cementowym była „Bonarka”, wybudowana w Krakowie. Zainstalowano tam piec szybowy o ruchu ciągłym.

W 1889 roku w Goleśzowie na Śląsku Cieszyńskim wybudowano cementownię „Goleśzów”. Początkowo posiadała 12 pieców szybowych o łącznej wydajności 180–200 ton cementu na dobę. W 1910 r. rozpoczęto przebudowę cementowni, instalując w miejsce pieców szybowych piec obrotowy i w 1913 r. cementownia osiągnęła wielkość produkcji ponad 95 tys. ton cementu.

Pięć lat później, w 1894 r., w pobliżu Lublina została uruchomiona cementownia „Firley”. Cementownię wyposażono w 3 piec szybowy. Wydajność cementowni wynosiła wówczas 80 ton na dobę. W tym samym roku (podaje się również rok 1899) uruchomiono fabrykę „Klucze” koło Rabsztyna w rejonie Olkusza. W latach 1897–98 zbudowano cementownię „Rudniki” pod Częstochową.

Większy rozwój przemysłu cementowego na terenie zaboru rosyjskiego datuje się od roku 1897. W latach 1898–99 zostało uruchomionych następujących 6 zakładów: „Łazy” koło Zawiercia, „Opoczno” koło Radomia, „Wrzosowa” koło Częstochowy, „Kielce” oraz „Ogrodzieniec” koło Zawiercia. Na Wołyniu uruchomiono cementownię „Wołyń”.

CEMENTOWNIA	ROK URUCHOMIENIA	ROCZNA ZDOLNOŚĆ PRODUKCYJNA [tys. ton], W 1913 R.	PRODUKCJA tys. ton	ZUŻYCIEMENTU tys. ton
ZABÓR ROSYJSKI		837,0		
Grodziec	1857	54,0		
Wysoka	1884	172,8		
Firley	1894	90,0		
Klucze	1898	48,6		
Rudniki	1898	27,0		
Łazy	1899	57,0	400,0	180,0
Ogrodzieniec	1899	45,0		
Wrzosowa	1899	39,6		
Wołyń	1899	180,0		
Wiek	1913	45,0		
Roś	1914	90,0		
ZABÓR AUSTRIACKI		444,0		
Bonarka	1885	72,0		
Szczakowa	1885	150,0	250,0	185,0
Goleśzów	1889	150,0		
Górka	1913	72,0		
ZABÓR PRUSKI		35,0		
Wejherowo	1872	35,0	15,0	250,0

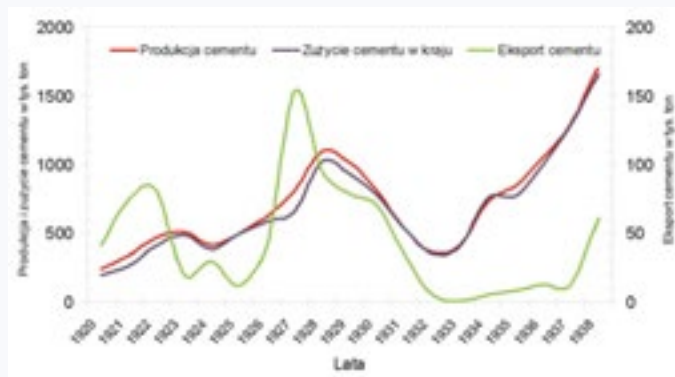
TAB. 1
Zakłady cementowe na ziemiach polskich przed wybuchem I wojny światowej

KRAJ	PRODUKCJA [tys. ton]
USA	15 857
Niemcy	6 868
Anglia	2 923
Rosja	1 907
Polska	665

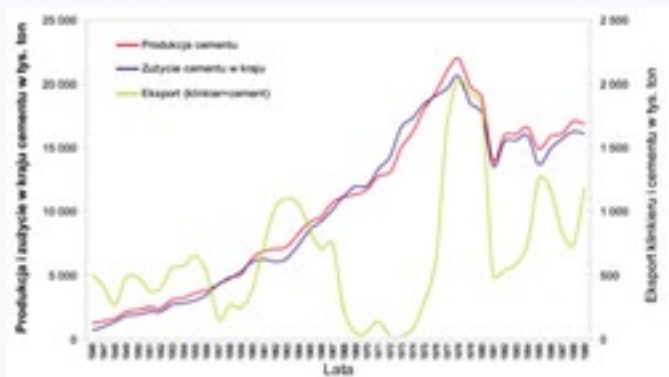
TAB. 2
Produkcja cementu w 1913 r. na świecie

CEMENTOWNIA	ZDOLNOŚĆ PRODUKCYJNA [tys. ton]
Grodziec	360
Szczakowa	320
Wysoka	300
Goleśzów	240
Saturn	170
Górka	150
Rejowiec	120
Wiek	110
Roś	80
Wołyń	80
Wejherowo	20
Razem	1950

TAB. 3
Zdolność produkcyjna poszczególnych zakładów w 1939 roku



RYS. 1
Wyniki przemysłu cementowego w Polsce w latach 1920–38



RYS. 2
Wyniki przemysłu cementowego w Polsce w latach 1946–89

W stosunkowo krótkim czasie, tj. w ciągu zaledwie 15 lat, w zaborze rosyjskim i austriackim powstało 13 zakładów cementowych, z czego w zaborze rosyjskim uruchomiono aż 8 cementowni w ciągu 3 lat. W roku 1900 wyprodukowano w zaborze rosyjskim 112 300 ton cementu, a import cementu z zagranicy wynoszący w latach 1894–97 średnio 7–9 tys. ton cementu, spadł w 1900 r. do 1 tys. ton. Takie ożywienie w przemyśle cementowym wynikało jednak z chwilowej koniunktury, wynikającej głównie z rozbudowy przemysłu oraz takich miast jak Warszawa, Łódź. W roku 1908 cementownie zaboru rosyjskiego założyły Centralne Biuro Sprzedaży Fabryk Portland Cementu w Warszawie, które koordynowało produkcję w zależności od popytu. W rezultacie całkowicie zamknięto zakład „Kielce” a „Opoczno” i „Rudniki” wstrzymały produkcję na jakiś czas.

Pod koniec 1913 r. uruchomiono cementownię „Wiek” w Ogrodzieńcu koło Zawiercia. Zakład wyposażono w piec obrotowy o wydajności 160 ton na dobę, pracujący metodą mokrą. Rozpoczęto także budowę cementowni w Morawinie koło Rejowca. Przed wybuchem I. wojny światowej została całkowicie przebudowana cementownia „Rudniki” – zainstalowano piec obrotowy i nowe młyny do przemiału klinkieru i węgla, jednak nie uruchomiono już tego zakładu przed wybuchem wojny. W 1914 roku uruchomiono cementownię „Roś” koło Wołkowyska w rejonie Grodna o wydajności rocznej 90 tys. ton cementu.

W roku 1913 wybudowano w zaborze austriackim cementownię „Górka” w Sierszy koło Trzebini, wyposażając ją w dwa piece obrotowe o wydajności 120 ton na dobę każdy. Równocześnie, w latach 1912–14 zmodernizowano cementownię „Bonarka”, uruchamiając 4 piece obrotowe, pracujące metodą mokrą. Roczna produkcja tej cementowni wzrosła do około 60 tys. ton cementu.

Przed wybuchem I wojny światowej na terenie zaboru austriackiego istniały 4 cementownie: „Szczakowa”, „Bonarka”, „Gole-



FOT. 2
Cementownia „Chelm I” – widok z 1970 roku

szów” i „Górka”, wyposażone w najlepsze, jak na owe czasy, urządzenia techniczne.

Ogółem, na ziemiach polskich w trzech zaborach istniało w 1914 r. 16 czynnych cementowni, 2 nieczynne i jedna w budowie. Spośród czynnych zakładów, 7 cementowni było w zaborze rosyjskim („Grodziec”, „Wysoka”, „Łazy”, „Wrzosowa”, „Klucze”, „Ogrodzieniec” i „Firley”). Roczna zdolność produkcyjna wszystkich cementowni wynosiła wtedy ponad 1,3 mln ton cementu, a wykorzystanie tej zdolności było na poziomie 63%.

W czasie I wojny światowej przemysł cementowy na ziemiach polskich uległ w dużym stopniu zniszczeniu lub rekwizycji. W ten sposób przestała istnieć cementownia „Firley” w Lublinie, a urządzenia cementowni „Wołyń” i „Roś” zostały wywiezione do Rosji.

Dwadzieścia kolejnych lat, do 1939 roku, były dla polskiego przemysłu cementowego okresem odbudowy i rozbudowy w granicach niepodległego państwa polskiego. Po zakończeniu I wojny światowej produkcja odbywała się w 12 zakładach, w 1920 r. wznowiła produkcję cementownia „Wejherowo”. Dopiero w roku 1925 r. uruchomiona została cementownia „Firley” w Rejowcu o wydajności 120 tys. ton cementu rocznie.

W roku 1927 rozbudowana została również cementownia „Szczakowa”, w której wybudowano duży piec obrotowy o wydajności około 170 ton na dobę. W 1928 r. w cementowni „Wysoka” uruchomiono piec obrotowy o wydajności około 320 ton na dobę, który należał wówczas do największych tego typu urządzeń na świecie. Dobra koniunktura dla cementu spowodowała, że w tym samym roku rozpoczęto także budowę nowej cementowni „Saturn” na terenie Zagłębia Dąbrowskiego. W chwili uruchomienia, w połowie 1929 r., cementownia ta należała do najnowocześniejszych na świecie. Pod koniec lat dwudziestych i na początku trzydziestych w Polsce było 18 fabryk, produkujących cement. W roku 1928 produkcja cementu przekroczyła wielkość 1 mln ton, a zużycie na jednego mieszkańca wyniosło 33 kg cementu. W roku 1927 osiągnięto najwyższy poziom eksportu, wynoszący ponad 150 tys. ton cementu. Lata kryzysu były dla przemysłu cementowego trudnym okresem, w którym praca odbywała się sezonowo lub w ograniczonym zakresie.

W roku 1937 wyprodukowano 1,5 mln ton cementu i dało to Polsce 9. miejsce na świa-

towej liście producentów. W 1939 roku przewidywana produkcja cementu miała przekroczyć 2 mln ton. Pod względem stanu technicznego oraz jakości produkowanego cementu polski przemysł cementowy w okresie międzywojennym stał na bardzo wysokim poziomie.

II wojna światowa zahamowała rozwój przemysłu i uległ on jeszcze większemu zniszczeniu niż podczas I wojny światowej. Po zakończeniu II wojny światowej i przesunięciu granic, poza obszarem Polski znalazły się cementownie „Roś” i „Wołyń”, ale weszły w terytorium państwa cementownie okręgu opolskiego i cementownia szczecińska. Łączna zdolność produkcyjna zwiększyła się i wynosiła około 3 mln ton cementu rocznie, jednak 1945 r. wyprodukowano jedynie 300 tys. ton cementu.

Lata czterdzieste w polskim przemyśle cementowym to przede wszystkim okres odbudowy i modernizacji istniejących zakładów, natomiast w latach pięćdziesiątych podjęto budowę nowych fabryk.

Pierwszym zakładem zbudowanym po wojnie była cementownia „Wierzba”, uruchomiona w roku 1952. Zainstalowano tam piec obrotowy o długości 150 m i wydajności dobowej 600 ton cementu – był to jeden z największych pieców obrotowych w Europie.

W latach 1952–57 na Żeraniu w Warszawie wybudowano przemiałownię klinkieru. W 1956 r. zapoczątkowano budowę cementowni „Chełm” o rocznej wydajności 800 tys. ton cementu, jednocześnie rozbudowując cementownię w Rejowcu. W 1959 rozpoczęto produkcję cementu hutniczego w przemiałowni „Nowa Huta”, a w 1962 uruchomiono również wypał klinkieru. W latach 1956–60 produkcja cementu wzrosła w 3,8 mln ton do ponad 6,5 mln ton cementu.

W latach sześćdziesiątych powstawały zakłady pracujące metodą suchą, a od 1965 r. do cementów zaczęto dodawać popioły lotne. Wśród zakładów na metodę suchą znalazła się wspomniana cementownia „Nowa Huta” oraz zmodernizowana cementownia „Rudniki”. W 1961 r. rozpoczęto budowę cementowni „Nowiny” pod Kielcami, a w 1969 budowę cementowni „Kujawy”, której technologia produkcji oparta została na polskich maszynach i urządzeniach. W 1970 r. przekazano do eksploatacji cementownię „Chełm II” o zdolności produkcyjnej 1,2 mln ton cementu rocznie, pracująca metodą mokłą. W latach 1971–75 prowadzono intensywną politykę inwestycyjną.

Efektom tej polityki było zakończenie budowy cementowni „Nowiny” i podjęcie budowy nowego zakładu „Warta II” oraz oddanie do eksploatacji w roku 1976 cementowni „Strzelce Opolskie”. W latach 1971–75 wybudowano również zakład cementowy „Małogoszcz” o zdolności produkcyjnej 1,7 mln ton cementu rocznie. W roku 1972 podjęto działania, zmierzające do zbudowania dwóch nowoczesnych cementowni: „Góraźdże” i „Ożarów”, które oddano do użytku w latach 1976–77.

W roku 1977 przemysł cementowy osiągnął wielkość produkcji rocznej na poziomie ponad 21 mln ton cementu i uplasował się w czołówce światowych producentów, zajmując dziesiąte miejsce w świecie i szóste w Europie. Od roku 1979 zaczął się trudny okres dla polskiego przemysłu cementowego, spowodowany załamaniem gospodarczym kraju. Sytuacja kryzysowa odbiła się na produkcji cementu, której wielkość w latach 1981–89 spadła do poziomu 15–17 mln ton cementu. Po transformacji gospodarki planowej na gospodarkę rynkową, co miało miejsce w roku 1990, produkcja cementu wyniosła około 12 mln ton. W roku 1993 zużycie cementu w Polsce obniżyło się do 10 mln ton cementu. Poprawa sytuacji przemysłu nastąpiła w latach 1994–95. ■

ARTYKUŁ PUBLIKUJEMY DZIĘKI UPRAJĘMOŚCI
STOWARZYSZENIA PRODUCENTÓW CEMENTU



PRZENOŚNIKI DO MATERIAŁÓW SYPKICH

**Przenośniki
kubekowe
Przenośniki
łańcuchowe**



**Przenośniki
ślimakowe:
korytowe
i rurowe**



**Rozdzielacze
wielodrogowe**



**Kosze
przyjęciowe**

P.P.H. i U. POM Kalisz Sp. z o.o.
ul. Tuwima 6
62-800 Kalisz
tel.: 62-767 30 91
e-mail: pomkalisz@pomkalisz.pl
www.pomkalisz.pl

Nie zawsze musi być nowe

www.beumer.com

Dział wsparcia technicznego firmy BEUMER wspiera producenta cementu podczas modernizacji przenośników kubelkowych.



FOT. 1

Bębny napędowe są wyposażone w okładziny skorupy. Ponieważ są one wytoczone jako beczkowate, zapewniony jest stabilny bieg taśmy.



FOT. 2

Pomiędzy taśmą a kubełkiem nie może wniknąć materiał.

Przestarzałe technologie są często przyczyną wysokich nakładów na konserwację, a to prowadzi do szybkiego wzrostu kosztów. Problem ten wystąpił u pewnego operatora cementowni i dotyczył posiadanych przenośników kubelkowych. Po analizie przeprowadzonej przez dział wsparcia technicznego firmy BEUMER wszystko stało się jasne: wcale nie trzeba wymieniać kompletnych urządzeń, lecz jedynie ich podzespoły. Eksperti w zakresie serwisu byli w stanie zmodernizować przenośniki kubelkowe i podnieść ich wydajność, mając na uwadze nawet to, że urządzenia pochodziły od innego producenta.

– Od samego początku nasze trzy przenośniki kubelkowe sprawiały problemy – mówi Frank Baumann. Jest on kierownikiem zakładu w średniej wielkości cementowni z siedzibą w Erwitte w Nadrenii Północnej-Westfalii, niedaleko Soest w Niemczech. W 2014 r. producent wybudował również zakład w Duisburgu. – W tym zakładzie produkujemy cement wielkopiecowy. W tym celu zastosowaliśmy centralny elewator łańcuchowy jako obiegowy przenośnik kubelkowy do młyna pionowego oraz dwa taśmowe przenośniki kubelkowe do zasilania silosu – opisuje Baumann. Centralny elewator łańcuchowy przy młynie pionowym był nie tylko niezwykle głośny od samego początku, ale również występowały ogromne drgania łańcucha - o ponad 200 mm po obu stronach. Chociaż pierwotny dostawca wprowadził kilka ulepszeń, to jednak już po krótkim czasie pracy widać było wysoki stopień zużycia. – Coraz częściej musieliśmy zlecać serwisowanie urządzeń – mówi kierownik zakładu. – Oczywiście było to kosztowne, po

pierwsze z powodu przestojów, a po drugie z powodu części zamiennych.

CZĘSTE PRZESTOJE, WYSOKIE KOSZTY

Z powodu ciągłych przestojów obiegowego przenośnika kubelkowego młyna pionowego, kierownictwo firmy zwróciło się kilka lat temu do Grupy BEUMER. Dostawca systemów nie tylko sam dostarcza przenośniki kubelkowe i modernizuje je w razie potrzeby, ale również optymalizuje istniejące systemy innych dostawców. – W takich przypadkach operatorzy cementowni często zadają sobie pytanie, czy bardziej ekonomicznym i celowym rozwiązaniem będzie budowa zupełnie nowej instalacji, czy też ewentualna jej przebudowa – wyjaśnia Marina Papenkort, kierownik ds. sprzedaży w dziale wsparcia technicznego Grupy BEUMER. W końcu modernizacja może się opłacać. – Dzięki naszemu wsparciu technicznemu pomagamy naszym klientom w ekonomicznym spełnianiu przyszłych wymagań w zakresie wydajności i technologii w kontekście modernizacji oraz modyfikacji – mówi Papenkort. – Typowe wyzwania stojące przed naszymi klientami to wzrost wydajności, dostosowanie do zmienionych parametrów procesu, nowe materiały, optymalizacja dostępności i wydłużenie cykli konserwacji, konstrukcja ułatwiająca prace konserwacyjne, jak również obniżenie poziomu hałasu. Ponadto modyfikacje obejmują wszystkie nowości związane z Przemysłem 4.0, takie jak monitorowanie taśmy lub ciągły monitoring temperatury. Grupa BEUMER oferuje wszystko od jednego dostawcy – od projektu technicznego, aż po montaż na miejscu. Ma to niewątpliwie tę zaletę, że jest tylko jedna osoba kontaktowa,

a dzięki temu znacznie zmniejsza się wysiłek organizacyjny i koordynacyjny.

