

TEMAT NUMERU:
RYNEK KRUSZYW,
WAPNO, CEMENT –
ROZWIĄZANIA DLA BRANŻ
strony 14-51

Rynek kruszyw w Polsce i Europie – s. 22

Wydobycie i produkcja drobnych frakcji
kruszyw żwirowo-piaskowych – s. 27

Budowlane materiały wiążące. Wapno i cement – s. 42

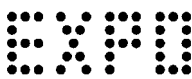
SYMAS[®]

12. Międzynarodowe Targi Obróbki, Magazynowania
i Transportu Materiałów Sypkich i Masowych

www.symas.krakow.pl

14-15
października
2020
Kraków
Poland




**Targi
w Krakowie**

KRAKOW

MAINTENANCE

12. Międzynarodowe Targi Utrzymania Ruchu,
Planowania i Optymalizacji Produkcji

www.mtc.krakow.pl

ufi
Member



Polska Izba
Przemysłu
Targowego

10 Targi
z technologią



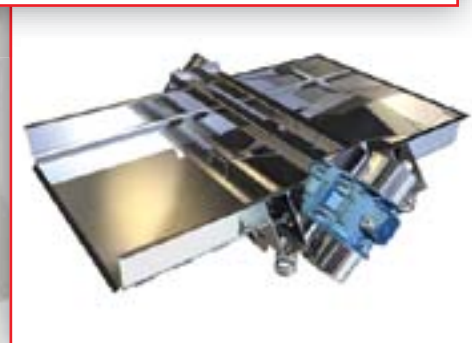
Drodzy Czytelnicy!

Sezon wiosenny w przemyśle i budownictwie to zawsze okres wzmożonej pracy, zwiększenia liczby zamówień, rozwoju i planowania. W tym roku jest zupełnie inaczej – większości sektorów przyszło się z zmierzyć z nagłym przestojem. Szczególnie dotkliwie odczuwają to przedsiębiorcy, którzy organizują targi, a także sami wystawcy. Wiele imprez zostało przełożonych i długo jeszcze poczekamy na okazję bezpośredniego przedstawienia naszych ofert oraz targowych spotkań z potencjalnymi kontrahentami. W obecnej sytuacji, kiedy tak wiele firm zmaga się z utrudnionym lub – w niektórych przypadkach – nawet zupełnie niemożliwym kontaktem osobistym z odbiorcami swoich produktów i usług, niezwykle ważnym narzędziem komunikacji staje się Internet. To on daje możliwość przedstawienia nowości produktowych czy odpowiedniego zaznaczenia swojej obecności na rynku. Właśnie dlatego w ostatnich tygodniach – po raz pierwszy od początku istnienia *Powder & Bulk* – udostępniamy za pośrednictwem strony internetowej www.powderandbulk.com.pl pełną wersję naszego czasopisma. Równolegle wydania te jako egzemplarze drukowane docierają za pośrednictwem poczty do stałych prenumeratorów oraz firm związanych z produkcją materiałów sypkich. Dzięki tej dwutorowej dystrybucji możemy mimo aktualnych utrudnień na bieżąco dotrzeć do szerokiego grona odbiorców, co jest istotne również z punktu widzenia naszych Reklamodawców. Przyglądając się trudnym warunkom, w jakich dzisiaj funkcjonuje gospodarka, widzimy wyraźnie, że portale branżowe oraz prasa specjalistyczna są nadal niezwykle cennym narzędziem komunikacji w biznesie. Biorąc powyższe pod uwagę, zachęcamy Państwa do współpracy z naszą redakcją i skorzystania z różnych opcji prezentacji na łamach *Powder & Bulk*.

Gorąco zachęcam do lektury aktualnego numeru naszego czasopisma. Sporo miejsca poświęciliśmy w nim rozwiązaniom dla branży kruszyw i przemysłu cementowo-wapienniczego. Wszystkich działających w tej branży zainteresuje niewątpliwie tekst naszego redakcyjnego kolegi dr. inż. Marcina Bieńkowskiego prezentujący i podsumowujący branżę kruszyw w Europie i w Polsce. Publikujemy go na s. 22. Inne teksty dotyczą m.in. łożysk do pojazdów specjalistycznych, przeglądu dostępnych na rynku sit i przesiewaczy do kruszyw czy klasyfikacji kruszyw żwirowo-piaskowych. To oczywiście nie wszystkie przygotowane przez nas w tym wydaniu materiały. Każdy z Państwa z pewnością znajdzie coś interesującego dla siebie.

Redakcja *Powder & Bulk*

PODAJNIKI I PRZESIEWACZE WIBRACYJNE



INWET
ROK ZAŁ. 1989

Przedsiębiorstwo Wdrażania Innowacji
Spółka Akcyjna

Nasza oferta obejmuje również:

- PULSATORY PNEUMATYCZNE
- WIBRATORY PRZEMYSŁOWE
- SYSTEMY AERACYJNE
- CZYSZCZENIE ZBIORNIKÓW

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



12

Podstawowym czynnikiem wpływającym na prawidłowe funkcjonowanie przedsiębiorstwa, niezależnie od jego wielkości i branży, jest kapitał. To właśnie on jest nieodzownym zasobem w fazie uruchamiania przedsiębiorstwa, na etapie prowadzenia bieżącej działalności, przy podejmowaniu przedsięwzięć rozwojowych, czyli inwestycji. W artykule opisujemy oferowane, dostępne na rynku formy finansowania inwestycji.



14

Ludzie od stuleci hołdują olimpijskiej zasadzie „citius, altius, fortius” (szybciej, wyżej, silniej), stawiając przed sobą coraz to trudniejsze wyzwania. Dotyczy to jednak nie tylko ludzi: cały przemysł od dziesięcioleci musi zmagać się z wyzwaniami związanymi z konkurencją i środowiskiem, a o jego kierunku rozwoju decydują w głównej mierze czynniki ekonomiczne. Przekładając to na branżę łożyskową, głównymi celami stawianymi przy produkcji łożysk jest uzyskiwanie coraz to wyższych prędkości roboczych, przenoszenia obciążeń i niezawodności pracy.

16

Przesiewanie to jeden z najczęściej stosowanych sposobów na rozdzielanie sypkich materiałów ziarnistych. Operacja przesiewania pozwala otrzymać frakcje o pożądanej granulacji, a także kontrolować wielkość cząstek materiału, który wykorzystywany będzie w dalszych procesach technologicznych. Elementem niezbędnym do przeprowadzenia procesu posiewania są oczywiście sita. Przyjrzyjmy się zatem, z jakiego typu sitami i związanymi z tym procesami możemy najczęściej mieć do czynienia.