Efektywność ekonomiczna ma dla klientów decydujące znaczenie, ponieważ przebudowy są często interesującą alternatywą dla nowych instalacji. W przypadku modernizacji pozostawia się jak najwięcej dotychczasowych elementów i konstrukcji – w wielu przypadkach dotyczy to również konstrukcji stalowej. Już samo to obniża koszty materiałów o ok. 25% w porównaniu z nowymi urządzeniami. W przypadku tej firmy, głowica elewatora, szyby, jednostka napędowa, jak również stopa elewatora umożliwiały ponowne wykorzystanie. – Ponadto nakłady na montaż są mniejsze, a więc z reguły czas przestoju jest również znacznie krótszy – wyjaśnia Papenkort. Prowadzi to do szybszego zwrotu z inwestycji w porównaniu do nowej konstrukcji.

WAGA CIĘŻKA DO GRUBOZIARNISTEGO MATERIAŁU

– Zamieniliśmy centralny elewator łańcuchowy na wysokowydajny przenośnik kubelkowy taśmowy typu HD (ang. Heavy Duty) – relacjo-



FOT. 3

Mocowanie kubelka odbywa się za pomocą kutych segmentów i śrub po stronie tylnej taśmy.

nuje Papenkort. Podobnie jak w przypadku wszystkich elewatorów taśmowych BEUMER, także i tu stosowane są taśmy ze strefami bez lin. W przypadku produktów konkurencji, liny stalowe są często przecinane podczas procesu mocowania kubeków. W związku z tym liny te pozostają odsłonięte, co może powodować wnikanie wilgoci. To z kolei często prowadzi do korozji, a tym samym do uszkodzenia lin nośnych. – *W przypadku naszych systemów jest inaczej. Wytrzymałość na rozciąganie taśmy przenośnika kubekowego pozostaje tym samym nienaruszona* – wyjaśnia Papenkort.



FOT. 4

Równoległe urządzenie napinające zapewnia, że bęben napinający może się poruszać tylko równolegle.

Ważnym punktem jest również połączenie zaciskowe taśmy. We wszystkich taśmach z linkami stalowymi firmy BEUMER najpierw z końcówek lin stalowych usuwana jest guma. Technicy rozdzielają końcówki na pojedyncze żyły w kształcie U połączenia zaciskowego taśmy, skręcają je i zalewają białym metalem. – *Klient ma dzięki temu korzyść w postaci oszczędności czasu, ponieważ po zalaniu spłot jest całkowicie utwardzony w bardzo krótkim czasie i taśma jest gotowa do użycia* – mówi Papenkort.

SPOSÓB NA ZAPEWNIENIE STABILNEGO BIEGU TAŚMY

Aby umożliwić stabilne prowadzenie taśmy i wydłużyć jej żywotność w przypadku materiału ściernego, zespół BEUMER zastąpił istniejące okładziny skorupy bębna napędowego specjalnie dostosowanymi okładzinami z ceramiki. Mają one kulisty kształt, zapewniający stabilny bieg prostoliniowy. Przyjazna w konserwacji konstrukcja umożliwia szybką wymianę poszczególnych segmentów okładziny skorupy przez klapy rewizyjne. Eliminuje to konieczność całkowitej wymiany bębna



FOT. 5

Bęben napinający jest zaprojektowany jako bęben prętowy w celu uniknięcia zbrzydlania i jest wyposażony w podwójny stożek odrzutowy. W przypadku tego zlecenia zastosowano bęben prętowy w wersji skręcającej i hartowanej.

napędowego. Okładziny skorupy są gumowane, z wkładkami wykonanymi z litej ceramiki lub ze stali. Ich wybór zależy od materiału, który ma być transportowany.

Kubki są dopasowane do beczkowatego kształtu bębna napędowego i dzięki temu przylegają płasko do niego. Znacznie podwyższa to trwałość taśmy. Dzięki swojemu kształtowi zapewniają spokojniejszy bieg, a tym samym mniejszy hałas. W zależności od zastosowania, użytkownik otrzymuje kubki w wersji, która najbardziej mu odpowiada. Przykładowo mogą mieć one gumowe dno lub być wykonane ze stali nierdzewnej. Sprawdzona technologia BEUMER HD zyskuje przewagę, dzięki specjalnemu połączeniu kubków. Aby zapobiec przedostawaniu się gruboziarnistego materiału pomiędzy kubek a taśmę, na kubku zamontowano przedłużoną blachę tylną, którą można zamontować równo z taśmą elewatora. W przypadku technologii HD, kubki są również odporne na oderwanie dzięki kutym segmentom i śrubom umieszczonym po stronie tylnej taśmy. – *Musiałoby wypaść wszystkie śruby, żeby kubek został oderwany* – wyjaśnia Papenkort.

ABY WSZYSTKO SZŁO PROSTO

W celu uzyskania stałego, prawidłowego naprężenia taśmy firma BEUMER zainstalowała w Duisburgu zewnętrzne, równoległe urządzenie napinające, bez kontaktu z produktem, które zapewnia, że bęben napinający może poruszać się tylko równolegle. Łożysko samonastawne jest zaprojektowane jako łożysko wewnętrzne, o całkowicie zabudowanej konstrukcji. Obudowy łożysk są wypełnione olejem. – *Częścią naszej technologii HD jest łatwy w konserwacji bęben prętowy. Pręty są hartowane ze względu na właściwości ściernie transportowanego materiału i są wkręcane w bęben prętowy, co umożliwia ich szybką wymianę. Bęben napinający jest z kolei wyposażony w podwójny stożek odrzutowy, który niezawodnie zapobiega uszkodzeniu taśmy przez zakleszczone materiały syplkie* – wyjaśnia Papenkort.

ZADOWOLENIE ZAOWOCOWAŁO KOLEJNYM ZLECENIEM

– *Za pomocą tej modernizacji udało nam się zwiększyć dostępność naszego obiegowego przenośnika kubekowego młyna pionowego, dzięki czemu staliśmy się bardziej konkurencyjni w dłuższej perspektywie* – cieszy się Frank Baumann. – *W porównaniu z inwestycją w nowe urządzenia, nasze koszty zostały zredukowane i mogliśmy działać znacznie szybciej. Początkowo często musieliśmy sprawdzać, czy przebudowany obiegowy przenośnik kubekowy cyrkulacyjny pracuje, ponieważ hałas w tle zmienił się drastycznie na lepsze, a nie znaleźliśmy do tej pory cichej pracy poprzedniego elewatora taśmowego*.

Przedsiębiorstwo było tak zachwycone tą przebudową, że zleciło Grupie BEUMER m.in. optymalizację pozostałych dwóch podnośników kubekowych pod względem wydajności transportu. Również w tym przypadku operator skarżył się na ciągły krzywoliniowy bieg, starte kubki i trudne warunki konserwacji. – *Ponadto chcieliśmy jeszcze bardziej zwiększyć przepustowość młyna. Dlatego zależało nam na większej elastyczności w odniesieniu do wydajności przenośników kubekowych* – wyjaśnia Baumann. W 2020 r. systemowy dostawca rozwiązał również to zadanie za pomocą swojego wsparcia technicznego. – *Jesteśmy w pełni zadowoleni* – podsumowuje Baumann. – *W ramach przebudowy udało nam się również zmniejszyć zużycie energii przez przenośniki kubekowe*.



FOT. 6

Dzięki tej modernizacji producent cementu mógł zwiększyć wydajność przenośników kubekowych do zasilania silosów cementu.

Cement - budowlany materiał wiążący

Krzysztof Schmidt-Szałowski, Mikołaj Szafran,
Ewa Bobryk, Jan Sentek

Cement, stosowany w budownictwie jako materiał wiążący, jest podstawowym składnikiem betonów i zapraw.

RODZAJE MATERIAŁÓW WIĄŻĄCYCH STOSOWANYCH W BUDOWNICTWIE

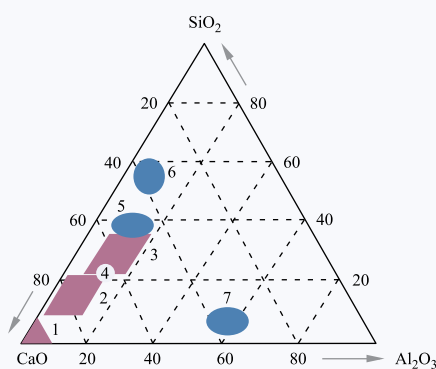
Beton jest tworzywem konstrukcyjnym, z którego wykonuje się struktury nośne budynków, mosty, drogi, fundamenty maszyn.

Wytwarza się z niego także gotowe wyroby budowlane, belki, płyty, podkłady kolejowe, kostkę brukową. Zaprawy stosuje się do łączenia gotowych wyrobów, np. cegieł, oraz do tynkowania murów. Materiały wiążące po zarobieniu wodą tworzą plastyczną zawiesinę (tzw. zaczyn), która z upływem czasu tężeje, twardnieje i uzyskuje pożądaną wytrzymałość mechaniczną. W skład betonów i zapraw oprócz zaczynu wchodzi piasek, żwir lub kruszywo skalne. Zaprawę otrzymuje się przez zmieszanie zaczynu z materiałem drobnziarnistym (piaskiem), a do betonów stosuje się także kruszywo gruboziarniste lub żwir. Do powszechnie używanych materiałów wiążących należą:

- wapno otrzymywane przez prażenie wapienia, którego głównym składnikiem jest węglan wapnia;
- cement portlandzki, złożony głównie z krzemianów wapnia, otrzymywany przez prażenie i spiekanie mieszaniny wapienia i glinokrzemianów (gliny);
- gips budowlany ($\text{CaSO}_4 \cdot 0,5 \text{H}_2\text{O}$) wytwarzany z naturalnego gipsu lub z odpadów przemysłowych, zawierających siarczan(VI) wapnia, które powstają przy produkcji kwasu fosforowego(V) (podrozdz. 17.4) lub przy odsiarczaniu gazów kominowych z palenisk węglowych (podrozdz. 8.2).

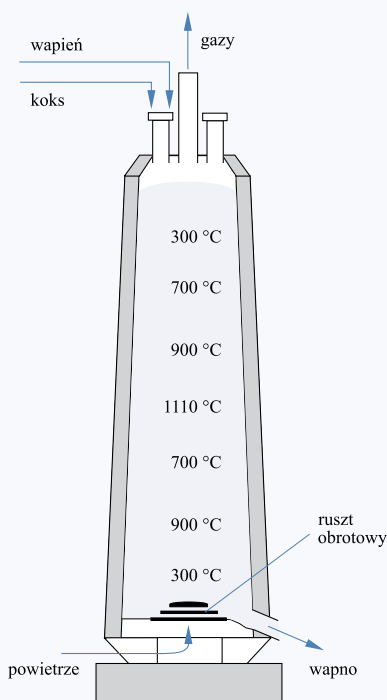
W technice budowlanej podstawowe znaczenie mają materiały wiążące krzemianowe, do których należy cement portlandzki. Ich głównymi składnikami są związki kilku pierwiastków: Ca, Mg, Si, Al, Fe. W celu określenia składu ilościowego tych materiałów podaje się udziały masowe składników w postaci tlenków (CaO , MgO , SiO_2 , Al_2O_3 , Fe_2O_3). W budowlanych materiałach krzemianowych występują głównie krzemiany, gliniany i żelaziany wapnia (niekiedy magnezu) oraz wiele związków o bardziej złożonym składzie. Skład ważniejszych materiałów stosowanych w praktyce, do których należą wapno, wapno hydrauliczne, cement portlandzki, cement romański oraz cement glinowy, przedstawiono na wykresie o kształcie trójkąta (RYS. 20.1). Wielkości zaznaczone na bokach trójkąta

wyrażają udziały masowe podstawowych składników tych materiałów – CaO , SiO_2 i Al_2O_3 . Najprostszy skład ma wapno, którego głównym składnikiem jest wodorotlenek wapnia.



RYS. 20.1

Główne składniki materiałów wiążących. Podano udziały masowe CaO , SiO_2 , Al_2O_3 w poszczególnych rodzajach materiałów. Wierzchołki trójkąta przedstawiają układy zawierające jeden z tlenków. Udziały poszczególnych składników wzrastają zgodnie z kierunkiem strzałek. Zaznaczone obszary dotyczą następujących materiałów: 1 – wapno palone, 2 – wapno hydrauliczne, 3 – cement romański, 4 – cement portlandzki, 5 i 6 – żużle wielkopieczowe, 7 – cement glinowy



RYS. 20.2

Piec szybowy do rozkładu wapienia, ogrzewany przez spalanie koksu; zaznaczono temperaturę materiałów stałych na poszczególnych poziomach. Stalowy korpus pieca jest chroniony przed wysoką temperaturą przez wymurówkę z ogniotrwałej cegły i warstwę ceramicznej izolacji cieplnej

Jedną z podstawowych wielkości stosowanych do określania składu krzemianowych materiałów wiążących jest tzw. moduł hydrauliczny (MH):

$$MH = \frac{[\text{CaO}]}{[\text{SiO}_2] + [\text{Al}_2\text{O}_3] + [\text{Fe}_2\text{O}_3]} \quad (20.1)$$

Symbole tlenków w nawiasach kwadratowych oznaczają udziały masowe tych składników. Materiały wiążące ze względu na ich właściwości użytkowe dzieli się na powietrzne i hydrauliczne. Materiały wiążące powietrzne wiążą i twardnieją w otoczeniu powietrza, a w środowisku wodnym nie są trwałe. Należy do nich wapno budowlane, którego twardnienie polega na tworzeniu się węglanu wapnia wskutek reakcji tlenku węgla(IV) zawartego w powietrzu z wodorotlenkiem wapnia. Natomiast materiały wiążące hydrauliczne wiążą i twardnieją wskutek przyłączania wody, czyli hydratacji. Są one trwałe w środowisku wodnym. Takimi materiałami są m.in. cement portlandzki i wapno hydrauliczne.

CEMENT PORTLANDZKI

Podstawowymi surowcami do produkcji cementu portlandzkiego są skały wapienne zawierające węglan wapnia (wapienie, kreda) oraz minerały ilaste, gliny, złożone z glinokrzemianów, takich jak kaolinit $\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{SiO}_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$, z domieszką innych minerałów, np. związków żelaza. Mieszanina surowców ma tak dobrany skład, że wartość modułu hydraulicznego MH (WZÓR (20.1)) mieści się w przedziale 1,7–2,2.

Za początek technologii cementu portlandzkiego uważa się wynalazek Josepha Aspdina (patent brytyjski z 1824 r.). Jednak początkowo produkt ten miał właściwości wapna hydraulicznego. Z powodu stosunkowo niskiej temperatury, w której go wypalano (1000–1100°C), nie następowało dostateczne przereagowanie surowców ani spiekanie materiału, gdyż nie tworzyła się faza ciekła. Technologia cementu portlandzkiego została udoskonalona przez W. Aspdina (syna Josepha) i I.K. Johnsona, którzy zapoczątkowali wypalanie surowca w znacznie wyższej temperaturze, uzyskując produkt (klinkier) o korzystnych właściwościach. Około roku 1850, wykorzystując technologię brytyjską, rozpoczęto uruchamianie cementowni na kontynencie, w Niemczech i we Francji.

Zawsze na czas



Ładunek, nawet przy świetle księżyca.

LOGiQ® automatyzuje procesy spedycyjne, od zamówienia do wysyłki. Zatem, oszczędzasz czas i pieniądze. 24/7.

Jeśli teraz chcesz również zwiększyć swoją wydajność i jakość, dowiedz się więcej na stronie **www.schenckprocess.com/LOGiQ**



Na ziemiach polskich cement portlandzki zaczęto wytwarzać w 1857 r. w cementowni Grodziec koło Będzina, uważanej za piątą kolejno powstałą wytwórnię tego produktu w świecie. Znacznie później (ok. 1890 r.) produkcję cementu portlandzkiego rozpoczęto w Stanach Zjednoczonych. Proces otrzymywania cementu portlandzkiego składa się z trzech głównych etapów:

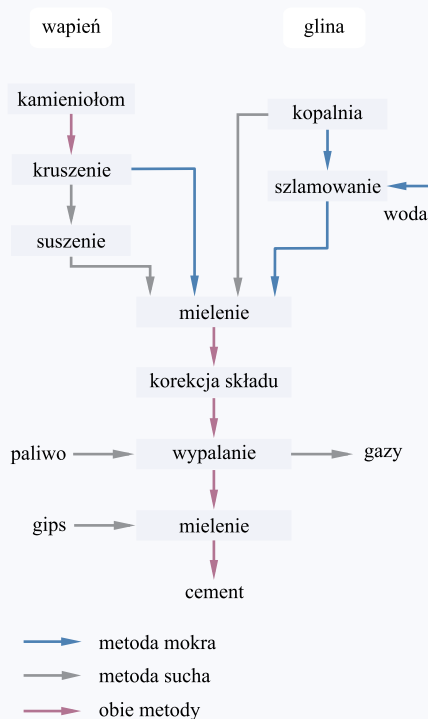
- przygotowanie mieszaniny surowców o odpowiednim składzie i stopniu rozdrobnienia;
- wypalanie mieszaniny surowców w temperaturze przekraczającej 1400°C w celu wytworzenia klinkieru w postaci spieczonych granул;
- mielenie klinkieru i wprowadzanie dodatków modyfikujących (m.in. gipsu).

Wytwórnie cementu portlandzkiego stosują dwie podstawowe metody, które zwyczajowo nazywa się mokrą i suchą (RYS. 20.7). Według metody mokrej mieszanie i ujednolicanie zestawu surowców oraz końcowy etap ich mielenia prowadzi się w zawieszynie wodnej. Zarobiona wodą mieszanina surowców, zwana gęstwą, ma postać ciekłego szlamu i zawiera około 40% wody. Woda odparowuje w toku ogrzewania materiału w piecu cementowym. W metodzie suchej mielenie się wysuszone uprzednio surowce i miesza się je na sucho, otrzymując tzw. mąkę, którą wprowadza się do pieca cementowego.

W obu tych metodach otrzymuje się klinkier o podobnych właściwościach.

Przygotowywanie surowców do produkcji cementu

Celem tych operacji jest otrzymanie mieszaniny odpowiednio rozdrobnionych surowców o założonym składzie (MH = 1,7–2,2). Stopień rozdrobnienia surowców ma znaczny wpływ na szybkość reakcji zachodzących w czasie wypalania oraz na jakość wytwarzanego klinkieru. Wielkość cząstek surowej mąki, wprowadzanej do pieca cementowego, nie powinna przekraczać 80 µm. Ważne jest także utrzymywanie stałego składu mieszaniny surowców oraz równomiernego strumienia materiału wprowadzanego do pieca. Nawet krótkotrwałe odstępstwa od ustalonych warunków procesu mogą spowodować poważne zakłócenia w piecu cementowym. W cementowniach stosuje się kruszarki do rozdrabniania grubszych brył (RYS. 20.8) oraz młyny rolowo-misowe lub kulowe do drobnego przemiatu. Młyny kulowe stosowane do mielenia materiału suchego lub szlamu zawierają ładunek mielników, którymi są przeważnie kule stalowe (RYS. 20.9 i 20.10). Główną częścią takiego młyna jest cylindryczna komora lub rura, wyłożona wewnątrz płytami pancernymi, odpornymi na ściera-



RYS. 20.7

Podstawowe operacje technologiczne w procesie wytwarzania cementu portlandzkiego metodami: mokrą i suchą

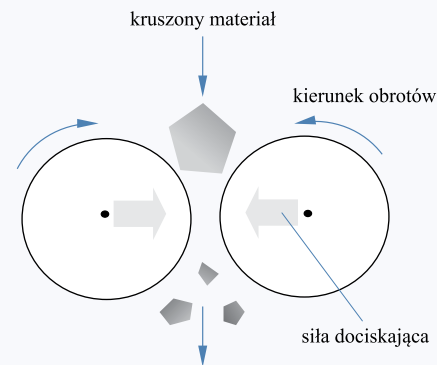
nie. Napędzany silnikiem elektrycznym młyn obraca się, powodując ruch mielników i materiału mielonego.

Mielniki rozgniatają materiał i rozcierają go na mączkę. W miarę postępu mielenia i wzrostu udziału drobnego ziarna szybkość rozdrabniania materiału maleje. W celu zwiększenia wydajności młyna, mielenie prowadzi się w układzie obiegu powrotnego, w którym materiał dostatecznie rozdrobniony oddziela się od frakcji grubszych, a te kieruje się ponownie do młyna. Często stosuje się młyny kulowe wielokomorowe, w których materiał w miarę postępu mielenia przesypuje się z jednej komory do następnej. Rozdrabnianie surowców jest niezbędną, lecz kosztowną operacją.

Duże rozdrobnienie surowców powoduje wzrost szybkości procesów chemicznych zachodzących w piecu cementowym. Dlatego materiał powinien być zmielony dokładnie.

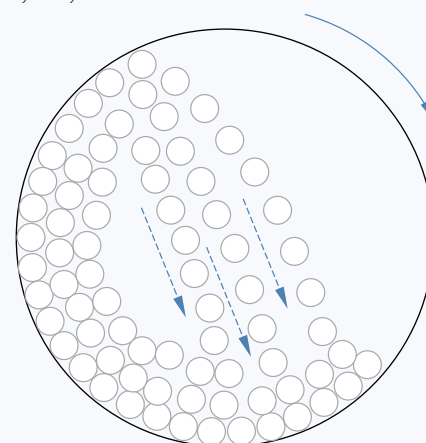
Do napędu młynów zużywa się znacznych ilości energii elektrycznej. Ogółem zużycie energii w cementowni wynosi ok. 100 kWh/t cementu, z czego do 80% zużywa się w procesach mechanicznych, głównie przy mieleniu surowców oraz gotowego klinkieru. Silniki napędzające młyny kulowe o dużej wydajności, w których ładunek mielników wynosi kilkadziesiąt ton, mają moc kilku megawatów. Warunki pracy młynowni, od których zależy stopień rozdrobnienia surowców, ustala się na podstawie rachunku ekonomicznego obejmującego cały proces produkcyjny.

Podczas wytwarzania cementu metodą suchą, mielone surowce powinny być



RYS. 20.8

Zasada działania kruszarki walcowej do kruszenia grubych brył materiału



RYS. 20.9

Ruch materiału mielonego i mielników w młynie obrotowym

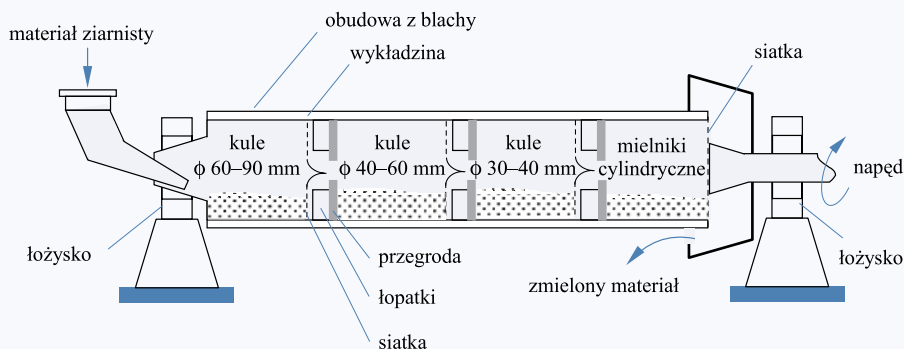
wstępnie wysuszone, żeby uniknąć zbijania się materiału i przywierania do ściany młyna. W celu usprawnienia procesu suszenia i mielenia surowców stosuje się instalacje susząco-mielące (RYS. 20.11). Do suszenia surowców wykorzystuje się ciepło gorących gazów piecowych lub powietrza, które służyło do chłodzenia gorącego klinkieru odbieranego z pieca. W cementowniach stosujących metodę mokrą materiał ilasty (glinę) zarabia się wodą, a otrzymany szlam miesza się z wstępnie rozdrobnionym wapieniem. Taką mieszaninę poddaje się końcowemu mieleniu, np. w młynie kulowym, aby uzyskać odpowiedni stopień rozdrobnienia materiału, a przy tym dokładnie wymieszać ze sobą składniki szlamu. Przykładowy skład zestawu surowców wprowadzanych do pieca cementowego i skład klinkieru przedstawiono w TAB. 20.1 i 20.2.

Wypalanie klinkieru portlandzkiego

Głównymi składnikami klinkieru portlandzkiego są krzemiany wapnia (TABL. 20.2):

- krzemian triwapnia Ca_3SiO_5 ($3\text{CaO} \cdot \text{SiO}_2$) zwany alitem;
- krzemian diwapnia Ca_2SiO_4 ($2\text{CaO} \cdot \text{SiO}_2$) zwany belitem.

Alit i belit występują w postaci dwóch odrębnych faz krystalicznych. Pozostałymi składnikami, znajdującymi się w mniejszych



RYS. 20.10

Młyn obrotowy wielokomorowy o dużej zdolności przerobowej (20–30 t/h). Długość poszczególnych komór wynosi 2,5–5 m. Korpus młyna jest wyłożony płytami z twardej stali manganowej. Stosuje się mielniki kulowe (o różnych średnicach) i cylindryczne. Łopatki przesypują mielony materiał do kolejnej komory

ilościach są:

- glinian triwapienia $\text{Ca}_3\text{Al}_2\text{O}_6$ ($3\text{CaO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3$), czyli celit;
 - glinożelazian(III) tetrawapienia $\text{Ca}_4\text{Al}_2\text{Fe}_2\text{O}_{10}$ ($4\text{CaO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot \text{Fe}_2\text{O}_3$), czyli brownmilleryt.
- Dwa ostatnie związki wchodzi w skład fazy szklistej (amorficznej).

W piecach cementowych przetwarzany materiał ogrzewa się przez bezpośredni przepływ ciepła od gorących gazów wytwarzanych przez spalanie węgla, oleju opałowego lub gazu. Do wypalania klinkieru portlandzkiego stosuje się piece szybowe lub obrotowe. Piec szybowy ma tę zaletę, że przy stosunkowo prostej budowie można uzyskać dobry kontakt między powoli osuwającym

się w dół złożem a strumieniem gazów przepływających między bryłami materiału (podobnie jak przy wypalaniu wapna).

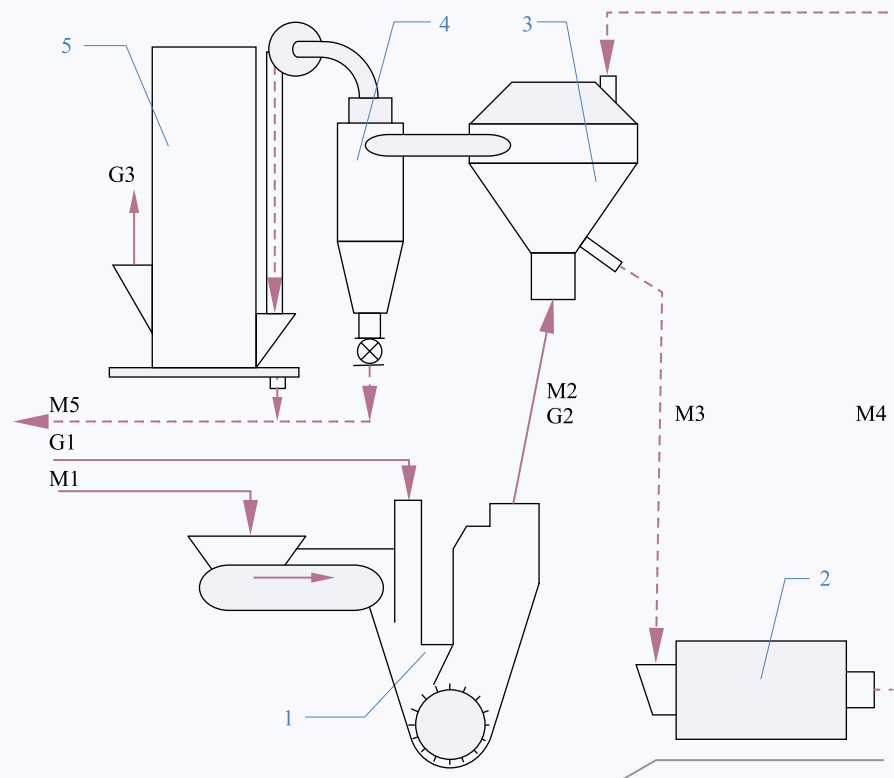
W układzie przeciwproudowym materiał ogrzewany osiąga temperaturę zbliżoną do temperatury ogrzewających go gazów spalinowych. Można też łatwo zorganizować regenerację ciepła, zawartego w obu strumieniach, materiału stałego i gazu, które opuszczają obszar o najwyższej temperaturze (PODROZDZ. 20.2.1). Wpływa to korzystnie na sprawność energetyczną procesu. Jednak piec szybowy działa prawidłowo tylko wtedy, gdy przetwarza się materiał w postaci dużych brył, a przestrzenie między nimi umożliwiają swobodny przepływ gazów. Materiał drobno-

ziarnisty nie nadaje się do przetwarzania w tego typu piecach. Surowiec przed wprowadzeniem do pieca szybowego trzeba odpowiednio uformować przez brykietowanie lub granulowanie. Granule materiału wprowadzane do pieca muszą mieć dostateczną wytrzymałość mechaniczną, żeby nie kruszyły się w złożu pod naciskiem warstw znajdujących się powyżej. Znaczną trudność w prowadzeniu pieca szybowego może spowodować spiekanie się klinkieru w duże bryły tworzące się w obszarze najwyższej temperatury. Zakłóca to pracę pieca, obniża jakość produktu, a także grozi uszkodzeniem ceramicznej wykładziny pieca.

Ze względu na te wady pieców szybowych, w nowoczesnych cementowniach klinkier portlandzki wytwarza się przeważnie w piecach obrotowych, do których surowiec wprowadza się w postaci mąki (metoda sucha) lub w postaci szlamu (metoda mokra).

Piece obrotowe do wypalania klinkieru, należą do największych reaktorów stosowanych w przemyśle (RYS. 20.12). Ich długość często przekracza 100 m, a średnica wynosi kilka metrów. Największe jednostki wytwarzają kilka tysięcy ton klinkieru na dobę. Podstawową część konstrukcji pieca stanowi rura z blachy stalowej (pancerz pieca), która spoczywa na rolkach i obraca się z szybkością od 1 do 3 obrotów na minutę. Wewnątrz znajduje się wykładzina z ceramiki ogniotrwałej odpornej na działanie składników klinkieru. Ponieważ oś pieca jest nachylona w stosunku do poziomu (spadek od 3 do 5%), materiał wprowadzany w górnym końcu pieca przemieszcza się w kierunku wylotu w jego końcu dolnym. Czas przebywania materiału wypalanego w piecach długich (starszego typu) wynosi od 2 do 3 godzin. W dolnym końcu pieca znajduje się palnik (lub zespół palników) na pył węglowy, olej opałowy albo gaz. Gazy spalinowe przepływają w kierunku górnego końca pieca, tak że proces przebiega w układzie przeciwproudowym. Obrotowy ruch pieca powoduje ruch wypalanego materiału. Materiał przylegający do wykładziny jest unoszony w czasie obrotu, a co pewien czas jego część znajdująca się najwyżej odrywa się od powierzchni i spada na dół (RYS. 20.13). Drobnoziarnisty materiał zbija się i tworzy granule. W gorętszej strefie pieca część materiału trwale przylega do powierzchni wykładziny i tworzy ciągłą powłokę (tzw. napiek). Chroni to wykładzinę przed ścieraniem.

Gazy spalinowe przepływają przez obszerną, niezapełnioną materiałem przestrzeń pieca. W części wysokotemperaturowej przeniesienie ciepła ze strumienia gorących gazów zachodzi głównie przez promieniowanie. Droga przepływu ciepła jest bardziej złożona



RYS. 20.11

Proces przygotowywania surowców w instalacji krusząco-suszcząco-mielącej: 1 – maszyna krusząca, 2 – młyn kulowy, 3 – separator mąki, 4 – cyklon, 5 – elektrofiltr; M1 – mieszanina surowców do zmielenia, M2 – mieszanina surowców (mąka) wstępnie zmielona i wysuszona, przenoszona przez gazy piecowe G2, M3 – mąka do zmielenia końcowego w młynie kulowym, M4 – mąka do segregacji w separatorze, M5 – mąka zmielona, G1 – gorące gazy z pieca obrotowego, G3 – gazy kierowane do kominy

Składniki surowców w postaci tlenków*)	WAPIEŃ [% mas.]	GLINA [% mas.]	Mieszanka wapien + glina [% mas.]
CaO	53,0	7,0	43,06
SiO ₂	2,0	60,5	14,64
Al ₂ O ₃	0,8	16,0	4,09
Fe ₂ O ₃	0,4	6,0	1,61
Razem			63,4*
Udział wapienia i gliny w mieszaninie	78,4	21,6	100

*) Pominięto CO₂ związany w postaci węglanów i wodę.

TAB. 20.1

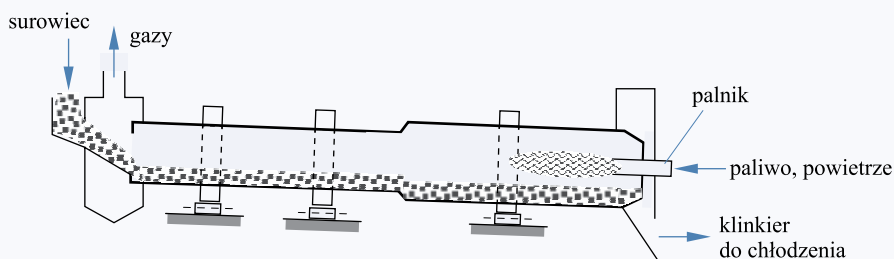
Przykładowy zestaw mieszaniny surowców do wytwarzania cementu portlandzkiego. Założony moduł hydrauliczny MH = 2,12

SKŁADNIK	WZÓR CHEMICZNY	UDZIAŁ MASOWY [%]
Krzemian triwapnia (Alit)	Ca ₃ SiO ₅ (3CaO · SiO ₂)	25–65
Krzemian diwapnia (Belit)	Ca ₂ SiO ₄ (2CaO · SiO ₂)	15–25
Glinian triwapnia (Celit)	Ca ₃ Al ₂ O ₆ (3CaO · Al ₂ O ₃)	8–12
Glinozelazian(III) tetrawapnia (Braunmillerit)	Ca ₄ Al ₂ Fe ₂ O ₁₀ (4CaO · Al ₂ O ₃ · Fe ₂ O ₃)	8–12

W. Kurdowski, *Chemia cementu i betonu*, Stowarzyszenie Producentów Cementu, Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa 2010.