52

Pył cukrowy, który jako związek organiczny może tworzyć atmosferę wybuchową, pojawia się na każdym etapie procesu przetwórczego w zakładach cukrowniczych. Jego właściwości wymagają nie tylko wysokiego standardu utrzymania czystości pomieszczeń, urządzeń i linii produkcyjnych, ale przede wszystkim zastosowania skutecznych zabezpieczeń przeciwwybuchowych i przeciwpożarowych. W nowoczesnej cukrowni proces odpylania powinien więc zostać uzupełniony o zintegrowaną, „szytą na miarę” instalację centralnego odkurzenia, której poświęcamy ten artykuł.

SPIS TREŚCI

PRODUKTY	5
WYDARZENIA I AKTUALNOŚCI	6-7
GOSPODARKA	
Jubileusz Konferencji <i>Kruszywa Mineralne. Surowce-Rynek-Technologie-Jakość</i>	8
Finansowanie środków produkcji w branży materiałów sypkich	12
TEMAT NUMERU: RYNEK KRUSZYW, WAPNO, CEMENT – ROZWIĄZANIA DLA BRANŻ	
Gość specjalny wśród łożysk: wielorzędowe zespoły łożysk stożkowych TS	14
Separacja materiałów sypkich i kruszyw	16
Rynek kruszyw w Polsce i Europie	22
Wydobycie i produkcja drobnych frakcji kruszyw żwirowo-piaskowych	27
Systemy technologii proszkowej w skali laboratoryjnej, pilotowej i przemysłowej	32
URZĄDZENIA I ROZWIĄZANIA – PRZEGLĄD RYNKU	34-40
Pomiary radiometryczne – wyższa dyspozycyjność instalacji w cementowniach	41
Budowlane materiały wiążące. Wapno i cement	42
Pompy marki Endeco również na rynku krajowym	51
Rozmowa z Janem Strychalskim, prezesem firmy Endeco Sp. z o.o.	
BEZPIECZEŃSTWO PRACY	
Specyfika procesów odpylania i wentylacji w cukrowniach, cz. 2	52
ROZMAITOŚCI	
Formularz prenumeraty	54
Zapowiedź następnego wydania	54

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:

Redakcja Powder & Bulk

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 przysyłanych do druku. Redakcja nie bierze odpowiedzialności za treść ogłoszeń.

Mobilny zestaw ratunkowy DENSORB Caddy Small

Sorbenty umożliwiają szybkie i skuteczne wchłanianie i usuwanie wycieków lub rozlanych cieczy. Produkty DENSORB firmy DENIOS pozwalają ograniczyć zagrożenia na stanowisku pracy lub szkody w środowisku – albo im zapobiec, o ile są szybko pod ręką. Wózek DENSORB Caddy Small to mobilny zestaw ratunkowy do użytku w zakładzie pracy, stworzony przez rynkowego lidera w dziedzinie ochrony środowiska i bhp.

Jest w całości wypełniony sorbentami, które czysto, pewnie i długofalowo zaspokoją codzienne zapotrzebowanie w magazynie, warsztacie, laboratorium czy na linii produkcyjnej. Przezroczyste drzwiczki zapewniają maksymalną widoczność wnętrza, co pozwala sprawdzić kompletność wyposażenia awaryjnego. Poręczna klamka umożliwia zamknięcie kłódką lub zaplombowanie dla ochrony zawartości przed dostępem osób nieupoważnionych. Stosowane w nim węże służą do otomowania wycieków i zapobiegania rozlewaniu się cieczy dalej. Specyficznym elemen-

uchwyt wózka optymalizuje zwrotność i może być pewnie ujęty również w rękawicach ochronnych. Wytrzymałe i oszczędzające podłogę kółka z pełnej gumy zapewniają łatwe i szybkie manewrowanie. Mobilny zestaw ratunkowy DENSORB Caddy Small dostępny jest w trzech wersjach wyposażenia: „Olej”, „Universal” i „Specjal”.

Sorbenty na każdą ewentualność

Włókniny chłonne DENSORB są silnym partnerem w walce z wyciekami. Do wyboru są trzy rodzaje materiałów DENSORB, o wspomnianych już wcześniej nazwach: „Olej”, „Universal” i „Specjal”. Są one idealnie dostosowane do rodzaju zbieranej cieczy. DENSORB „Olej” jest hydrofobowy i odznacza się zdolnością wchłaniania olejów, przy jednoczesnym odpychaniu wody. DENSORB „Olej” pływa nawet po nasyceniu! DENSORB „Universal” o wszechstronnym zastosowaniu wchłania prawie wszystkie ciecze, w tym te zawierające olej. Dzięki temu wariant ten szczególnie nadaje się do użytku na powierzchni wód. Z kolei DENSORB „Specjal” jest odporny na wiele agresywnych chemikaliów i dlatego wykorzystuje się go głównie w laboratoriach i przemyśle chemicznym.

Kto chciałby przetestować sorbenty DENSORB, ten może w sklepie internetowym firmy DENIOS zamówić bezpłatny zestaw próbek. DENIOS oferuje również szkolenia z usuwania wycieków.

www.denios.pl



Poręczny i dobrze wyposażony
Wózek sorbentów DENSORB Caddy Small to połączenie szafy i stojaka do odwijania.

tem jego zawartości jest rolka perforowanej włókniny chłonnej, od której można oderwać potrzebną ilość. Ergonomiczny

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



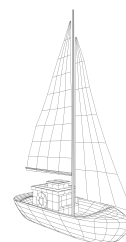
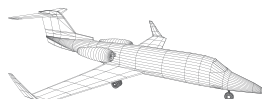
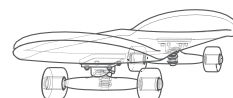
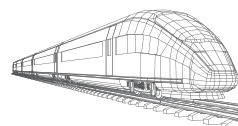
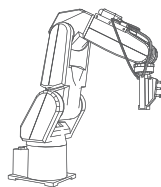
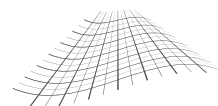
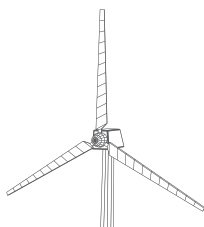
Z NIVELCO ...wiesz ile masz

biznes, kontakty, innowacje

11. Międzynarodowe Targi Materiałów, Technologii i Wyrobów Kompozytowych

kompozyt expo®

14-15.10.2020, Kraków



Organizator:



Jesteśmy członkiem:



Członek Polskiej
Izby Przemysłu
Targowego



kompozyt-expo.pl

KOMPOZYT-EXPO® z nową datą. Wspólnie z SYMAS® i MAINTENANCE

Bardzo dużym zmianom uległy kalendarze imprez targowych w całym kraju. Większość ośrodków targowych przeniosła swoje wydarzenia wiosenne na jesień. Biorąc pod uwagę zaistniałą sytuację, Targi w Krakowie Sp. z o.o. podjęły decyzję o przesunięciu terminu 11. Międzynarodowych Targów Materiałów, Technologii i Wyrobów Kompozytowych KOMPOZYT-EXPO® z dnia 6–7 października na 14–15 października 2020, tak aby odbywały się jednocześnie z 12. Targami Obróbki, Magazynowania i Transportu Materiałów Sypkich i Masowych SYMAS® i 12. Międzynarodowymi Targami Utrzymania Ruchu, Planowania i Optymalizacji Produkcji MAINTENANCE.



Międzynarodowe Targi Materiałów, Technologii i Wyrobów Kompozytowych KOMPOZYT-EXPO® są odpowiedzią na potrzeby stale rozwijającej się branży. Stabilny i dynamiczny wzrost budowany jest na zwiększającym się zapotrzebowaniu na produkty i półprodukty kompozytowe. Zeszłoroczna, jubileuszowa 10. edycja targów pokazała, że polski przemysł walczy o swój kawałek tortu wykrojony z globalnego rynku.

Z przeprowadzonych analiz i konsultacji wynika, że firmy z branży kompozytowej często szukają także rozwiązań dotyczących utrzymania ruchu, automatyzacji procesów produkcji i innowacji przemysłowych. Wdrożenie tych kluczowych zmian wymaga zaangażowania szeregu specjalistów. Dokładnie te tematy są podejmowane podczas targów SYMAS®/MAINTENANCE, które w tym roku będą organizowane już po raz dwunasty. Połączenie imprez targowych z różnych, ale jednocześnie przenikających się nawzajem gałęzi przemysłu, ułatwi wymianę doświadczeń pomiędzy firmami, umożliwi szybsze ustalenie warunków współpracy i podpisanie korzystnych umów handlowych. Organizatorzy głęboko wierzą, że wspólne działania zagwarantują efekt synergii, zarówno dla wystawców, jak i odwiedzających.

Organizatorzy zadbają także o solidną dawkę wiedzy branżowej, gdyż w ramach targów odbędą się m.in.: Międzynarodowy Kongres Kompozytowy (zorganizowany przez Polski Klaster Technologii Kompozytowych), konferencja Nowoczesne Technologie w Branży Materiałów Sypkich, konferencja Jesienna Szkoła Utrzymania Ruchu, bezpłatne warsztaty oraz prezentacje techniczne.

ABY POZNAĆ LEPIEJ POWYŻSZE WYDARZENIA, ZAPRASZAMY DO ODWIEDZENIA STRON INTERNETOWYCH:

- www.kompozyt-expo.pl
- www.symas.krakow.pl
- www.mtc.krakow.pl

ORGANIZATOR: Targi w Krakowie Sp. z o.o.
MIEJSCE TARGÓW: Międzynarodowe Centrum
Targowo-Kongresowe EXPO Kraków
DATA: 14–15 października 2020 r.

INŻYNIERIA MATERIAŁÓW SYPKICH www.wakro.com.pl

- suszarki bębnowe
- instalacje transportu pneumatycznego
- przenośniki mechaniczne
- silosy magazynowe
- systemy dozowania
- stacje big-bag
- mieszarki
- młynki 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

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 PNEMATYCZNEGO



PROORGANIKA Sp. z o.o.

ul. Topuszańska 95, 02-457 Warszawa
tel.: +48 22 12 34 435, fax: +48 22 12 34 437
proorganika@proorganika.com.pl
www.proorganika.com.pl

Jubileusz Konferencji *Kruszywa Mineralne. Surowce–Rynek–Technologie–Jakość*

W związku z 20-leciem Konferencji Kruszywa Mineralne poprosiliśmy o wypowiedź Mariolę Stefanicką, przewodniczącą Komitetu Organizacyjnego wszystkich dotychczasowych edycji tej ważnej dla branży kruszyw imprezy, a także uczestników i prelegentów: prof. Jerzego Malewskiego i prof. Wiesława Koziola.

ORGANIZATORZY

W tym roku mija 20 lat od zorganizowania pierwszej konferencji naukowo-technicznej *Kruszywa Mineralne. Surowce–Rynek–Technologie–Jakość*. Pomysłodawcą konferencji był Zarząd Oddziału Stowarzyszenia Inżynierów i Techników Górnictwa we Wrocławiu. Przy współpracy z Instytutem Górnictwa, a następnie Wydziałem Geoinżynierii, Górnictwa i Geologii zorganizowaliśmy łącznie dziewiętnaście konferencji *Kruszywa Mineralne*, a aktualnie trwają prace nad 20 edycją (pierwotny termin to 22-24.04.2020 r.). Osiągnięcia konferencji to również wynik ścisłej współpracy przy jej organizacji z Instytutem Mechanizacji Budownictwa i Górnictwa Skalnego w Warszawie oraz Polskim Związkiem Producentów Kruszyw.

Na forum konferencji realizujemy wspólny cel, którym jest wspieranie rozwoju oraz promocja nowoczesności i postępu technicznego górnictwa skalnego, branży najbardziej dynamicznie rozwijającej się wśród krajowych sektorów wydobywczych. Tematyka konferencji obejmuje szeroką problematykę zagadnień: prognozowania rynku surowców skalnych i bazy zasobowej, eksploatacji złóż i przeróbki, jakości kruszyw i kamienia budowlanego, bezpieczeństwa pracy i środowiska oraz aktualnych zagadnień formalno-prawnych. Idea i sposób organizacji sprawiły, że jest to obecnie najważniejsze coroczne spotkanie konferencyjne w branży kruszywowej w Polsce.

Pracami Komitetu Organizacyjnego Konferencji *Kruszywa Mineralne* od początku kieruje jego przewodnicząca Mariola Stefanicka. Stałymi członkami Komitetu Organizacyjnego są Marek Sikora i Dariusz Woźniak. Biuro Konferencji prowadzi Jadwiga Stępień.

UCZESTNICY

Konferencja *Kruszywa Mineralne* w ciągu 20 lat wypracowała sobie szczególną pozycję w środowisku branży kruszyw, stała się miejscem bezpośrednich spotkań wszystkich zainteresowanych tą branżą – producentów kruszyw, dostawców i usługodawców, przedstawicieli uczelni, jednostek naukowo-badawczych, urzędów administracji państwowej, terytorialnej oraz samorządowej. Corocznie w konferencji uczestniczy około 300 osób, stąd jest to okazja do wymiany doświadczeń,



FOT. 1

Tak było 20 lat temu – uczestnicy I Konferencji „Kruszywa Mineralne; Surowce, Rynek, Technologie, Jakość” – 18–20.04.2001 Polanica Zdrój, hotel Sana

zapoznania się z nowościami w branży, dyskusji o aktualnych problemach tego środowiska, a także poznania się czy też nawiązania współpracy biznesowej. Spotkania konferencyjne przebiegają w szczególnie ciepłej, przyjacielskiej atmosferze. Sprzyjała temu również klimatyczna aura miejsc jej organizacji w ośrodkach turystyczno-uzdrowiskowych Dolnego Śląska – kolejno w Polanicy-Zdroju (2001–2003), Szklarskiej Porębie (2004–2011) oraz Kudowie-Zdroju (2012–2020).