TAB. 20.2

Główne składniki klinkieru portlandzkiego



RYS. 20.12

Piec obrotowy do wypalania klinkieru cementu portlandzkiego

niż w piecu szybowym, ponieważ gazy nagrzewają zarówno materiał, jak i odsłoniętą powierzchnię wymurówki. Nagrzana wymurówka, stykając się następnie z materiałem, przekazuje mu ciepło odebrane od gazów. Potrzebna jest do tego odpowiednio duża powierzchnia zetknięcia gazów z warstwą materiału i z wymurówką. Dlatego piece obrotowe, stosowane do wytwarzania klinkieru portlandzkiego, mają znaczną długość.

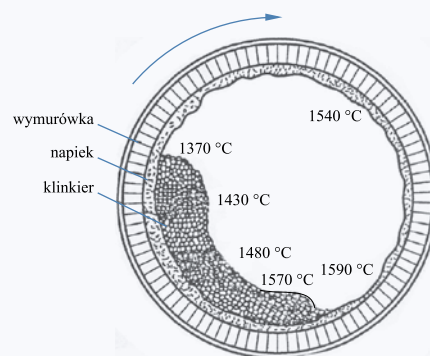
W miarę wzrostu temperatury materiału w kolejnych strefach pieca zachodzą następujące procesy:

- odparowanie wody zawartej w surowcach;
- rozkład minerałów ilastych (gliny) z wydzielaniem wody;
- rozkład węglanów, głównie CaCO₃, z wydzielaniem CO₂ (kalcynacja);
- synteza i spiekanie składników klinkieru;
- chłodzenie klinkieru (które zachodzi głównie poza piecem).

W części położonej najbliżej górnego końca, gdzie wprowadza się surowce, a temperatura gazów jest najniższa, z materiału odparowuje woda, a para miesza się z gazami. Gdy przemieszczający się materiał osiąga temperaturę 500°C, zaczyna się rozkład glinokrzemianów (kaolinitu). W wyniku reakcji wydzielają się woda wchodząca w skład struktury tych minerałów. W zakresie temperatury 600–700°C zaczyna się rozkład węglanów, głównie

CaCO₃, a dobiega do końca, gdy temperatura materiału przekracza 900–1000°C. Wydzielający się tlenek węgla(IV) wchodzi w skład gazów piecowych. Wszystkie wymienione procesy są endotermiczne. Następnie tlenek wapnia, pochodzący z rozkładu CaCO₃, wchodzi w reakcję z pozostałymi tlenkami – krzemu, glinu i żelaza (RYS. 20.14). Egzotermiczne reakcje między tymi tlenkami zachodzą w temperaturze 1000–1250°C z dużą szybkością, a ich głównymi produktami są krzemiany i glinian wapnia. W najwyższej temperaturze (1250–1450°C) powstaje faza ciekła w ilości 20–30% mas., a reakcje między CaO i pozostałymi tlenkami dobiegają do końca. W strefie, w której temperatura przekracza 800°C, materiał przebywa około 30 min. W tablicy 20.3 podano wartości temperatury, w których tworzą się fazy ciekłe w różnych układach wieloskładnikowych, wchodzących w skład klinkieru. Wskutek obecności fazy ciekłej klinkier staje się plastyczny i zlepia się tworząc silnie spieczone granule. Ten końcowy etap przemian jest endotermiczny.

Temperatura gazów spalinowych w tej strefie osiąga 1800–2000°C. W ostatnim najniższym odcinku pieca oraz w umieszczonych poza piecem chłodnikach, klinkier chłodzi się, przy czym następuje krystalizacja krzemianów: triwapnia (alitu) i diwapnia (belitu). Klinkier opuszczający piec ma temperaturę 900°C



RYS. 20.13

Ruch wypalanego materiału w wysokotemperaturowej części pieca obrotowego. Warstwa spieczonego materiału przylega do powierzchni wymurówki, tworząc tzw. „napiek” [163]

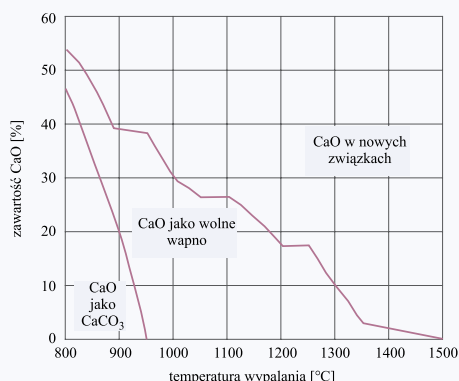
lub wyższą. Ochładza się go zimnym powietrzem w chłodniku, a nagrzane powietrze wykorzystuje się do suszenia surowców.

Gospodarka ciepłem przy produkcji klinkieru portlandzkiego

Do wytwarzania cementu potrzebne są znaczne ilości energii. Przy stosunkowo niskiej cenie podstawowych surowców sposób gospodarowania energią w cementowni ma duży wpływ na całkowity koszt produkcji cementu. W procesie wytwarzania klinkieru portlandzkiego zachodzą reakcje endotermiczne (rozkład surowców ilastych, rozkład węglanu wapnia, wytwarzanie fazy ciekłej) oraz egzotermiczne (reakcje tlenku wapnia z tlenkami krzemu, glinu, żelaza). Na podstawie bilansu entalpii tych reakcji można obliczyć, że teoretyczna ilość ciepła potrzebna do wytworzenia kilograma klinkieru wynosi około 1760 kJ. Sprawność energetyczną procesu wypalania klinkieru określa się, dzieląc tę wartość przez rzeczywiste zużycie ciepła. Przykłady przytoczone w tablicy 20.4 wskazują, jak znacznie różni się sprawność energetyczna różnych metod produkcji klinkieru portlandzkiego. Jeśli nie wykorzystuje się ciepła gazów opuszczających piec obrotowy, to straty kominowe sięgają 50% zużytego ciepła.

Bilans cieplny instalacji stosujących metodę suchą jest korzystniejszy niż w metodzie mokrej, ponieważ w tej ostatniej znaczną ilość ciepła zużywa się na odparowanie wody ze szlamu. Zastąpienie metody mokrej przez mniej energochłonną metodę suchą stanowiło znaczny postęp technologiczny.

Zasadniczą poprawę gospodarki energią uzyskano przez racjonalne wykorzystanie ciepła gorących gazów odprowadzanych z pieca obrotowego, m.in. do suszenia i wstępnego podgrzewania surowców na etapie ich przygotowywania. Ponieważ warunki wymiany ciepła między gazami i materiałem stałym w piecu obrotowym nie są korzystne, wstępny etap procesu



RYS. 20.14

Przemiany związków wapnia zachodzące w miarę wzrostu temperatury w kolejnych strefach pieca obrotowego. Zaznaczono udziały CaO w węglanie wapnia, w niezwiązanym tlenku oraz w związkach z tlenkami krzemu i glinu w powstającym klinkierze [165]

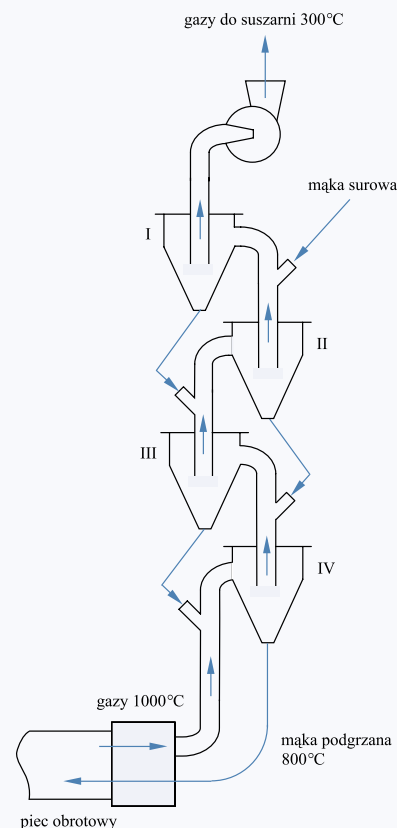
UKŁAD	TEMPERATURA TOPNIENIA EUTEKTYKU [°C]
CaO – SiO ₂ – Al ₂ O ₃	1455
CaO – SiO ₂ – Al ₂ O ₃ – Fe ₂ O ₃	1338
CaO – SiO ₂ – Al ₂ O ₃ – Fe ₂ O ₃ – Na ₂ O	1315
CaO – SiO ₂ – Al ₂ O ₃ – Fe ₂ O ₃ – MgO	1300
CaO – SiO ₂ – Al ₂ O ₃ – Fe ₂ O ₃ – MgO – Na ₂ O	1280

W. Kurdowski, *Chemia cementu i betonu*, Stowarzyszenie Producentów Cementu, Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa 2010.

TAB. 20.3

Temperatura topnienia mieszanin tlenków o składzie eutektycznym, wchodzących w skład klinkieru portlandzkiego

przetwarzania surowców zaczęto prowadzić w wymiennikach ciepła działających na zasadzie cyklonu (RYS. 20.15). W wymiennikach cyklonowych, które łączy się w układy wielostopniowe, strumień gorących gazów piecowych porywa suche, zmielone surowce, tzw. mąkę. W czasie transportu surowców w strumieniu gazów następuje szybka wymiana ciepła, której sprzyja znaczne rozwinięcie powierzchni fazy stałej. Następnie zawieszona mąka trafia do cyklonu, w którym materiał stały zostaje oddzielony od strumienia gazu. W wielostopniowej aparaturze, złożonej z kilku cyklonów połączonych szeregowo, strumień materiału i strumień gazów piecowych spotykają się w układzie przeciwpłdowym. Wykorzystując entalpię gazów piecowych opuszczających piec w temperaturze 1000–1100°C, można ogrzać mąkę do 800°C jeszcze przed wprowadzeniem jej do pieca obrotowego. W tym czasie zachodzi częściowe przetworzenie surowców – rozkład glinokrzemianów i dekarbonizacja, czyli dysocjacja węglanów. Gazy piecowe po przejściu przez wymienniki cyklonowe mają nadal dość wysoką temperaturę przekraczającą 300°C. Ich ciepło wykorzystuje się do wstępnego suszenia surowców przed zmieleniem. W opisanym układzie złożonym z kilku



RYS. 20.15

Wymiennik cyklonowy. Zespół cyklonów I–IV ogrzewający zmieloną mieszkankę surowcową (mąkę surową) gorącymi gazami z pieca obrotowego w 4-stopniowym układzie przeciwpłdowym

NORO

System transportu grawitacyjnego Rury i kształtki

Asortyment **NORO** obejmuje standardową gamę rozdzielaczy, kształtek i rur o średnicach od 80 do 600mm.

System **NORO** służy do transportu i odpylania **surowców sypkich**. Został zaprojektowany zarówno do transportu grawitacyjnego, jak i pneumatycznego.

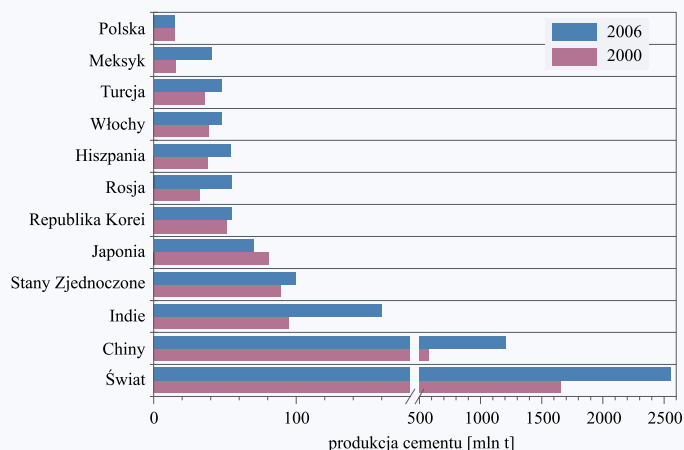
serafin®

TECHNOLOGIA ZBOŻOWO-NASIENNA W JEDNYM MIEJSCU
serafin.agro.pl +48 12 43 44 106
biuro@serafin.agro.pl

PRECO

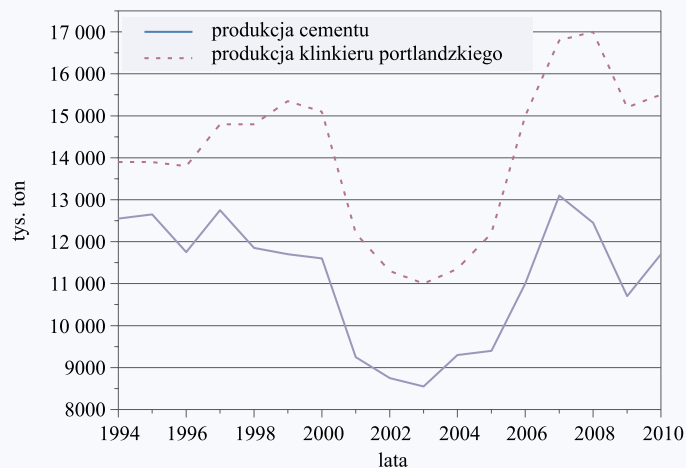
Systemy PRECO Przenośniki i podnośniki materiałów sypkich

Łódzka firma **Preco** jest ekspertem w dziedzinie przeładunku zboża. Od 1994 roku produkuje przenośniki i suszarnie do zbóż, roślin pastewnych i strączkowych, nasion i innych sypkich produktów.



RYS. 20.18

Wielkość produkcji cementu portlandzkiego w wybranych krajach w latach 2000 i 2006 [ŹRÓDŁO: Rocznik Statystyczny GUS].



RYS. 20.19

Produkcja cementu i klinkieru portlandzkiego w Polsce w latach 1994–2010 [ŹRÓDŁO: Rocznik Statystyczny GUS].

wymienników cyklonowych i z aparatów zwanych dekarbonizatorami, zachodzą te procesy, które w starszych cementowniach przebiegają w górnej, chłodniejszej części pieca obrotowego. Są to procesy silnie endotermiczne, w których wykorzystuje się znaczną część ciepła gazów piecowych. Ponieważ dzięki wymiennikom ciepła do pieca wprowadza się materiał wstępnie podgrzany i częściowo przereagowany, można znacznie skrócić czas jego przebywania w piecu obrotowym i zmniejszyć długość pieca do 50–60 m (RYS. 20.16). Zastosowanie

wymiany ciepła między surowcami i gazami piecowymi poza piecem obrotowym spowodowało znaczne zmniejszenie kosztu budowy instalacji i zużycia paliwa. Największy w Europie piec cementowy (o zdolności produkcyjnej klinkieru 8000 t/d) zainstalowany w cementowni „Ożarów”, został wyposażony w zespół cyklonowych podgrzewaczy surowców i dekarbonizator, w którym zachodzi rozkład węgla wapnia. Piec obrotowy ma średnicę wewnętrzną 5,75 m i długość 99 m.

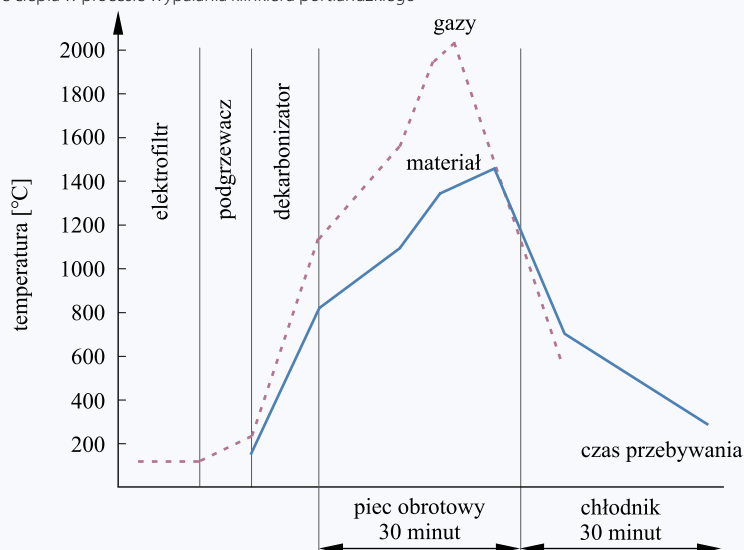
Znaczne oszczędności uzyskują cemen-

townie przez zastąpienie części paliwa potrzebnego do ogrzewania pieców obrotowych odpadami zawierającymi składniki palne. Oprócz wysegregowanych odpadów komunalnych spala się znaczne ilości zużytych opon samochodowych. W polskich cementowniach około jednej trzeciej

Metoda wytwarzania klinkieru	CAŁKOWITE ZUŻYCIE CIEPŁA [kJ/kg klinkieru]	SPRAWNOŚĆ CIEPLNA [%]	CIEPŁO ODPAROWANIA WODY [%]	STRATY KOMINOWE [%]
Zużycie teoretyczne (bilansowe ciepło reakcji)	1 760	(100)	–	–
Metoda mokra bez odzyskiwania ciepła	8 800	20	24	43
Metoda sucha bez odzyskiwania ciepła	6 500	27	4	50
Metoda sucha z wymiennikami cyklonowymi i suszeniem surowców gazami piecowymi	2 750	64	–	–

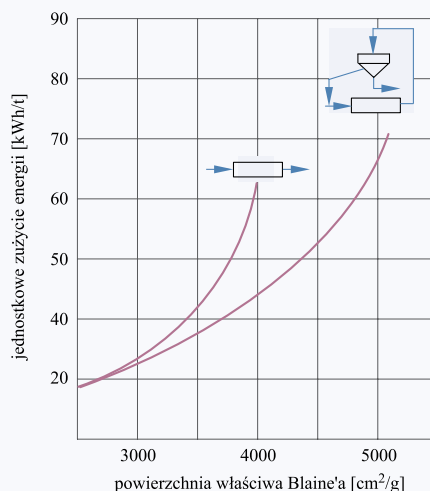
TAB. 20.4

Zużycie ciepła w procesie wypalania klinkieru portlandzkiego



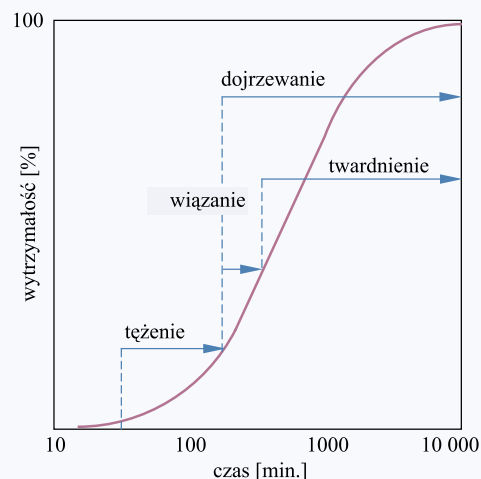
RYS. 20.16

Temperatura przetwarzanego materiału i gazów w procesie wytwarzania klinkieru portlandzkiego w piecu obrotowym z dekarbonizatorem. [ŹRÓDŁO: dane Stowarzyszenia Producentów Cementu w Polsce]



RYS. 20.17

Zależność zużycia energii na zmielenie materiału od stopnia rozdrobnienia produktu w układzie prostym i w układzie obiegu powrotnego. Stopień rozdrobnienia jest określony za pomocą powierzchni właściwej.