Dominującą grupą konferencyjną byli zawsze producenci kruszyw, to do nich jest ona adresowana. Liderem wśród uczestników konferencji, jest Przedsiębiorstwo Górniczo-Produkcyjne „BAZALT” S.A. w Wilkowie, z którego corocznie, przez dwadzieścia lat delegowano najliczniejszą reprezentację (łącznie ponad 90 osób). Wśród kolejnych przedsiębiorców, uczestniczących od pierwszych lat konferencji – o łącznej liczbie uczestników przekraczającej trzydzieści osób, należy wymienić:

- KOSD w Niemodlinie S.A.,
- Kopalnie Porfiru i Diabazu Sp. z o.o.,
- PSS „BAZALT-GRACZE” Sp. z o.o.,
- Kopalnia Wapienia „Czatkowice” sp. z o.o.,
- KSS w Bartnicy Sp. z o.o.,
- PW Kopalnia „Ogorzelec” Sp. z o.o.

Uczestniczą również regularnie przedstawiciele producentów kruszyw ze światowych

firm korporacyjnych, z których na szczególne wyróżnienie zasługują:

- Grupa Lafarge,
- COLAS Kruszywa Sp. z o.o.,
- EUROVIA Kruszywa (wcześniej Tarmak),
- CEMEX Polska Sp. z o.o.

Naszą konferencję odwiedziło łącznie prawie czterdzieści firm producentów kruszyw.

PUBLIKACJE KONFERENCYJNE

Istotnym dorobkiem Konferencji *Kruszywa Mineralne* są materiały konferencyjne oraz wygłaszane referaty. Wygłoszono ich łącznie ponad czterysta. Do 2013 roku artykuły konferencyjne publikowane były w odrębnych wydaniach *Prac Naukowych Instytutu Górnictwa Politechniki Wrocławskiej*, kolejno do 2013 roku w czasopiśmie Wydziału Geoinżynierii, Górnictwa i Geologii – *Mining Science Mineral Aggregates*, a od 2017 są to cztery tomy monografii pod nazwą *Kruszywa Mineralne*. Redaktorem naukowym wszystkich książkowych publikacji jest dr inż. Wojciech Glapa. Autorami artykułów byli przede wszystkim przedstawiciele środowisk naukowych. Najliczniej prezentowali wyniki swoich prac pracownicy uczelni i instytutów naukowo-badawczych: Akademii Górniczo-Hutniczej w Krakowie (23% wszystkich publikacji), Instytutu Mechanizacji Budownictwa i Górnictwa Skalnego w Warszawie (18%),



FOT. 2

Jak co roku komitet organizacyjny, w niezmiennym składzie, witał uczestników KM; 24–26.04.2018, Kudowa Zdrój, hotel Verde Montana

Instytutu Górnictwa i Wydziału Geoinżynierii, Górnictwa i Geologii Politechniki Wrocławskiej (17%). Liczne były także referaty autorów z: Politechniki Łódzkiej, Instytutu Gospodarki Surowcami Mineralnymi i Energią PAN, Instytutu Ceramiki i Materiałów Budowlanych w Krakowie, Poltegoru-Instytutu, Państwowego Instytutu Geologicznego, Instytutu Techniki Górniczej KOMAG, Instytutu Techniki Budowlanej, a także jednostek laboratoryjnych, szczególnie z sektora drogowego. Autorami artykułów byli również przedstawiciele przemysłu, organów nadzoru górniczego oraz administracji państwowej i terytorialnej.

Referaty obejmują szeroką problematykę zagadnień rynku kruszyw, surowców skalnych, technologii i jakości. W początkowym okresie tematyka konferencji koncentrowała się na zagadnieniach europejskiej normalizacji kruszyw oraz zakładowej kontroli produkcji, jako podstawy systemu ocen zgodności (publikacje IMBiGS). Z pewnością konferencja istotnie przyczyniła się do dobrego przygotowania polskich producentów do wdrożenia, obowiązujących w Unii Europejskiej, nowych zasad dopuszczania kruszyw do obrotu.

Po 2006 roku nastąpiło tematyczne zrównoważenie pomiędzy blokami programowymi sesji konferencyjnych – przybyło referatów

z zagadnieniami prognoz rozwoju rynków kruszyw, bazy surowcowej, nowości w przepisach prawnych (zwłaszcza prawa geologicznego i górniczego, zagospodarowania przestrzennego kraju i ochrony środowiska), badań jakości kruszyw, specyficznych receptur i zastosowań kruszyw oraz prezentowania nowości technologicznych, szczególnie w zakresie procesów przeróbki oraz techniki strzelniczej.

DEBATY ŚRODOWISKOWE

Obrady konferencyjne to również czas na spotkania branżowe i debaty środowiskowe. Stałym punktem konferencji były otwarte spotkania Polskiego Związku Producentów Kruszyw, których moderatorem był prezes Aleksander Kabziński. Corocznie przekazywał obszerne informacje o problemach i działaniach producentów oraz stanie i perspektywach rynkowych kruszyw. Na bardzo wysokim poziomie merytorycznym prowadzone były dyskusje wokół tematyki jakości na tle omawianych wyników prac Komisji ds. Jakości przy PZPK.

Kolejną rozwijaną formą spotkań konferencyjnych były panele dyskusyjne. Rozpoczęliśmy je w 2014 roku debatą na temat kształtowania kultury bezpieczeństwa w górnictwie skalnym. W 2015 roku, przy współudziale burmistrza Miasta Strzegomia, rozmawialiśmy na temat roli i wkładu górnictwa skalnego w zrównoważony rozwój regionu strzegomskiego oraz o tym, jak można i należy wspierać lokalną politykę surowcową. Tematyka szeroko rozumianego bezpieczeństwa HSE oraz uwarunkowania społeczno-środowiskowe to podstawowe kwestie wymagające szczególnej uwagi, zwłaszcza w procesie prowadzenia inwestycji rozwojowych w górnictwie.

POKAZY I WYCIECZKI TECHNICZNE

Organizatorzy konferencji dużą wagę przy-



FOT. 3

Aleksander Kabziński, Prezes Polskiego Związku Producentów Kruszyw – rozpoczął obrady, relacjonował i przybliżył problematykę branży kruszyw; 25–27.04.2012, Kudowa Zdrój, hotel Verde Montana

wiązywali zawsze do promowania dobrych praktyk oraz prezentowania nowych inwestycji i nowoczesnych technologii w górnictwie skalnym. Nawiązano bezpośrednią współpracę z przedsiębiorcami, a także dostawcami maszyn, organizując sesje warsztatowe i pokazy maszyn. Szczególnym zainteresowaniem cieszyły się konferencyjne wyjazdy terenowe do kopalń:

- Leśna – pokaz przerobczych systemów mobilnych METSO (2008),
- DSS Piława Górna – największa inwestycja górnictwa kruszyw realizowana od podstaw jako *greenfield* (2009),
- Księginki-Zaręba – organizacja produkcji i technologie ówczesnego największego producenta kruszyw bazaltowych (2010),
- rejonu Strzegomia – granitowe serce Polski – nowoczesne wydobywanie i obróbka granitów blocznych (2011),
- Tłumaczów – pokaz maszyn Caterpillar i urządzeń przerobczych Sandvik (2012),
- KSS Bartnica-Słupiec – technologie eksploatacji i produkcji kruszyw gabrowych (2013),



JERZY MALEWSKI, POLITECHNIKA WROCŁAWSKA



Dwadzieścia lat konferencji Kruzyw Mineralne to niewątpliwym sukces branży w jej dwóch głównych wymiarach: produkcji przemysłowej i usług (handel, projekty, ekspertyzy). Trzecim jej składnikiem jest nauka, ale występuje tu w roli dekoracji. Sfera produkcji i usług przenikają się mocno wspólnym interesem, gdzie nauka jest akceptowalna jako pożyteczny, bo bezstronny współuczestnik.

Dla przemysłu, który w większości został wraz ze złożami przejęty przez zagranicę, potrzeby naukowe realizowane są w kraju właściciela, a w kraju produkcji ma on do swoich doraźnych celów dyspozycyjnych i wyposażonych w niezbędne pieczętki ekspertów. Ale są też wyjątki, jak koncern Lafarge, który ma też prospołeczne ambicje i który chętnie współpracuje z sektorem naukowo-dydaktycznym.

Trzeba też zauważyć wyraźny wzrost jakości sektora usług, który prezentuje swoje projekty i rozwiązania dla przemysłu na dobrym poziomie naukowo-technicznym, zwłaszcza jeśli porównamy je do referatów niektórych uczonych. Ale tu znów nic nowego, bo jak mawiał Heraklit z Efezu, wszystko przechodzi w swe przeciwieństwo.

Przy okazji jubileuszu należy odnotować bardzo pozytywną rolę czasopism technicznych, które wypełniają ważną rolę informacyjną. Monografie konferencyjne znikają gdzieś w przestrzeni informacyjnej, natomiast magazyny branżowe są atrakcyjnie redagowane i docierają do szerszego grona odbiorców. Pełnią też rolę recenzenta, wybierając dla czytelników co ciekawsze treści konferencji. Ale i one muszą dobrze uważać, bo nie wszystko jest złotem, co się świeci.

Ogólnie biorąc, układ jest bardzo stabilny. Osadzenie przedsięwzięcia na platformie SITG jest trafnym rozwiązaniem. Organizator nie powinien jednak spoczywać na laurach, lecz wykazać pewną aktywność twórczą w podtrzymywaniu energii konferencji przez skierowanie części przychodów i wysiłku organizacyjnego na podniesienie jakości referatów, a także na własne analizy i oceny rynkowe branży we wszystkich jej wymiarach. Ta uwaga nabiera szczególnego znaczenia w czasie, kiedy zabrakło nam nieodżałowanego Aleksandra Kabzińskiego.



FOT. 4

Dr hab. Stefan Góralczyk – najaktywniejszy uczestnik KM, omawiał zagadnienia z zakresu normalizacji, regulacji rynkowych, dyrektyw unijnych i krajowych przepisów oraz badań kruszyw; 15–17.04.2009, Szklarska Poręba, hotel Las

- Radków – wydobywanie i obróbka piaskowca (2014),
- Wieśnica – zautomatyzowany, w pełni zhermetyzowany zakład produkcji kruszyw „granitowych” (inwestycja realizowana z zachowaniem najwyższych standardów bezpieczeństwa) (2015),
- Grochowa – gospodarka zasobami jedyne go eksploatowanego w kraju złoża magnezytów (2016),
- SKSM-Sobótka – innowacje w produkcji skaleni (2018),

- G.A.M. Kluczowa – nowa inwestycja *green-field* (2019),
- Kompania Górnicza – Kopalnia Piława Górna – powrót po 11-latach (2020).

WYSTAWCY – PREZENTACJE FIRM

W problematykę konferencji ściśle wpisowały się prezentacje firmowe oraz wystawy. Wystąpienia w czasie obrad konferencyjnych firm współpracujących z producentami kruszyw, przedstawiające osiągnięcia i oferty nowoczesnych rozwiązań technicznych i organizacyjnych, istotnie wzbogacały treści merytoryczne konferencji. Dostawcy i usługodawcy branży kruszyw stanowili bardzo widoczną grupę konferencyjną. Liczba stanowisk wystawowych urosła do ponad trzydziestu.

Wśród stałych uczestników – wystawców konferencji należy wymienić przedstawicieli:

- MAGOTTEAUX SAS – Francja,
- BIURO HANDLOWE RUDA Trading International – Katowice,
- STEINHAUS SiTech – Złotoryja,
- GRAUSCH i GRAUSCH Maszyny Budowlane Sp. z o.o.,
- METSO MINERALS (Poland) Sp. z o.o.



FOT. 5

Liczną grupę konferencyjną KM stanowili wystawcy, w ostatnim okresie było ich ponad trzydziestu (24–26.04.2018, Kudowa Zdrój, hotel Verde Montana)

Na szczególne wyróżnienie zasługują udział firm świadczących usługi z dziedziny robót wiertniczo-strzałowych i producentów środków strzałowych. Dzięki ich prezentacji, publikacji i wystaw, mogliśmy śledzić bieżący rozwój techniki strzałowej, który w naszym kraju osiągnął poziom światowy. Zawdzięczamy to firmom: Austin Powder Polska Sp. z o.o., MAXAM Polska Sp. z o.o., NITROERG Servis Sp. z o.o., SSE Polska Sp. z o.o., a wcześniej Blastexpol sp. z o.o., Dyno Nobel Poland sp. z o.o. oraz ORICA Poland sp. z o.o.