RYS. 20.20

Wzrost wytrzymałości zaczynu cementowego w ciągu tygodnia od chwili jego sporządzenia

CEMENT PORTLANDZKI	K_{80} [μ m]	POWIERZCHNIA WŁAŚCIWA [cm^2/g]
Zwykły	45–55	2800–3200
Szybko twardniejący	30–35	3500–4000
Bardzo szybko twardniejący	poniżej 25	powyżej 4500

TAB. 20.5

Wielkość ziarna i powierzchnia właściwa różnych gatunków cementu

potrzebnego ciepła pochodzi ze spalania przetworzonych odpadów. Ze względu na wysoką temperaturę gazów dochodzącą do 2000°C, w piecu cementowym następuje całkowity rozkład i utlenienie substancji zawartych w odpadach.

Gazy odprowadzane z pieców obrotowych i z urządzeń do suszenia surowców unoszą duże ilości zawieszonego pyłu. Ze względu na wielką skalę produkcji cementu, emisja tych pyłów powoduje znaczne zagrożenie środowiska. Pyły cementowe porywane przez wiatry mogą przemieszczać się na odległość wielu kilometrów. Dlatego gazy piecowe powinny być dokładnie odpylane. Stosuje się w tym celu odpylacze cyklonowe, które jednak nie są wystarczająco skuteczne. Do dokładnego usuwania najdrobniejszych pyłów konieczne są filtry tkaninowe lub odpylacze elektrostatyczne (podrozdz. 16.6). Zaostrzone przepisy dotyczące odprowadzania pyłów do atmosfery doprowadziły do znacznego ograniczenia ich emisji. Jeszcze w 1950 roku masa pyłu odprowadzanego przez kominy cementowni stanowiła do 3,5% masy produkowanego cementu. W 1980 r. nowoczesne wyposażone cementownie odprowadzały do atmosfery pyły w ilości 0,06% masy produktu. Ich zawartość w gazach kominowych nie przekraczała 50 mg/m³.

Cement budowlany

Klinkier portlandzki odprowadzony z pieca przechowuje się w ciągu co najmniej kilku dni. W tym czasie znajdujący się w nim w niewielkiej ilości niezwiązany tlenek wapnia może przereagować z parą wodną, zawartą w powietrzu, tworząc wodorotlenek.

Ma to istotne znaczenie dla jakości cementu, gdyż znajdujący się w nim CaO wpływa niekorzystnie na właściwości betonu. Następnie klinkier miele się w młynach obrotowych i wprowadza się dodatki modyfikujące. Jednym z nich jest gips ($\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$), który dodawany w ilości 3–4% wydłuża czas wiązania zaczynu cementowego. Wiązanie cementu portlandzkiego bez tego dodatku zaczyna się już po kilku minutach od zarobienia wodą, co utrudniałoby jego stosowanie w praktyce budowlanej.

Stopień rozdrobnienia cementu ma duży wpływ na jego właściwości użytkowe.

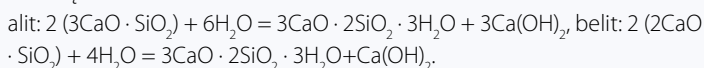
Dlatego w czasie mielenia bada się wielkość cząstek materiału, określając stopień jego rozdrobnienia na podstawie analizy sitowej. Podstawowym wskaźnikiem jest wielkość oczka sita, przez które przesiewa się 80% pobranej próbki. Warunki, które powinny spełniać poszczególne gatunki cementu portlandzkiego podano w TAB. 20.5. Ze wzrostem stopnia rozdrobnienia cementu wzrasta ilość energii zużywanej na jednostkę masy produktu (RYS. 20.17). W celu obniżenia kosztów tej operacji stosuje się układ obiegu powrotnego, w którym dostatecznie zmielony produkt wydziela się ze strumienia materiału odbieranego z młyna, a frakcję grubszą zwraca się do dalszego mielenia. Wielkość produkcji i zużycia cementu w różnych krajach przedstawiono na RYS. 20.18 i 20.19.

WIĄZANIE I TWARDNIENIE ZACZYNU CEMENTOWEGO

W zaczynie sporządzonym z cementu portlandzkiego zachodzą przemiany polegające na rozkładzie znajdujących się w nim składników i powstawaniu uwodnionych produktów. Nazywa się to hydra-

tacją składników cementu, która jest procesem egzotermicznym.

Głównymi składnikami cementu portlandzkiego są krzemiany wapnia alit i belit, stanowiące blisko 80% całej masy. Oba te składniki reagują z wodą:



W reakcjach tych powstaje uwodniony krzemian wapnia i wodorotlenek wapnia.

Obecny w cemencie glinian triwapnia także ulega przetworzeniu: $3\text{CaO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 + \text{Ca(OH)}_2 + 6\text{H}_2\text{O} = 4\text{CaO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$.

W zaczynie tworzy się początkowo koloidalny roztwór produktów reakcji, który gęstnieje przechodząc w stan żelu, a następnie tworzą się kryształy powstających faz stałych. W miarę postępu krystalizacji zmienia się postać zaczynu, który tężeje, twardnieje, a jego wytrzymałość mechaniczna stopniowo wzrasta. Okres, w którym zaczyn, zaprawa lub beton pozostają w stanie plastycznym (nadającym się do wylewania), trwa od 2 do 3 godzin. Następnie zachodzi proces zwany wiązaniem cementu.

Po upływie 8 do 12 godzin masa zestala się i rozpoczyna się okres jej twardnienia, który trwa wiele miesięcy (RYS. 20.20). W początkowym okresie szybkość twardnienia jest największa. Za wskaźnik, określający jakość cementu, przyjmuje się wytrzymałość odpowiednio sporządzonej próbki po upływie 28 dni od jej odlania.

ARTYKUŁ JEST FRAGMENTEM KSIĄŻKI „TECHNOLOGIA CHEMICZNA. PRZEMYSŁ NIEORGANICZNY”, WYDANEJ PRZES PWN SA. W TEKŚCIE ZOSTAŁA ZACHOWANA ORYGINALNA NUMERACJA TABEL, WZORÓW, ILUSTRACJI I ODNOŚNIKÓW DO LITERATURY ORAZ INNYCH ROZDZIAŁÓW TEJ PUBLIKACJI.

WAKRO
CENTRUM BADAWCZO-ROZWOJOWE

INŻYNIERIA MATERIAŁÓW SYPKICH
www.wakro.com.pl

- oszacarki bębnowe
- instalacje transportu pneumatycznego
- przenośniki mechaniczne
- silosy magazynowe
- systemy dozowania
- stacje big-bag
- mieszarki
- młyny kulowe
- piece tunelowe i obrotowe
- kruszarki
- kompaktory
- kalandry
- filtry i instalacje odpylania
- aparaty chemiczne
- układy sterowania
- przemysłowe konstrukcje stalowe

**INNOWACJA
JAKOŚĆ
PRECYZJA**

Laboratorium Materiałów Sypkich i Procesów Spawalniczych

WAKRO pracuje nad innowacjami

Z Romanem Warownym, członkiem zarządu i dyrektorem technicznym w firmie WAKRO Sp. z o.o. z Krępnej, rozmawia Adam Krzyżowski



ROMAN WAROWNY:

Oferujemy różne typy kruszarek i młynów, a w ostatnich latach pracujemy nad wysokociśnieniowymi prasami walcowymi, które charakteryzują się wysokim stopniem rozdrobnienia i niskim jednostkowym zużyciem energii

Adam Krzyżowski: Panie Dyrektorze, od ilu lat oferują Państwo urządzenia dla branży kruszyw i jak mocna jest pozycja firmy WAKRO w tej gałęzi przemysłu?

Roman Warowny: Maszyny i urządzenia dla branży kruszyw proponujemy od samego początku działalności firmy. Specjalizujemy się w procesach magazynowania, transportu, rozdrabniania, suszenia, dozowania oraz granulowania. Nasze wyroby cieszą się uznaniem z uwagi na wysoką jakość i efektywność. Maszyny do rozdrabniania projektujemy indywidualnie, po przeprowadzeniu badań w naszym laboratorium.

A.K.: Jakie ciekawe rozwiązania technologiczne do rozdrabniania i kruszenia są w Państwa ofercie?

R.W.: Oferujemy różne typy kruszarek i młynów, a w ostatnich latach pracujemy nad wysokociśnieniowymi prasami walcowymi, które charakteryzują się wysokim stopniem rozdrobnienia i niskim jednostkowym zużyciem energii. Dzięki zastosowaniu tej technologii uzyskuje się większą wydajność układu w porównaniu z konwencjonalnymi systemami. Poddanie surowca wysokiemu ciśnieniu powoduje powstanie mikropęknięć i szczelin, dzięki czemu proces kruszenia jest bardziej efektywny.



FOT. 1

Wykonana przez WAKRO instalacja do suszenia, przesiewania i magazynowania kruszyw [ŹRÓDŁO: WAKRO]

A.K.: Wspomniał Pan, że Państwa laboratorium specjalizuje się też w badaniach kruszyw. Na jakich aspektach tych badań się obecnie koncentruje?

R.W.: Laboratorium Materiałów Sypkich i Procesów Spawalniczych prowadzi badania zarówno pod kątem oceny właściwości fizycznych kruszyw, jak i procesów kruszenia i mielenia – przy wykorzystaniu posiadanego wyposażenia w postaci maszyn o wydajności w skali półtechnicznej. Dysponujemy m.in. młynem kulowym, kruszarkami oraz zespołem przesiewaczy. Stale się rozwijamy i poszerzamy ofertę badań w laboratorium.

A.K.: A jakie urządzenia poleciłby Pan do granulowania?

R.W.: Proces granulowania i aglomeracji materiałów sypkich jest ważny nie tylko ze względu na uzyskanie nowej postaci surowca oraz jego łatwiejszej aplikacji i lepszego magazynowania, ale również dlatego, że jest on wykorzystywany do utylizacji pyłów poprocesowych i zabezpieczania ich przed wtórnym pyleniem. Urządzeń do granulacji jest cały wachlarz, a zastosowanie danego rozwiązania uzależnione jest od celu granulacji i oczekiwanej postaci surowca. W przypadku granulacji pyłów poprocesowych urządzenie granulujące musi charakteryzować się prostą konstrukcją, pełną automatyzacją, brakiem obsługi, niezawodnością i brakiem pylenia podczas pracy. Na rynku brakuje takich urządzeń i dlatego wkrótce firma WAKRO zaproponuje własne rozwiązanie techniczne, które będzie się charakteryzowało wszystkimi wymienionymi cechami.

A.K.: Z branżą kruszyw połączony jest przemysł cementowo-wapienniczy. Jakiego typu maszyny proponuje WAKRO zakładom z tego sektora?

R.W.: Oferujemy kompletne zakłady przetwórstwa surowców mineralnych (przemiałownie) oraz zakłady do produkcji mieszanek cementowo-wapiennych, w których mają odbywać się procesy mielenia, magazynowania, transportu, dozowania, mieszania i pakowania. Nasze maszyny i urządzenia pracują w wielu zakładach produkcyjnych znanych marek, oferujących m.in. nawozy, kleje, zaprawy, gotowe tynki i farby.

A.K.: Dziękuję za rozmowę.



FOT. 2

Nowoczesna linia do mielenia i separacji nawozów mineralnych – jedno z ciekawszych rozwiązań produkowanych przez WAKRO [ŹRÓDŁO: WAKRO]



SKRACAMY DYSTANS

Transport drogowy sypkich materiałów
budowlanych, chemicznych i paszowych
w naczepach silosowych

Grzegorz Ruta | Dyrektor Handlowy
e-mail: g.ruta@ruta-transport.pl
tel.: (+48) 25 759 34 88

www.ruta-transport.pl

Technologie wydobywania żwirów i piasków

Wiesław Kozioł,
Ireneusz Baic,
Jarosław Stankiewicz

Prezentujemy fragment książki pt. „Wydobycie i produkcja drobnych frakcji kruszyw naturalnych oraz technologie ich zagospodarowania” wydanej przez Instytut Mechanizacji Budownictwa i Górnictwa Skalnego, działający w Sieci Badawczej Łukasiewicz.

Stosowane technologie wydobywania żwirów i piasków zależą przede wszystkim od warunków geologiczno-górnictwowych i hydrogeologicznych złóż. W zależności od usytuowania poziomu wody gruntowej w stosunku do stropu złoża wyróżnia się złoża niezawodnione, częściowo zawodnione i zawodnione. W dostosowaniu do tych warunków stosowane są trzy podstawowe technologie wydobywania (RYS.2.5):

- lądowa (sucha);
 - spod wody (wodna);
 - mieszana (lądowo-wodna).
- Zastosowanie jednej z tych technologii uzależnione jest od usytuowania poziomu wodonośnego względem stropu i spągu złoża (TAB. 2.3).

Eksploatacja lądowa żwirów i piasków nie jest poprzedzana procesem odwadniania złóż i na ogół polega na mechanicznych metodach urabiania – zarówno zdejmowania nadkładu, jak i wydobywania kopaliny. Technologie te najczęściej oparte są na układach z koparkami bądź ładowarkami jednoznaczyniowymi oraz transporcie samochodowym. Konfiguracja układów technologicznych jest bardzo podobna jak w przypadku produkcji kruszyw łamanych, przy czym koparki lub ładowarki wykorzystywane są zarówno do urabiania, jak i załadunku urobku. W większości kopalń pracują koparki jednoznaczyniowe, zaliczone do grupy średnich, o pojemnościach łyżki 1,5–3,0 m³. Znacznie rzadziej pracują koparki wielonaczyniowe (kołowe, łańcuchowe), koparki chwytakowe, zgarniakowe oraz spycharki. Maszyny te współpracują z:

- przenośnikami taśmowymi lub samochodami transportującymi urobek do zakładu przerobczego lub
- środkami transportu samochodowego dostarczającymi bezpośrednio produkty handlowe do odbiorców.

Eksploatacja lądowa

Eksploatacja wodna

• z urabianiem z lądu

• z urabianiem z lustra wody

Eksploatacja mieszana

• z urabianiem z lądu

• z urabianiem z lądu i z lustra wody

RYS. 2.5

Technologie eksploatacji kruszyw żwirowo-piaskowych [3]

Eksploatacja lądowa najczęściej występuje w obszarze Polski Północnej (złodowacenie północnopolskie), a produkcja dobrej jakości kruszyw wymaga ich płukania i dostarczenia odpowiedniej ilości wody przemysłowej. Biorąc pod uwagę skalę wydobywania, w niniejszym materiale zajęto się głównie analizą technologii eksploatacji piasków i żwirów spod wody.

W złożach zawodnionych, eksploatowanych pogłębiarkami spod wody, zwierciadło wody usytuowane jest co najmniej 1,5 m powyżej stropu złoża. Tego typu złoża najczęściej zalegają w południowej części kraju, gdyż związane są z obszarami akumulacji rzecznej, wodnolodowcowej.

W wielu kopalniach stosowana bywa również eksploatacja mieszana, z urabianiem górnego poziomu z lądu, a poziomu dolnego – spod lustra wody. Głębokość zalegania spągu złoża najczęściej nie przekracza 10 m poniżej lustra wody. Złoża te eksploatowane są wyrobiskami wgłębными lub stokowo-wgłębными. W eksploatacji spod wody – w zależności od głębokości zalegania złoża – stosuje się urabianie koparkami z lądu (przy

płytkiej eksploatacji 5–10 m) lub urabianie pogłębiarkami pływającymi.

Ze względu na postępującą eksploatację złóż zalegających na większych głębokościach i pod grubszym nadkładem, systematycznie wzrasta udział wydobywania kruszyw spod lustra wody, który na przestrzeni ostatnich ok. 40 lat przedstawiał się następująco:

- 1975 r. – 54% (krajowego wydobywania żwirów i piasków);
- 1985 r. – 65%;
- 2015 r. – ponad 75%.

Specjalną technologią wydobywania kruszyw jest eksploatacja podmorska, w niektórych krajach stosowana na znaczną skalę (w Holandii 40–50 mln Mg/rok). W Polsce w ostatnich latach wydobywanie z obszaru morskiego wynosi ok. 0,5 mln Mg.

TECHNOLOGIE WYDOBYCIA ŻWIRÓW I PIASKÓW SPOD WODY

Urabianie (odspajanie, spulchnianie) caliny skalnej spod wody, polega na pokonaniu sił spójności i praktycznie związane jest z zaczerpywaniem urobku do organu roboczego pogłębiarki lub innej maszyny (koparki itp.) wydobywczej, w którym równocześnie zapoczątkowane zostaje wynoszenie urobku ku powierzchni wody. Urabianie spod wody odbywa się w wyniku procesu mechanicznego (skrawanie, uderzenie, wibracja), hydraulicznego lub pneumatycznego (erozja), grawitacyjnego, ewentualnie eksplozji za pomocą materiałów wybuchowych (bardzo rzadko).

TYP EKSPLOATACJI	RODZAJ WYROBISKA	USYTUOWANIE GÓRNEGO POZIOMU WODONOŚNEGO WZGLĘDEM ZŁOŻA
Lądowa (sucha)	Stokowe Stokowo-wgłębne Wgłębne	Poniżej spągu złoża lub spągu wyrobiska
Spod lustra wody (wodna)	Wgłębne	Powyżej stropu złoża (min. 1,5 m)
Mieszana (lądowo-wodna)	Stokowo-wgłębne Wgłębne	Poniżej stropu i powyżej spągu złoża

TAB. 2.3

Typy eksploatacji kruszyw żwirowo-piaskowych [26]

Łącząc proces urabiania z transportem pionowym i poziomym urobku (po wodzie i na lądzie) uzyskuje się różne warianty funkcjonalnych układów technologicznych. W TAB. 2.4 zestawiono podstawowe sposoby urabiania i wydobywania piasków i żwirów spod wody, które w dalszej części będą krótko scharakteryzowane.

CHARAKTERYSTYKA TECHNOLOGII WYDOBYCIA PIASKÓW I ŻWIRÓW SPOD WODY

Spośród wielu technik i technologii wydobywania piasków i żwirów spod wody do najprostszych zaliczyć można wydobywanie za pomocą podsiębiernych koparek jednonaczyniowych, pracujących z lądu (RYS. 2.6). Warunkiem bezpiecznej pracy koparki nad lustrem wody jest stabilne podłoże pod koparką, które powinno znajdować się minimum 1 m powyżej zwierciadła wód oraz odpowiednie warunki stateczności skarp. Stosowanych jest kilka modeli koparek z długimi wysięgnikami, których techniczne możliwości pozwalają na eksploatację podpoziomą do głębokości ok. 10 m, a maksymalnie 20 m.

Istotną zaletą tej technologii jest duża uniwersalność zastosowania koparek łyżkowych, eliminacja urządzeń do transportu urobku po poziomie wody i niższe (w porównaniu do innych technologii) nakłady inwestycyjne i koszty eksploatacji. Natomiast do głównych jej wad zaliczyć należy:

- małą pojemność łyżki wpływającą na ograniczenie wydajności;
- dłuższy czas cyklu w porównaniu do pracy w technologii lądowej;
- trudności kształtowania skarp o nachyleniu mniejszym od 40°;
- ryzyko osunięcia się skarpy;
- duże straty zasobów.

Technologia ta zazwyczaj wykorzystywana jest w pierwszych latach funkcjonowania kopalni, do wykonania wyrobisk o parametrach, które pozwalają na późniejsze wprowadzenie do ruchu koparek bądź pogłębiarek pływających. Innym typem koparek, które pracują na lądzie są koparki zgarniako- we (RYS.2.7).



RYS. 2.6
Wydobycie spod wody żwirów i piasków koparkami podsiębiernymi z długim wysięgnikiem

SPOSÓB URABIANIA	TECHNIKA URABIANIA (MASZYNY I URZĄDZENIA)	URABIANIE A – Z ŁADU B – Z SPOD WODY	TRANSPORT UROBKU	
			PO WODZIE	NA LĄDZIE
Mechaniczny	Koparki (pogłębiarki) łyżkowe podsiębiernie	A	----	Samochody technologiczne Przeznaczenie taśmowe
		B	Przeznaczenie taśmowe Barka, Szalanda	Samochody technologiczne Przeznaczenie taśmowe
	Koparki (pogłębiarki) chwytakowe	A	----	Przeznaczenie taśmowe Samochody technologiczne
		B	Przeznaczenie taśmowe Barka, Szalanda	Samochody technologiczne Przeznaczenie taśmowe
	Koparki (pogłębiarki) zgarniarkowe	A	----	Samochody technologiczne Przeznaczenie taśmowe
		B	Przeznaczenie taśmowe Barka, Szalanda	Samochody technologiczne Przeznaczenie taśmowe
	Zgarniarki (pogłębiarki) linowe	A	----	Samochody technologiczne Przeznaczenie taśmowe
		B	Przeznaczenie taśmowe Barka, Szalanda	Samochody technologiczne Przeznaczenie taśmowe
	Koparki (pogłębiarki) wielonaczyniowe	A	----	Przeznaczenie taśmowe Samochody technologiczne
		B	Przeznaczenie taśmowe Barka, Szalanda	Przeznaczenie taśmowe
Hydrauliczny	Pogłębiarki ssące	B	Rurociąg Przeznaczenie taśmowe	Rurociąg Przeznaczenie taśmowe
	Pogłębiarki ssące z głowicą spulchniającą	B	Rurociąg Przeznaczenie taśmowe	Rurociąg Przeznaczenie taśmowe
	Pogłębiarki hydropneumatyczne	B	Rurociąg Przeznaczenie taśmowe	Rurociąg Przeznaczenie taśmowe
	Pogłębiarki (statki)	B	Pogłębiarka (własne zbiorniki) Szalanda, Barki	Samochody technologiczne Przeznaczenie taśmowe
Mieszany	Pogłębiarki ssąco-frezujące	B	Rurociąg Przeznaczenie taśmowe	Rurociąg Przeznaczenie taśmowe

TAB. 2.4

Układy technologiczne stosowane do eksploatacji żwirów i piasków spod lustra wody

Uwarunkowania ich zastosowania, zalety i wady są podobne do pracy podsiębiernych koparek łyżkowych. Konstrukcja i charakter pracy mają wpływ na mniejsze siły kopania. Urabianie realizowane jest przez skrawanie, zwane struganiem calizny skalnej. Zgarniak, po zlurowaniu liny podnoszącej, pod wpływem własnego ciężaru zagłębia się w podłożu, po którym ciągnięty jest na skutek napięcia liny ciągnącej. Siła kopania (urabiania) w dużym stopniu zależy od ciężaru zgarniaka, który w wodzie jest mniejszy, ze względu na działanie siły wyporu, przez co występują trudności w urabianiu przy zaleganiu w złożu głazów, pni itp. Do istotnych utrudnień pracy koparek zgarniarkowych zaliczyć należy również współpracę ze środkami transportu. Przy obrocie wysięgnika w kierunku miejsca wyładunku dochodzi do tzw. „rozbujań” zgarniaka, co znacząco wydłuża jego czas

i dokładność rozładunku, a to wpływa na zmniejszenie wydajności i wzrost strat eksploatacyjnych.

Maszynami pracującymi z powierzchni lądu (rzadziej jako pływające) są również zgarniarki linowe (RYS.2.8). Ze względów konstrukcyjnych wyróżnić można: zgarniarki linowe z ramieniem wysięgnikowym oraz zgarniarki z krążkiem zwrotnym, zainstalowanym poza punktem końcowym ruchu powrotnego zgarniaka. Prosta konstrukcja i efektywność pracy przyczyniły się na początku XXI w. do znacznego zastosowania tych maszyn w Polsce. W porównaniu do wcześniej przedstawionych technologii, zgarniarki linowe dysponują znacznie większym zasięgiem pionowego urabiania (do głębokości ok. 50 m), jak również zasięgiem poziomym (do ok. 200 m). Przy czym wraz ze wzrostem tych wartości zmniejsza się wydajność urabiania, co jest istotną wadą tej technologii. Zgarniarki są zdecydowanie mniej elastyczne jeżeli chodzi o zmianę miejsca pracy czy też zmianę kierunku postępu eksploatacji.

Drugą grupę technologii wydobywania żwirów i piasków stanowią maszyny, które są maszynami pływającymi po zbiorniku wodnym (wyrobisku) i konieczne jest zastosowanie transportu łączącego je z lądem. Do grupy tych maszyn zaliczyć należy pogłębiarki chwytakowe (RYS. 2.9), które pracują na podobnych zasadach jak lądowe koparki



RYS. 2.7
Schemat pracy spod wody koparki zgarniarkowej



RYS. 2.8

Zgarniarka linowa z wysięgnikiem (u góry) oraz krążkiem zwrotnym (na dole)

z osprzętem chwytakowym.

Najczęściej, poprzez koszt zasypowy, współpracują one z transportem taśmowym. Rzadziej współpracują z transportem cyklicznym – barkami. Zaletą tych pogłębiarek jest możliwość urabiania do dużych głębokości (ok. 40 m). Spośród wszystkich technologii charakteryzują się największym wskaźnikiem strat spągowych (ze względu na punktowe urabianie) oraz strat drobnych frakcji.

Maszynami o mechanicznym sposobie urabiania są również pływające pogłębiarki wielonaczyniowe (RYS.2.10A) lub klasyczne lądowe koparki wielonaczyniowe (RYS.2.10B), stosowane znacznie rzadziej.

Wśród grupy maszyn do mechanicznego urabiania, jako jedyne charakteryzują się one ciągłym charakterem pracy. Wpływa to na ich dość dobrą efektywność pracy przy współpracy z transportem taśmowym. Do zalet tych maszyn zaliczyć również należy małe straty spągowe. Do ważniejszych ich wad z kolei należą: ograniczona głębokość urabiania (do ok. 20 m) oraz trudności urabiania przy występowaniu w złożu głazów, pni itp.

Obecnie najczęściej stosowanymi urządzeniami do wydobycia żwirów i piasków spod wody są pogłębiarki ssące (RYS. 2.11). Poprzez rozmywające działanie strumienia wody umożliwiają one osiąganie dużych wydajności i minimalizowanie strat spągowych frakcji drobnych. W zależności od parametrów urabianego złoża, pogłębiarki ssące wyposaża się w różne głowice wspomagające urabianie: hydrauliczne (głowice JET) lub mechaniczne (koła frezujące, łań-

cuchy tnące, itp.). Służą one do spulchnienia lub urobienia calizny w celu korzystniejszego zasysania kruszywa poprzez pompę piaskową. Jako transport hydromieszaniny najczęściej wykorzystywane są rurociągi tłoczne. Znane są również przypadki współpracy z pływającymi przenośnikami taśmowymi, przy czym warunkiem wykorzystania takiego transportu jest wcześniejsze odwodnienie urobku. Pogłębiarki ssące są – podobnie jak pogłębiarki (koparki) wieloczerpakowe – maszynami o ciągłym charakterze pracy. Osiągane przez nie wydajności zależą od warunków eksploatacji, głównie od głębokości eksploatacji (do 20 m), składu ziarnowego kopaliny oraz od technicznych rozwiązań urządzeń pogłębiarek, a więc od wydatku pompy piaskowej i odległości refulowania (do 400 m). Uzyskiwane w porównaniu z innymi technologiami duże wydajności eksploatacyjne i małe straty złożowe powodują, że obecnie pogłębiarki ssące są najczęściej wykorzystywanymi urządzeniami do eksploatacji kruszyw spod wody. Często pogłębiarki ssące stosuje się również do wtórnej eksploatacji (reeksploatacji) złóż po zakończeniu wydobycia za pomocą innych technologii (pogłębiarki chwytakowe, zgarniarkowe, łyżkowe itp.). Umożliwia to wydobycie pozostawionych często dużych strat złożowych zasobów żwirów i piasków. Do wad tej technologii eksploatacji zaliczyć należy przede wszystkim trudności urabiania przy zaleganiu w złożu głazów, pni itp., ale również elementów układu wydobywczego (głowic, rurociągów itp.).

Do eksploatacji złóż głębiej zalegających można stosować m.in. pogłębiarki hydro-pneumatyczne. Metoda hydrauliczno-pneumatyczna ze sprężonym powietrzem opiera się na doprowadzaniu sprężonego powietrza przy pomocy kompresora do



RYS. 2.10

Maszyny o mechanicznym ciągłym sposobie urabiania:
a) wielonaczyniowa pogłębiarka kubłkowa;
b) koparka wielonaczyniowa łańcuchowa.



RYS. 2.9

Praca pogłębiarki chwytakowej

komory mieszającej, znajdującej się na nurze ssącej. Sprężone powietrze wprowadzane jest do komory rury i wywołuje efekt stałego podciśnienia. Ta metoda pozytywnie wpływa na wydobycie zarówno luźno zalegającego materiału o niewielkich ziarnach (np. takich jak piaski kwarcowe), jak i heterogenicznie grubo rozłożone klasyczne pokłady żwirów, a nawet kamieni. Pompowanie kamieni i małych bloków skalnych (<300 mm) jest ograniczone tylko przez średnicę rury. W tej metodzie nie występuje zjawisko przechodzenia zasysanych kamieni przez wirnik pompy, gdyż pompa rotacyjna w tym rozwiązaniu jest wyeliminowana. Wadą tej metody jest natomiast niski stopień sprawności przy eksploatacji płaskiego dna. Inną wadą jest również zachowanie minimalnej głębokości pracy, wynoszącej nie mniej niż 10 m. Dopiero od tej głębokości praktycznie zaczyna się ekonomiczny i technicznie sprawny pobór. Przyczyną tego zjawiska jest fakt, że sprawność hydro-pneumatyczna urządzenia, a wraz z nią wydajność, maleje nieproporcjonalnie na małych głębokościach eksploatacji. Poza tym (mimo pewnych zalet) – w porównaniu z pogłębiarkami ssącymi – nieatrakcyjnie przedstawia się aspekt finansowy całego procesu. Taki rodzaj wydobycia kruszyw wymaga dodatkowego zużycia energii niezbędnej do produkcji sprężonego powietrza. Ponocone muszą być również większe koszty (np. koszty transportu na składowisko), co razem powoduje, że przy tej metodzie wysokie są łączne koszty procesów eksploatacyjnych. Skutecznym rozwiązaniem tego problemu może być zastosowanie pływającego urządzenia do przeróbki wydobytego materiału. Jednakże urządzenie przeróbcze musi być fizycznie zintegrowane z pontonem pogłębiarki. Wariant taki pozwala na bezpośrednią dostawę wydobytego materiału i praktycznie natychmiastowe jego przerobienie. Tym samym znacznie ogranicza dodatkowe koszty transportu przez jego eliminację lub znaczne skrócenie drogi przesyłu transportowanego urobku. Pogłębiarki ssące głębinowe stosowane są przede wszystkim do eksploatacji złóż

TYP POGŁĘBIARKI	ŻWIR	PIASEK	GŁĘBOKOŚĆ [m]			TRUDNE WARUNKI	MOBILNOŚĆ
			< 15	15–30	> 30		
Pogłębiarka ssąca	•	•	•	•	•	•	•
Pogłębiarka ssąca ze zbiornikiem na urobek	•	•	•	•	•	•	•
Pogłębiarka ssąca łańcuchowa	•	•	•	•	•	•	•
Pogłębiarka z głowicą tnącą	•	•	•	•	•	•	•
Pogłębiarka ssąca z kołem tnącym	•	•	•	•	•	•	•
Zgarniarka linowa	•	•	•	•	•	•	•
Jednonaczyniowa koparka(pogłębiarka) zgarniarkowa lub łyżkowa	•	•	•	•	•	•	•
Pogłębiarka chwytakowa	•	•	•	•	•	•	•
Pogłębiarka wieloczerpakowo-łańcuchowa	•	•	•	•	•	•	•
Pogłębiarka ssąca głębinowa	•	•	•	•	•	•	•

- nadają się do eksploatacji
- nadają się do eksploatacji w ograniczonym stopniu
- nie nadają się eksploatacji

TAB. 2.5

Przegląd wybranych typów pogłębiarek i obszarów ich zastosowania[13]

na głębokości urabiania ponad 100 m pod powierzchnią wody. W tym przypadku zastosowanie tradycyjnych pogłębiarek mechanicznych czy ssących na tak dużych głębokościach wyrobisk jest mało efektywne. Ponadto przy pomocy pogłębiarki ssącej głębinowej wiele nieczynnych już złóż eksploatowanych poprzednio innymi metodami, w których pozostał jeszcze niewydobyty urobek, a w ekonomicznym aspekcie jest jeszcze opłacalny do wydobycia, może być ponownie eksploatowanych. W Polsce ta technologia wydobycia stosowana jest bardzo rzadko.

WYBÓR TYPU POGŁĘBIARKI W ZALEŻNOŚCI OD WARUNKÓW ZŁOŻOWYCH EKSPLOATACJI

Z przeprowadzonej analizy wynika, że w dostosowaniu do warunków eksploatacji kruszyw spod lustra wody stosowane są różne typy pogłębiarek i innych urządzeń, które – w zależności od zasady ich działania – można podzielić na urządzenia hydrauliczne, mechaniczne, hydrauliczno-mechaniczne, hydro-pneumatyczne. Wybór odpowiedniej technologii uzależniony jest od rodzaju eksploatowanego złoża, głębokości wydobycia oraz miejscowych warunków wydobycia. Praktycznie największy wpływ na wybór odpowiedniej techniki i technologii wydobycia spod lustra wody ma głębokość zalegania złoża, urabialność i projektowana wydajność. Na RYS. 2.12 przedstawiono w sposób poglądowy zakres zastosowania poszczególnych typów pogłębiarek, w zależności od głębokości eksploatacji oraz uwarunkowań urabialności kopaliny.

Jak wynika z przedstawionego schematu, wszystkie uwzględnione technologie nadają się do wydobycia żwirów. Można to

wyjaśnić przede wszystkim właściwościami tego rodzaju skały, jak np. kształt ziaren i gęstość złoża. Powodują one dobrą płynność i pozwalają na porównywalnie łatwe wydobycie. Jednak do wydobycia złóż typowo żwirowych o grubym uziarnieniu zastosowanie typowych pogłębiarek ssących (z systemem JET) jest na ogół ograniczone ze względu na trudności z urabianiem i transportem kopaliny. Zastosowanie pogłębiarek ssących jest szczególnie efektywne do urabiania złóż żwirowo-piaskowych o punkcie piaskowym do 65 (70)% oraz piasków. Natomiast zarówno pogłębiarki z głowicą tnącą, jak i z kołem tnącym nadają się do wydobycia piasków jedynie w ograniczonym zakresie, ze względu na duże siły rozdrabniania. W przypadku złóż z przewagą piasków drobnoziarnistych zastosowanie zgarniarek linowych jest możliwe tylko w ograniczonym zakresie. Luźna struktura i brak spoiwa uniemożliwiają połączenie między piaskiem i żwirem, przez co wydobycie surowca za pomocą zgarniarki jest w znacznym stopniu nieekonomiczne, ze względu na duże straty zasobów i osiągnięte niskie wydajności.