WIESŁAW KOZIOŁ, SIEĆ BADAWCZA ŁUKASIEWICZ – IMBiGS, AKADEMIA GÓRNICZO-HUTNICZA

20-lecie konferencji Kruszywa Mineralne przypada nam obchodzić w okresie kryzysu spowodowanego ogólnoswiatową chorobą COVID 19 i obawami o dalszy rozwój gospodarczy, w tym również budownictwa i kondycję branży kruszyw oraz innych surowców skalnych. Jak sobie przypominam, lata 2001 i 2002, kiedy organizowano pierwsze konferencje Kruszywa Mineralne, również nie były łatwe dla producentów kruszyw. Po okresie wzrostu (niewielkiego) zapotrzebowania na kruszywa w latach 1992–2000 i z dużymi nadziejami związanymi z przyjętym przez rząd programem budowy autostrad, w 2001 i 2002 roku nastąpiło zmniejszenie zapotrzebowania i produkcji kruszyw. W tym okresie łączna produkcja kruszyw mineralnych wyniosła poniżej 100 mln ton, w tym kruszyw łamanych – 25 do 29 mln ton, a żwirów i piasków – 73 do 67 mln ton. Jednak rok 2003 i następne, po przyjęciu Polski do UE, okazały się latami dynamicznego rozwoju, co miało wpływ na duży wzrost zapotrzebowania i produkcji kruszyw (w roku 2011 do ponad 330 mln ton). Po tym okresie nastąpił jednak trzyletni okres mniejszego zapotrzebowania i spadku produkcji kruszyw do ok. 210 mln ton. Od 2015 r. mamy następny okres wzrostu produkcji kruszyw (w 2018 r. – 283 mln ton) i pewno rok ubiegły był ostatnim rokiem dobrej koniunktury w tym cyklu. W okresie 20 lat nie tylko wzrosły zdolności produkcyjne kopalń kruszyw (około trzykrotnie), ale znacznie zmieniła się technika i technologia wydobywania i produkcji kruszyw. Dużej zmianie uległy sposoby urabiania skał za pomocą MW, poprzez powszechne wprowadzenie mechanicznych sposobów załadunku, nowych materiałów wybuchowych i systemów odpalania ładunków. W wydobywaniu spod wody piasków i żwirów zastosowano nowe, wydajniejsze urządzenia wydobywcze w postaci pogłębiarek ssących. Największe zmiany jednak zaszły w technologiach przeróbki kruszyw, w pewnym stopniu wymuszone nowymi wymaganiami jakościowymi kruszyw (normy europejskie), systemach zakładowej łączności i oprogramowania. Potwierdzeniem wzrostu roli kruszyw mineralnych w gospodarce krajowej jest udział wydobywania kruszyw w łącznym wydobywaniu kopalin stałych w Polsce, który w ciągu 20 lat wzrósł z 26,7 do 50,6%, a więc niemal podwoił się i obecnie prawie 2/3 wydobywanych kopalin stanowią surowce skalne.

Ważne i aktualne problemy branży kruszyw były przedmiotem referatów i publikacji w materiałach konferencyjnych, począwszy od pierwszej do ubiegłorocznej konferencji Kruszywa Mineralne. Tak się składa, że brałem udział w kilku pierwszych konferencjach, później niestety ze względów na brak czasu, miałem przerwę. Po wznowieniu udziału stwierdzam, że bardzo dobra organizacja, aktualna i ciekawa tematyka są nadal wizytówką tej konferencji. W ciągu 20 lat niemal nie zmienił się komitet organizacyjny konferencji (M. Stefanicka, M. Sikora, S. Góralczyk). Ubyły osoby, które niestety zmarły: J. Blumes, a ostatnio A. Kabziński. Stały i niezastąpiony jest redaktor naukowy materiałów konferencyjnych dr inż. Wojciech Glapa, dzięki któremu wydawane są one ciekawie i w bardzo starannej szacie graficznej. Również znaczna część autorów publikacji i prezentacji jest niemal stała. Do rekordzistów należy prof. Stefan Góralczyk z IMBiGS, który chyba nie opuścił żadnej konferencji, a na wielu konferencjach prezentował po kilka referatów i publikacji. Również inni pracownicy IMBiGS byli częstymi uczestnikami konferencji. Stałymi uczestnikami konferencji, poza organizatorami Politechniką Wrocławską i Oddziałem SITG Wrocław, są również przedstawiciele AGH, Instytutu Gospodarki Surowców Mineralnych i Energii, Poltegoru – Instytut, WUG i OUG, Politechniki Łódzkiej i wielu innych, w tym przedstawiciele górnictwa skalnego i branż współpracujących z kopalniami, którzy biorą również udział w konferencji poprzez prezentację na stoiskach wystawowych. O randze konferencji świadczy liczba uczestników, która w porównaniu do pierwszej konferencji uległa dużemu zwiększeniu: z ok. 100 do ponad 300. Z tych też m. in. względów zmianie ulegała lokalizacja konferencji: początkowo – Polanica Zdrój, później – Szklarska Poręba, a obecnie – Kudowa Zdrój.

Kończąc, życzę konferencji i organizatorom dalszych wielu lat, następnego jubileuszu na 50-lecie, nowych pomysłów i inicjatyw, ciekawych materiałów, dużej liczby uczestników i wielu przyjaciół.



FOT. 6

Jedna z wycieczek konferencyjnych KM – w Kopalni Melafiru Tłumaczów pokaz maszyn Caterpillar i urządzeń SANDVIK – XII KM; 26.04.2012

MEDIA PRASOWE

Wsparciem dla konferencji KM w zakresie przekazu informacyjnego o jej działalności były media prasowe. Stałą współpracę nawiązano z redakcją wydawnictw branżowych: *Surowce i Maszyny Budowlane*, *Kruszywa, Powder & Bulk* oraz *Transport Przemysłowy i Maszyny Robocze*.

Na łamach tych czasopism ukazywały się komunikaty o organizacji konferencji oraz wybrane artykuły konferencyjne, istotne i aktualne dla branży kruszyw.

PODSUMOWANIE

Od 2001 roku konferencja *Kruszywa Mineralne. Surowce–Rynek–Technologie–Jakość* jest miejscem spotkań branży. Tu rozpoczynał się i kończył sezon kruszyw, tutaj był czas na podsumowania i określania perspektyw, prezentowania dorobku naukowego, nowych rozwiązań technicznych, inwestycji, nowości prawnych, tendencji i wizji rozwoju dla branży.

Przez okres 20 lat organizatorów konferencji, producentów kruszyw, dostawców,

naukowców, przedstawicieli administracji rządowej, terenowej i samorządowej łączyły kruszywa i niech tak pozostanie przez wiele następnych lat...

Mariola Stefanicka

AUTORKA JEST PRZEWODNICZĄĄ KOMITETU ORGANIZACYJNEGO KONFERENCJI KRUSZYWA MINERALNE. SUROWCE-RYNEK-TECHNOLOGIE-JAKOŚĆ

PRZEDSTAWIONY POWYŻEJ MATERIAŁ JEST FRAGMENTEM WYDAWNICTWA JUBILEUSZOWEGO, KTÓRE OTRZYMAJĄ UCZESTNICY 20. KONFERENCJI KRUSZYWA MINERALNE.

Z UWAGI NA OBOWIĄZUJĄCE OGRANICZENIA I SYTUACJĘ EPIDEMICZNĄ ZMIANIE ULEGŁ TERMIN KONFERENCJI NA 23–25.09.2020 R.