W zależności od głębokości wydobycia, za wyjątkiem pogłębiarek łańcuchowych (wieloczerpakowych) oraz pogłębiarek ssących głębinowych, wszystkie typy pogłębiarek można stosować do głębokości 30 m. Do głębokości powyżej 30 m nadają się natomiast wyłącznie pogłębiarki z pomieszczeniem na urobek (stosowane często przy eksploatacji z obszarów morskich), pogłębiarki ssące głębinowe lub pogłębiarki chwytakowe.

W przypadku trudnych warunków eksploatacji (jak np. urabianie zbitych i zwięzłych warstw lub złóż z udziałem dużych kamieni) odpowiednie do zastosowania są pogłębiarki łańcuchowe. Można również stosować



RYS. 2.11

Pogłębiarka ssąca oraz dwa typy głowic urabiających (JET, koło czerpakowe)

pogłębiarki ssące z głowicą tnącą lub kołem tnącym. We wszystkich tych trzech typach pogłębiarek ze względu na duże siły tnące lub rozdrabniające można łatwiej spulchnić zbite warstwy, tak iż wydobycie surowca jest z ekonomicznego punktu widzenia racjonalne dla tego rodzaju złóż.

W przeciwieństwie do tego możliwości zastosowania zgarniarek linowych w takim przypadku jest niewielka ze względu na ograniczoną zdolność dostosowywania do nierównych powierzchni spągu.

Pod względem mobilności wszystkie rodzaje pogłębiarek mają duże ograniczenia. Wyjątek stanowią pogłębiarki z pomieszczeniem na urobek i pogłębiarki ssące (piaskowe, gruntowe).

Podsumowując można stwierdzić, że właściwości techniczne różnych rodzajów pogłębiarek mają istotny wpływ na obszar ich zastosowania. Ale już na etapie doboru wstępnego nie można jednak pominąć warunków eksploatacji, które określone są m.in. przez dane złoża. Każde złożo wykazuje wiele różnorodnych cech, które należy uwzględnić przy wyborze odpowiedniego typu urządzenia wydobywczego. ■

Samojezdna zmiatarka IPC 1280 P

W firmie Olpe Sp. z o.o. z Łęborka dostępne są uniwersalne zmiatarki samojezdne 1280 P, które mogą być używane w wielu branżach, w tym w sektorze materiałów sypkich i masowych. Bardzo dobrze sprawdzają się one w pracach porządkowych zarówno wewnątrz, jak i na zewnątrz pomieszczeń.

Zmiatarki te zapewniają niezwykłą wydajność sprzątania – wynoszącą ponad 7100 m²/h. Są one przy tym maszynami prostymi, z intuicyjną obsługą. Zamontowany w nich poręczny panel sterowania pozwala na kontrolę wszystkich swoich funkcji – np. licznika godzin czy regulacji prędkości.



Zmiatarka IPC 1280 P doskonale łączy wydajność z praktycznością. Silnik Honda o mocy 6,5 KM daje jej nieograniczoną autonomię, a hydrauliczne sterowanie – bezawaryjną pracę, nawet w najbardziej zapyłonym środowisku. Ponadto wysoko podnoszony zbiornik na nieczystości umożliwia ich rozładunek bezpośrednio do kontenera.

Parametry techniczne:

- wydajność: do 7100 m²/h;
- szerokość pracy: 680 mm, a ze szczotką boczną nawet 1150 mm;
- powierzchnia filtra z automatycznym otrząsaczem: 1,8 m².

www.olpe.pl

Koparka kołowa Caterpillar M316

Koparka Cat® M316 pracuje bardzo wydajnie, dzięki większemu o 14% momentowi obrotowemu i funkcjom przyspieszającym wykonywanie zadań. Ponadto jest możliwa szybka kontrola i serwisowanie maszyny, dzięki codziennym punktom obsługowym i konserwacyjnym dostępnym z poziomu podłoża. Z kolei dzięki nowym, długotrwałym filtrom użytkownicy mogą zaoszczędzić nawet do 10% części zamiennych. Ich zużycie oraz okresy między przeglądami można kontrolować za pomocą monitora w kabinie. Dwa poziomy filtry chronią silnik przed zanieczyszczonym olejem napędowym. Nowy filtr oleju hydraulicznego zapewnia większą skuteczność filtracji i ma zawory zapobiegające wyciekom, które pozwalają zachować czystość oleju podczas wymiany filtra. Charakteryzuje się on też większą żywotnością (wymiana co 3000 godzin) – o 50% w porównaniu z dotychczas stosowanymi konstrukcjami filtrów. Porty S-O-SSM znajdują się na poziomie podłoża, co upraszcza konserwację i umożliwia szybkie pobranie próbek płynu do analizy. Liczne schowki umieszczone pod i za fotelem, nad głową oraz w konsolach umożliwiają przechowywanie potrzebnych rzeczy. W wyposażeniu jest również radio z funkcją Bluetooth®, która umożliwia podłączenie telefonu komórkowego oraz słuchanie muzyki i podcastów, a także prowadzenie rozmów za pomocą zestawu głośnomówiącego.

Silnik maszyny uruchamia się przyciskiem, kluczykiem z Bluetooth lub unikatowym identyfikatorem operatora. Funkcja identyfikatora operatora pozwala zaprogramować tryb mocy i preferowany sposób działania joysticka (maszyna zapamięta ustawienia i przywoła je, gdy będzie się rozpoczynać praca). Silniki Cat spełniają wymagania dotyczące wydajności i produktywności, a także wymogi norm emisji spalin EPA Tier 4 Final (USA), Stage V (UE) i Tier 4 Final (Korea).

Przemieszczanie się pomiędzy stanowiskami pracy jest o wiele szybsze, gdyż prędkość jazdy tej koparki wynosi do 35 km/h (21,7 mph). Koparka może przemieszczać się szybko i efektywnie, niezależnie od tego czy porusza się po żwirze, czy po asfalcie. Zaawansowany układ hydrauliczny zapewnia optymalną równowagę mocy i efektywności. Wykorzystując 14% większy moment obrotowy każde zadanie będzie wykonane szybciej. Dedykowana pompa mechanizmu obrotu stabilizuje moc i zwiększa wielozadaniowość. Z kolei opcje dodatkowego układu hydraulicznego zapewniają wszechstronność niezbędną do wykorzystania całego szeregu osprzętu Cat. Koparka ma standardową wytrzymałość na wysoką temperaturę otoczenia równą 52°C i możliwość uruchomienia w niskiej temperaturze, równej nawet -18°C.

Parametry techniczne:

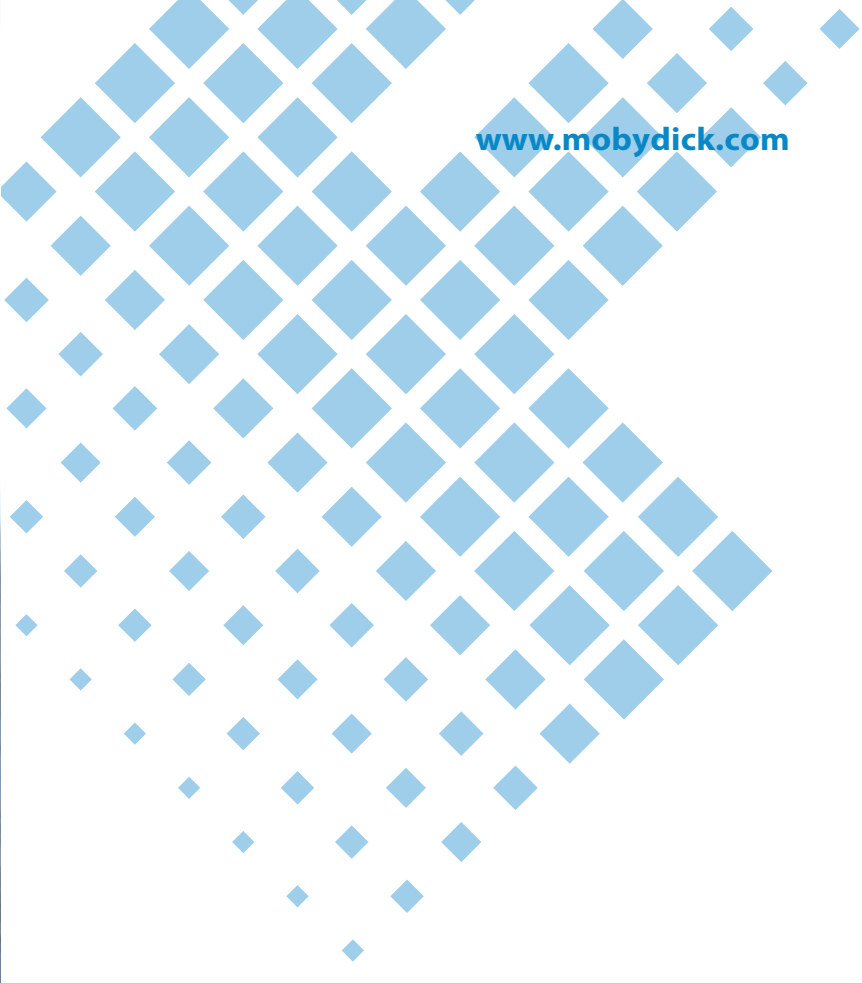
Moc silnika – ISO 14396	110 kW
Model silnika	Cat C4.4
Średnica cylindra	105 mm
Pojemność skokowa	4.4 l
Normy emisji spalin	Tier 4 Final, Stage V (UE) i Tier 4 Final (Korea)
Prędkość mechanizmu obrotu	10.2 obr./min
Układ chłodzenia	24 l
Zwolnica	2.5 l
Zbiornik paliwa	350 l
Układ hydrauliczny – ze zbiornikiem	260 l
Zbiornik oleju hydraulicznego	120 l
Wymiary:	
Wysięgnik	5205 mm (17 stóp 1 cal)
Łyżka	ogólnego przeznaczenia 0,8 m ³ (1,05 jarda sześciennego)
Ramię	2,2 m (7 stóp 3 cale)
Prześwit przeciwwagi	1301 mm
Prześwit	395 mm
Wysokość transportowa – do szczytu kabiny	3194 mm
Długość transportowa	283 mm
Punkt podparcia	3870 mm
Promień obrotu rufy	2350 mm
Długość podwozia	4970 mm
Rozstaw osi	2550 mm

www.bm-cat.com

48

P&B nr 3 kwiecień 2022

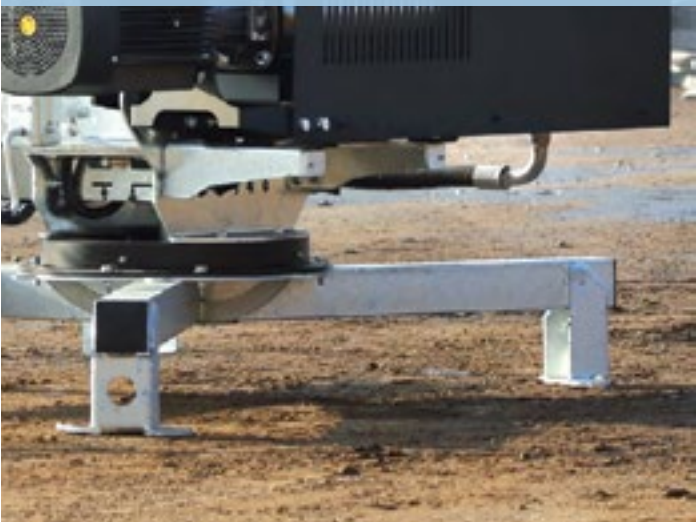
www.mobydick.com



MobyDick Dust Control Cannons

solidne, efektywne, proste

Rozwiązanie przeciwpylowe



FRUTIGER
Power in Tigers and Whales

Systemy mycia kół i podwozi MobyDick

Firma FRUTIGER, jako światowy lider na rynku z ponad 4.000 zainstalowanych urządzeń do mycia kół, oprócz środków do wiązania pyłu oferuje także szeroką paletę produktów do rozwiązania problemu związanego z zabrudzeniem dróg publicznych.



FRUTIGER Polska Sp. z o.o.
ul. Chemików 1, 32-600 Oświęcim
tel.: +48 33 445 81 56
e-mail: info@frutiger.pl

www.frutiger.pl
www.mobydick.com

Wozidło sztywnoramowe HD325-8



Wozidło sztywnoramowe Komatsu HD325-8 łączy w sobie zwiększoną moc silnika i układ kontroli trakcji Komatsu (KTCS, opcjonalnie) dla uzyskania większej wydajności. Charakteryzuje się ładownością wynoszącą 36,5 tony.

Bezpieczeństwo przede wszystkim

Maszyna posiada bezpieczny dostęp do kabiny, dzięki frontowym schodom o niskim kącie nachylenia, z poręczami oraz zabezpieczeniem antypoślizgowym. Maksymalna prędkość jazdy wozidła jest ograniczona, niezależnie od tego czy wozidło jest puste, czy załadowane.

Dodatkowo (opcjonalnie) posiada układ zapobiegający blokowaniu się kół (ABS) podczas korzystania z hamulca roboczego i spowalnicząca, co minimalizuje poślizg w trudnych warunkach.

Komfort najwyższej klasy

Szeroka kabina Komatsu SpaceCab™ z przyjaznymi dla użytkownika elementami sterującymi zapewnia wygodne i bezpieczne

środowisko pracy. W pełni regulowany fotel z zawieszeniem pneumatycznym tłumi drgania i zmniejsza zmęczenie podczas długich zmian. Duże przednie i elektryczne boczne szyby zapewniają lepszą widoczność i większą pewność.

Duży kolorowy monitor LCD

Maszyna wyposażona została w duży kolorowy monitor LCD, przyjazny dla użytkownika, który zapewnia bezpieczną, dokładną i płynną pracę. Jest on wielojęzyczny i zawiera wszystkie istotne informacje dostępne od zaraz, posiada proste i łatwe w obsłudze przełączniki i klawisze wielofunkcyjne, które zapewniają dostęp do wielu funkcji i informacji operacyjnych.

Łatwa konserwacja

W opisywanym wozidle firmy Komatsu dostęp do skrzyni akumulatora i jego odłącznika jest praktycznie z poziomu podłoża – dla łatwej i bezpiecznej codziennej kontroli i prac serwisowych. Równie dostępne są punkty smarowania oraz scentralizowane filtry, co ułatwia codzienną konserwację maszyny.

Licznik załadunku (PLM)

Licznik załadunku (PLM) zarządza ładunkiem każdego cyklu przewożenia i analizuje wielkość produkcji oraz warunki pracy wozidła przez określony czas. Masa załadunku wyświetlana jest w czasie rzeczywistym, zarówno na monitorze w kabinie, jak i na zewnętrznych lampach wyświetlacza

Mały promień skrętu

Przednie zawieszenie typu MacPhersona posiada specjalną ramę między każdym kołem, a ramą główną. Większa przestrzeń między przednimi kołami i ramą główną zwiększa kąt obrotu kół. Im większy kąt obrotu, tym mniejszy promień skrętu pojazdu.

Automatyczna kontrola prędkości (ARSC)

Automatyczna kontrola prędkości pozwala na łatwe ustawienie stałej prędkości zjazdu ze wzniesienia i umożliwia operatorowi skoncentrowanie się na prowadzeniu wozidła. Prędkość może być ustawiona odpowiednio do kąta nachylenia drogi z dokładnością do 1 km/h poprzez naciśnięcie przycisku na dźwigni sterowania (maksymalnie ± 5 km/h).



Parametry techniczne:

Moc silnika	386/518 kW/HP
Pojemność załadowcza	24 m ³ SAE
Maksymalna prędkość	68 km/h
Maksymalna ładowność	36,5 t.

www.komatsupoland.pl

Betonomieszarki od Renault Trucks

Ciężarówka z mieszalnikiem cementu nie jest podobna do żadnej innej ciężarówki. Jest ona traktowana jak maszyna i zarazem środek transportu. Aby była opłacalna, musi przewieźć jak najwięcej betonu. Aby to osiągnąć, musi być jak najłżejsza. Dlatego Renault Trucks wykorzystuje podwozie z gamy C, na którym można zamontować dowolną betonomieszarkę i uzyskać maksymalną ładowność. Dzięki Renault Trucks C XLOAD, Renault Trucks oferuje najłżejszą na rynku betonomieszarkę 8x4 z podwójnym tylnym kołem (z certyfikatem UTAC). Jest to wyjątkowo lekkie podwozie, do którego można dodać betonomieszarkę o pojemności 7,5 do 8 m³. Dzięki temu, że w każdym kursie można zmieścić więcej cementu, można zwiększyć liczbę dziennych kursów lub liczbę budów, na które dostarczany jest cement, a tym samym obniżyć koszty i zwiększyć rentowność.

Podwozie w modelach C Renault Trucks może być wyposażone w specjalny osprzęt, zgodnie z zaleceniami producentów zabudów:

- w przypadku beczek pompujących, można pozostawić miejsce na żuraw;
- tylne silniki o dużej mocy do pompy do betonu;
- przestrzenie magazynowe zaprojektowane w celu optymalnego rozłożenia obciążenia.