XX Jubileuszowa Konferencja KRUSZYWA MINERALNE SUROWCE - RYNEK - TECHNOLOGIE - JAKOŚĆ

Kudowa Zdrój, 23–25 września 2020 r.

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 kruszyw



Finansowanie środków produkcji w branży materiałów sypkich

dr inż.
Marcin Bieńkowski

Podstawowym czynnikiem wpływającym na prawidłowe funkcjonowanie przedsiębiorstwa, niezależnie od jego wielkości i branży, jest kapitał. To właśnie on jest nieodzownym zasobem w fazie uruchamiania przedsiębiorstwa, na etapie prowadzenia bieżącej działalności, przy podejmowaniu przedsięwzięć rozwojowych, czyli inwestycji.

Ze względu na ograniczone zasoby własne przedsiębiorstwa pozyskiwanie środków finansowych na rozwój i zakup nowoczesnych środków produkcji jest jednym z kluczowych problemów przed jakim stoją menadżerowie zarządzający firmą.

Finansowanie inwestycji można podzielić na dwa obszary (patrz: RYS.1) – finansowanie własne (wewnętrzne i zewnętrzne) i to pochodzące spoza firmy. Każdą z tych grup dzieli się jeszcze na dodatkowe podgrupy. Jeżeli chodzi o kapitał własny, to przede wszystkim należy wspomnieć o majątku wprowadzanym przez właścicieli/wspólników do firmy, w tym o emisjach akcji. Drugim ważnym ogniwem są oczywiście zyski przedsiębiorstwa, które osiągnięte są ze sprzedaży produktów lub ze zbycia elementów trwałych majątku.

Z wielu badań wynika, że podstawowym źródłem finansowania, szczególnie małych firm, jest kapitał własny. Potwierdzają to wyniki z przeprowadzonego w 2019 r. badania CBM INDICATOR i Związku Banków Polskich – „Mikro, małe i średnie firmy o usługach finansowych – 2019”. Wynika z nich, że aż 89% firm, jeśli tylko może, wykorzystuje własne środki do prowadzenia inwestycji. Jest to oczywiście najbardziej komfortowa forma finansowania inwestycji, jednak należy zaznaczyć, że finansowanie zarówno bieżącej, jak i inwestycyjnej działalności z kapitału własnego może w pozytywnym oraz negatywnym zakresie wpływać na funkcjonowanie przedsiębiorstwa. Wadą, która w największym zakresie wpływa na ograniczenie możliwości inwestycyjnych przedsiębiorstw, jest poziom kapitału własnego będącego w ich dyspozycji. Często okazuje się on niewystarczający na zrealizowanie potrzeb inwestycyjnych.

Jeśli chodzi o zewnętrzne źródła finansowania inwestycji, to mamy tu do czynienia z bardziej złożonym podziałem. Przedsiębiorcom oferowane są kredyty i pożyczki, w tym bankowe oraz pozabankowe. Firmy mogą też skorzystać z dotacji, leasingu, faktoringu, mechanizmów emisji obligacji, mogą też uzyskać finansowanie w zamian za sprzedaż udziałów.

Sposoby finansowania inwestycji szereguje się ze względu na okres wykorzystywania kapitału, czyli na zobowiązania krótko- i długoterminowe. Jak widać na RYS. 1, większość

opisywanych metod pozyskiwania kapitału ma charakter zwrotny. Oznacza to, że trzeba będzie zwrócić zaciągnięte zobowiązania wraz z odsetkami, opłacić raty leasingowe itp. Warto więc rozejrzeć się za niezbędnymi do dokonania inwestycji funduszami, które po spełnieniu odpowiednich warunków są bezzwrotne (jak np. dotacje z Unii Europejskiej).

KREDYTY I POŻYCZKI

Najbardziej rozpowszechnionym źródłem kapitału obcego są kredyty bankowe. Jak wynika ze wspomnianego już badania CBM INDICATOR i Związku Banków Polskich, z tego typu finansowania skorzystało w 2019 r. 37% małych i 46% średnich firm. Niestety, w wypadku przedsiębiorstw, które dopiero co rozpoczęły swoją działalność, kredyt jest zazwyczaj poza ich zasięgiem. Większość dostępnych ofert finansowania inwestycji za pomocą kredytu przeznaczona jest dla firm, które działają minimum rok i muszą mieć pozytywną historię kredytową.

Należy jednak podkreślić, że wymagania banków nie są jedyną przeszkodą w pozyskaniu kapitału obcego. Jest nią również

mentalność samych przedsiębiorców. Kapitał obcy jest często traktowany przez właścicieli najmniejszych organizacji z niechęcią, co wynika z aspektów ekonomicznych. Finansowanie działalności inwestycyjnej kapitałem obcym zawsze pociąga za sobą określone koszty oraz aspekty socjologiczne – dla polskich przedsiębiorców maksymalny zakres suwerenności prawnej i ekonomicznej jest wartością samą w sobie [1].

Przedsiębiorcy mają do dyspozycji również pożyczki dla firm. Oferują je zarówno banki oraz podmioty pozabankowe. W przypadku tych pierwszych, podobnie jak przy kredycie, firma zazwyczaj musi funkcjonować minimum 6 lub 12 miesięcy, co ogranicza dostępność tego typu finansowania dla dopiero startujących biznesów. Pożyczkodawcy niebankowi oferują bardziej elastyczne warunki, dając możliwość uzyskania finansowania już na starcie prowadzenia działalności. Decydując się na tego typu formę pozyskania pieniędzy warto zapoznać się m.in. z doświadczeniem firmy na rynku [2].

Konsekwencją wysokich wymagań dotyczących form zabezpieczenia spłaty kredytu

KREDYT, A POŻYCZKA

Pojęcie kredytu oraz pożyczki często używa się zamiennie. Jednak umowy kredytu i pożyczki różnią się zasadami, podstawą prawną, a także tym, przez jakie podmioty mogą być udzielane. Umowę pożyczki regulują przepisy Kodeksu Cywilnego. Zgodnie z art. 720 dający pożyczkę zobowiązuje się przenieść na własność biorącego określoną ilość pieniędzy albo rzeczy oznaczonych tylko co do gatunku (np. paliwo, materiały budowlane), a biorący zobowiązuje się zwrócić tę samą ilość pieniędzy albo tę samą ilość rzeczy tego samego gatunku i tej samej jakości [3].

Pożyczki mogą udzielać zarówno osoby fizyczne, jak i osoby prawne, w tym banki. Nie ma tu znaczenia, czy osoba fizyczna zawiera umowę jako osoba prywatna, czy też w ramach prowadzonej przez siebie firmy. Co ważne, pożyczkobiorca nie musi określać celu, w jakim zaciąga pożyczkę, natomiast pożyczkodawca nie może kontrolować tego, na co przeznaczone są oddane przez niego do użytku środki. Zapis dotyczący celu może (ale nie musi) zostać podany w umowie. Od ustaleń stron umowy zależy to, czy pożyczka będzie przeznaczana odpłatnie, czy też nieodpłatnie [3].