Przed opuszczeniem fabryki, samochody ciężarowe przechodzą kontrolę jakości, aby zapewnić swoim użytkownikom solidność i niezawodność. Modele Renault Trucks C mają wiele zalet, dzięki którym kierowcy



mogą wjechać na wszystkie place budowy, nawet te najtrudniej dostępne.

Parametry techniczne:

- kąt natarcia 24°;
- prześwit pod zbiornikiem do 440 mm;
- mały promień skrętu;
- optidriver Xtended – skrzynia biegów z dwoma wolnymi biegami i trybem off-road, ułatwiającym jazdę z ciężkim ładunkiem i po nierównym terenie.

www.renault-trucks.pl

Duże koparki gąsienicowe Volvo EC950F

Koparka Volvo EC950F przeznaczona jest do pracy w najtrudniejszych warunkach. W celu zwiększenia produktywności i efektywności wykorzystuje ona zaawansowane rozwiązania techniczne. To duża i potężna maszyna do ciężkich prac, która pozwala osiągać maksymalną rentowność w każdym terenie: kamieniołomach, kopalniach odkrywkowych i wszelkich innych miejscach. Ta 90-tonowa koparka wyróżnia się dużą pojemnością łyżki. Dzięki niej zapewnia większą wydajność – odzwierciedlaną w liczbie ton na godzinę – pozwalając pracować szybko i efektywnie. Łyżki są idealnie dopasowane do maszyny, tak by umożliwiać uzyskanie najlepszych wyników w każdych warunkach. W ofercie producenta można znaleźć zarówno łyżki ogólnego zastosowania, jak i łyżki do ciężkich i ekstremalnie ciężkich warunków eksploatacji. Natomiast w przypadku zadań specjalnych oferowany jest osprzęt wykonywany na zamówienie.



Koparkę EC950F wyposażono w potężny silnik Volvo D16 o mocy 450 kW, zapewniający wysoki moment obrotowy przy niskiej prędkości obrotowej. Maszyna wykorzystuje zaawansowane, zbudowane w oparciu o wieloletnie doświadczenie rozwiązania techniczne, które pomagają osiągać wysoką produktywność pracy.



Z kolei aby zapewnić operatorom wygodę obsługi, wszystkie elementy interfejsu maszyny – dźwignie sterownicze, klawiatura i monitor LCD – zostały zaprojektowane ergonomicznie i rozmieszczone w sposób maksymalnie zwiększający kontrolę. Dodatkowo komfort i jakość pracy operatora zwiększa wyciszona i przestronna kabina.

Parametry techniczne:

Masa robocza	91 275–94 810 kg
Moc brutto	449 kW
...przy prędkości obrotowej silnika	1 650 obr./min
Pojemność łyżki	3,9–7 m ³
Udźwig wzdłuż podwozia	34 900 kg
...przy zasięgu/wysokości	6 / 1,5 m
Maksymalny zasięg kopania	12 270 mm
C. Maksymalna głębokość kopania	7 120 mm
Siła wyrywająca, SAE J1179 (praca normalna)	424 kN
Siła odspajania, SAE J1179 (praca normalna)	408 kN
Szerokość całkowita w stopach i calach	4 467 mm
Tylny promień obrotu	4 700 mm

www.volvoce.com

powder&bulk
MATERIAŁY SYPKIE I MASOWE

Zasypujemy informacjami!

Zapraszamy na naszą stronę: www.powderandbulk.com.pl

Uszczelniona skrzynia do transportu mokrej ziemi

Flotę firmy transportowej EURO-TRANS uzupełniły ostatnio 2 wywrotki z zabudowami W1CE o zwiększonej objętości i szczelności. EURO-TRANS jest liderem zintegrowanych rozwiązań transportowych dla branży budowlanej w Polsce. Firma specjalizuje się w transporcie kruszyw, cementu i betonu oraz świadczy usługi wynajmu pomp do betonu, koparek do rozładunku wagonów kolejowych oraz ładowarek kołowych do załadunku kruszyw. Kompleksowy transport ładunków realizowany jest dzięki wysokotonażowym wywrotkom oraz nowoczesnym ciągnikom siodłowym z naczepami samowyladowczymi.

Zabudowa W1CE o objętości 24 m³ to klasyczna skrzynia o prostokątnym przekroju z wysokowytrzymałej stali HARDOX 450. Charakterystyczne pochylenie przedniej burty, po której materiał lekko się ześlizguje, minimalizuje przyleganie lepkiego materiału przy wyladunku. Odpowiednio wyprofilowane naroża zapobiegają przyklejaniu się ładunku. Gumowa uszczelka i specjalne śruby dociskające burtę tylną blokują wyciek mokrego ładunku i ograniczają tym samym brudzenie nawierzchni drogowej, minimalizując ryzyko ewentualnych kar. Zapobieganie zanieczyszczaniu dróg publicznych ma szczególne znaczenie,



jeśli pojazd porusza się w obszarze miejskim. Przy tak wysokich burtach, firma EURO-TRANS zdecydowała się na wygodny, zwijany ręcznie z poziomu ziemi system planekowy Cramaro. Opisane wywrotki dostarczyła firma KH-KIPPER

www.kh-kipper.pl

Ładowarka kołowa KMM 656H Plus

Jest to maszyna o maksymalnym udźwigu ponad 6000 kg. Duża kabina zapewnia dobrą widoczność we wszystkich kierunkach, a ergonomicznie rozmieszczone dźwignie i przyciski zwiększają komfort i wydajność pracy operatora. Dobre wyciszenie kabiny, amortyzowany fotel operatora, system audio, schowki stwarzają komfortowe warunki pracy.

Model KMM 656H Plus to jeden z flagowych modeli marki. Maszyna produkowana jest w nowej fabryce KMM, której budowa pochłonęła ponad 800 mln USD i która należy do najnowocześniejszych fabryk maszyn budowlanych na świecie. Producent, chcąc konkurować ze znanymi zachodnimi markami, znacznie zaostrzył normy jakościowe i podwoił liczbę załogi odpowiedzialnej za kontrolę jakości na wszystkich etapach produkcji. Do budowy maszyn z serii 6 i serii 8 używane są podzespoły z najwyższej półki, od takich dostawców jak: Continental, Eaton, Hansa, Rexroth, SKL itp. Hydrokinetyczny układ napędowy z planetarną przekładnią rozdzielczą potrafi przenieść trzykrotnie większy moment obrotowy od rozwiązań oferowanych przez często ponad dwukrotnie droższą konkurencję.

Wposażenie standardowe:

- sterowanie za pomocą joysticka;
- układ automatycznego podnoszenia;
- łyżka uniwersalna;
- szybkozłącze do wymiany osprzętu;
- przednie wyjścia hydrauliczne hi-flow;
- układ centralnego smarowania firmy SKF;
- dodatkowy mokry filtr silnika, umożliwiający pracę w dużym zapyleniu;
- nowy typ zamkniętej ogrzewanej i klimatyzowanej kabiny ROPS/FOPS;
- układ hydrauliki roboczej o zwiększonej wydajności;
- wzmocnione mosty z reduktorami w piastach;
- układy chłodzenia o zwiększonej wydajności (silnika, jazdy, hydrauliki roboczej);
- hamulce tarczowe na wszystkich kołach;
- hamulec postojowy sterowany pneumatycznie;
- wzmocnione opony przemysłowe;
- bezobsługowe akumulatory;
- wyjście do pompowania kół;
- kamera cofania;
- ogrzewana i klimatyzowana kabina.

Istnieje możliwość konfiguracji maszyny według potrzeb klienta.

Wszystkie maszyny wyposażone są w fotele operatora z regulacją tłumienia, odtwarzacze MP3 (porty USB, SD), dwa głośniki oraz dodatkowy wentylator w kabinie. Ponadto do każdej maszyny dostępny jest bardzo duży asortyment osprzętu, jak np.: wszelkiego rodzaju chwytaki, zamiatarki, wycinaki, łyżki 4w1 typu krokodyl, plugi do śniegu itp.,



Parametry techniczne:

		656H Plus
Wymiary zewnętrzne	Długość [mm]	8685
	Szerokość [mm]	3024
	Wysokość [mm]	3480
Promień zawracania [mm]		7079
Masa własna [kg]		18070
Udźwig [kg]		6000
Wysokość podnoszenia [m]		4,1
Rodzaj paliwa		diesel
Liczba cylindrów		6
Moc silnika [KM]		220
Pojemność standardowej łyżki [m ³]		3,2-4
Rodzaj napędu		hydrokinetyczny
Prędkość przejazdu [km/h]		39
Wydajność hydrauliki roboczej [l/min]		160
Standardowe ogumienie		23.5-25
Zewnętrzne wyjścia hydrauliczne		TAK
Szybki zaczep do wymiany osprzętu		TAK
Dodatkowe oświetlenie robocze		TAK
Konstrukcja ramy		przegubowa
Kabina		zamknięta, ogrzewana i klimatyzowana

www.kmm.info.pl

PRENUMERATA 2022

Cena prenumeraty rocznej, 8 wydań
(7 numerowanych i katalog na Targi SyMas)
– koszt **90 złotych** (+8% VAT)

Prenumeratę można zamówić poprzez:
wypełnienie poniższego formularza
i przesłanie go na adres:
prenumerata@powderandbulk.com.pl



Zamów prenumeratę!
Tylko ona daje gwarancję
regularnego otrzymywania czasopisma.

FORMULARZ ZAMÓWIENIA PRENUMERATY

powder&bulk
MATERIAŁY SYPKIE I MASOWE

Zamawiam prenumeratę czasopisma
„Powder & Bulk – Materiały Sypkie i Masowe”:
roczną, na 8 kolejnych wydań, w cenie 90 zł netto

PRENUMERATĘ CHCĘ ROZPOCZAĆ OD NASTĘPNEGO NUMERU
(4/2022)

Złożenie zamówienia jest równoznaczne ze zgodą na przechowywanie i przetwarzanie przez redakcję P&B danych osobowych zawartych w zamówieniu (dla potrzeb niezbędnych do realizacji usługi wysyłki) zgodnie z obowiązującymi przepisami ustawy z dn. 29 sierpnia 1997 r. o ochronie danych osobowych (Dz. U. nr 133, poz. 883), która gwarantuje prawo wglądu do własnych danych oraz ich usunięcia. Dane te będą przechowywane w sposób uniemożliwiający dostęp osobom niepowołanym.

Dane zamawiającego/wypełniającego ankietę

Nazwa firmy:

Adres:

NIP:

Imię i nazwisko zamawiającego:

tel.: faks:

e-mail:

Czasopismo proszę przesłać na adres (należy wypełnić, jeżeli adres wysyłkowy różni się od adresu wskazanego powyżej)

.....

.....

○ Wyrażam zgodę na otrzymywanie informacji handlowych w rozumieniu ustawy z 18 lipca 2002 r. o świadczeniu usług drogą elektroniczną (Dz.U. nr 144, poz. 1204 z późn. zm.)

Miejscowość i data: Podpis:

JUŻ W MAJU KOLEJNY NUMER

powder&bulk
MATERIAŁY SYPKIE I MASOWE

GŁÓWNY TEMAT WYDANIA 4/2022:

- URZĄDZENIA I SYSTEMY WĄŻĄCE
ORAZ SYSTEMY WĄŻĄCO-DOZUJĄCE
- MŁYNY I PROCESY MIELENIA

PONADTO W NUMERZE:

- Przetwórstwo i recykling tworzyw sztucznych;
- Produkty z tworzyw sztucznych;
- Kompozyty i materiały kompozytowe - nowości w branży;
- Innowacyjne technologie dla branży materiałów sypkich;
- Technologie informatyczne dla branży materiałów sypkich



10.05.2022 – zgłaszanie reklam
17.05.2022 – nadsyłanie gotowych materiałów reklamowych
24.05.2022 – ukazanie się numeru

SKORZYSTAJ Z REKLAMY W INTERNECIE!

powder&bulk
MATERIAŁY SYPKIE I MASOWE

**Szeroka oferta
banerów
i newsletterów!**



KONTAKT:

redakcja@powderandbulk.com.pl

tel. 32 262 76 22, 510 485 880

NR	ZAMKNIĘCIE /UKAZANIE SIĘ	TEMATY STAŁE	DODATKI TEMATYCZNE	TEMATY GŁÓWNE
1	25.01.2022 / 01.02.2022	TECHNIKA I TECHNOLOGIA: • maszyny i urządzenia do wytwarzania i przerobu materiałów sypkich (kruszywa, kopaliny, wapno, cement, żwiry, piaski, sypkie produkty rolno-spożywcze, chemiczne, farmaceutyczne, tworzywa sztuczne itp.) • mielenie, rozdrabnianie, granulowanie • suszenie • automatyka • napędy, sterowanie • aparatura kontrolno-pomiarowa	• Filtracja, odpylanie, odkurzanie • Środki ochrony indywidualnej, ATEX • BHP i ppoż. • Bezpieczeństwo sanitarne	• Przemysł rolno-spożywczy (maszyny, urządzenia, rozwiązania dla branży) • Recykling i utylizacja • Gospodarka odpadami • Finansowanie inwestycji i maszyn dla branży (kredyty, leasing itp.)
2	04.03.2022 / 11.03.2022		• Automatyka i pomiary: – aparatura kontrolna – aparatura pomiarowa – czujniki • Hydraulika i pneumatyka • Napędy • Sterowanie • Separatory	• Transport pneumatyczny • Opakowania i sprzęt opakowaniowy dla branży • Sprzęt i badania laboratoryjne • Przemysł chemiczny i farmaceutyczny • Ceramika i metalurgia proszków • Recykling, utylizacja, separacja (urządzenia i rozwiązania) • Bezpieczeństwo sanitarne w zakładach produkcyjnych
3	06.04.2022 / 13.04.2022	TRANSPORT, LOGISTYKA I MAGAZYNOWANIE: • silosy, magazyny, terminale • urządzenia i technologie transportowe • ważenie, dozowanie, pakowanie	• Sita, przesiewacze, • Rozdrabnianie, • Kruszenie, • Granulowanie	• Sprzęt i pojazdy specjalistyczne • Rozwiązania w przemyśle cementowo-wapienniczym – maszyny i urządzenia dla branży, transport • Badania kruszyw • Urządzenia i rozwiązania dla branży kruszyw • Oleje, smary, płyny technologiczne do maszyn drogowo-budowlanych
4	17.05.2022 / 24.05.2022	GOSPODARKA: raporty branżowe wywiady i rozmowy z przedstawicielami instytucji branżowych statystyki, analizy imprezy i wydarzenia branżowe (targi, wystawy, seminaria, kongresy)	• Młyny i procesy mielenia • Urządzenia i systemy ważące i systemy ważąco-dozujące	• Przetwórstwo i recykling tworzyw sztucznych • Produkty z tworzyw sztucznych • Kompozyty i materiały kompozytowe - nowości w branży • Innowacyjne technologie dla branży materiałów sypkich • Technologie informatyczne dla branży materiałów sypkich
5	21.06.2022 / 28.06.2022	BEZPIECZEŃSTWO PRACY: ochrona dróg oddechowych (maski, półmaski) ochrona pracowników (odzież ochronna) zabezpieczenia przeciw-wybuchowe ATEX filtracja, wentylacja, odpylanie	• Zabezpieczenia przeciwwybuchowe ATEX • Urządzenia pracujące w strefach ATEX • Utrzymanie ruchu w branży materiałów sypkich • Szkolenia specjalistów	• Surowce energetyczne i nowoczesne technologie w branży • Górnictwo podziemne i odkrywkowe (rozwiązania, technologie, maszyny) • Części zamienne do maszyn i urządzeń w branży materiałów sypkich • ATEX - przepisy, rozporządzenia, regulacje prawne, certyfikaty • Smary i płyny hydrauliczne do maszyn i urządzeń w branży materiałów sypkich • Biomasa - produkcja, zastosowanie
6	30.08.2022 / 06.09.2022	UTRZYMANIE RUCHU: oleje, smary, chłodziwa i płyny hydrauliczne do maszyn i urządzeń dla branży materiałów sypkich części zamienne oznakowanie maszyn i urządzeń	• Logistyka i magazynowanie materiałów sypkich (silosy, magazyny, big bagi, opakowania specjalne)	• Rozwiązania dla sypkich produktów spożywczych i rolniczych – suszenie (suszarnie) – pakowanie (urządzenia pakujące i opakowania, big bagi itp.) – ważenie i dozowanie • Pasze, nawozy, granulaty • Rozwiązania dla przemysłu spożywczego • Recykling odpadów • Zagospodarowanie odpadów i ups (technologie i urządzenia)
wydanie specjalne	10.10.2022 / 17.10.2022	OCHRONA ŚRODOWISKA: recykling i utylizacja odpadów (maszyny, urządzenia, technologie) produkcja i wykorzystanie biomasy zagospodarowanie ubocznych produktów spalania	Katalog produktów i usług dla branży materiałów sypkich	
7	01.12.2022 / 08.12.2022	INFORMATYZACJA: oprogramowanie i systemy informatyczne w branży materiałów sypkich	• Transport materiałów sypkich (urządzenia, linie, instalacje)	• Podsumowanie roku w branży materiałów sypkich - realizacje i osiągnięcia firm z branży • Maszyny i urządzenia przerobcze dla budownictwa i branży kruszyw • Elementy, części zamienne oraz serwisowanie przenośników (m.in. taśmowych) • Pojazdy i sprzęt specjalistyczny - maszyny budowlane

13. Międzynarodowe Targi Obróbki, Magazynowania i Transportu Materiałów Sypkich i Masowych
13. Międzynarodowe Targi Utrzymania Ruchu, Planowania i Optymalizacji Produkcji

SYMAS[®]

MAINTENANCE


Targi
w Krakowie


KRAKOW

Konferencje:

Jesienna Szkoła Utrzymania Ruchu

Nowoczesne Technologie w Branży
Materiałów Sypkich

19-20 października 2022, Kraków

DOWIEDZ SIĘ WIĘCEJ

symt@targi.krakow.pl
www.symas.krakow.pl