W przypadku umowy kredytu odpowiednią ustawą jest Prawo Bankowe. Zgodnie z nim, za umowę kredytu uznaje się sytuację, gdy bank zobowiązuje się oddać do dyspozycji kredytobiorcy na czas oznaczony w umowie, określoną kwotę środków pieniężnych z przeznaczeniem na określony cel. Kredytobiorca zobowiązuje się natomiast do korzystania z niej na warunkach określonych w umowie, zwrotu kwoty wykorzystanego kredytu wraz z odsetkami w oznaczonych terminach spłaty oraz zapłaty prowizji od udzielonego kredytu.

Jak widać pożyczka i umowa kredytu to dwa zupełnie różne pojęcia. Ta pierwsza jest mniej sformalizowana i częściej używana w stosunkach prywatnych, natomiast ta druga – regulowana bardzo ściśle przez przepisy – wykorzystywana jest w ściśle określonych przypadkach [3].



RYS. 1

Źródła finansowania przedsiębiorstwa [1]

bankowego jest coraz częstsze poszukiwanie przez przedsiębiorców pozabankowych instrumentów finansowania działalności inwestycyjnej. Rosnące zainteresowanie alternatywnymi w stosunku do kredytu inwestycyjnego źródłami finansowania nakładów inwestycyjnych doprowadziło do szybkiego rozwoju pozabankowych instytucji finansujących.

LEASING

Jedną z najbardziej rozpowszechnionych w ostatnim czasie form finansowania inwestycji jest leasing. Jego istota sprowadza się do tego, że w zamian za prawo do korzystania ze środka trwałego (np. taśmociągu, maszyn do produkcji cementu, kruszarek, ładowarek czy np. koparek) leasingobiorca zobowiązany jest do odprowadzania cyklicznych opłat na rzecz leasingodawcy. Atrakcyjność leasingu wyraża się również w tym, że instytucje finansujące przejawiają bardzo dużą elastyczność w dostosowywaniu umów leasingowych do indywidualnych potrzeb przedsiębiorstwa – w praktyce jest to jedna z najkorzystniejszych form finansowania maszyn i urządzeń do produkcji, nie tylko samochodów.

Kwoty finansowania mogą być zróżnicowane i zaczynają się nawet od 1 tys. zł. Co ważne, leasing jest dostępny w niektórych sklepach online np. już od 2017 r. za pośrednictwem platformy *SimplyLease* – należącej do Siemens Financial Services. Ta forma finansowania daje również korzyści podatkowe, np. przy leasingu operacyjnym możliwe jest wliczenie całej raty w koszty prowadzenia działalności [2].

Leasing maszyn i urządzeń używanych w branży materiałów sypkich, podobnie jak maszyn budowlanych, jest jedną z popularniejszych metod pozyskiwania sprzętu niezbędnego do działalności danego przedsię-

biorstwa. Duże i średnie firmy sięgają zazwyczaj po nowe maszyny, a małe wybierają raczej sprzęt używany. Co ważne, umowy leasingowe są bardzo często zawierane wprost z producentem sprzętu, który albo finansuje zakup maszyn przez klienta, korzystając z własnego kapitału (zwykle za pośrednictwem spółki córki, zajmującej się finansami) lub ze środków banku, z którym ma podpisane stosowne umowy.

Obecnie standardem jest, że przedstawiciele handlowi nowych maszyn – czy to budowlanych, czy specjalistycznego sprzętu stosowanego w branży materiałów sypkich, w pakiecie z maszyną oferują też fabryczny leasing, najczęściej na bardzo konkurencyjnych warunkach. Sprzedawcy używanych maszyn polecają firmę leasingową, z którą mają podpisaną umowę. Trzeba tu jednak uważać, bo tak zawarta umowa może okazać się droga w obsłudze. Na zakup maszyn oferowany jest jeden z rodzajów leasingu – operacyjny, finansowy lub pożyczka leasingowa, a wymagana wpłata własna wynosi od 0 do 45% udzielonego wsparcia.

FAKTORING

Kolejną popularną metodą finansowania w branżach budowlanych, a co za tym idzie, materiałów sypkich, jest faktoring. Nie jest to jednak *sensu stricto* sposób zdobycia pieniędzy na inwestycje. Faktoring jest to bowiem usługa finansowa polegająca na wykupie przez firmę faktoringową (faktora) od przedsiębiorstwa (faktora) nieprzeterminowanych należności z tytułu sprzedaży towarów lub usług. Innymi słowy, przedsiębiorca „awanssem” sprzedaje swoje zyski lub przychody ze sprzedaży swoich usług lub produktów.

Najczęściej faktoring jest formą krótkoterminowego finansowania dla firm udzielających tzw. kredytów kupieckich, czyli stosują-

cych odroczone terminy płatności wobec swoich kontrahentów. Faktoring to usługa kompleksowa. Poza zapewnieniem szybkiego dostępu do gotówki faktoring to także pakiet dodatkowych usług, takich jak prowadzenie kont rozliczeniowych odbiorców, monitorowanie i egzekwowanie płatności oraz przejęcie ryzyka niewypłacalności odbiorcy. Oferty faktoringowe dedykowane są firmom, które zawierają z odbiorcami swoich produktów i usług długoterminowe kontrakty. Faktoranci powinni dynamicznie sprzedawać swoje produkty i jednocześnie mieć portfel wypłacalnych i stabilnych kontrahentów (dłużników).

DOTACJE I DOFINANSOWANIA

Firmy mogą również skorzystać z różnego rodzaju dofinansowań lub dotacji na rozwój bądź start przedsiębiorstwa. Wsparcie najczęściej pochodzi z instytucji państwowych, gminnych lub z programów Unii Europejskiej. Warto jednak pamiętać, że tego typu finansowanie może być wykorzystane jedynie na ściśle określone cele oraz – co może okazać się trudne do spełnienia – należy spełniać kilka lub kilkanaście wymogów.

Możliwość wykorzystania dotacji na sprzęt i urządzenia do rozwoju produkcji są ograniczone. Dodatkowo sama procedura jest bardzo czasochłonna, wymaga złożenia wielu dokumentów, spotkań i oczekiwania na decyzję. Sama dotacja może również nie wystarczyć na pokrycie wszystkich kosztów na starcie, dlatego warto połączyć tego typu wsparcie z korzystnym finansowaniem zewnętrznym [2].

LITERATURA

- [1] Chęciński S., *Źródła finansowania inwestycji w polskich przedsiębiorstwach*, Zeszyty Naukowe Uniwersytetu Szczecińskiego nr 855, Finanse, Rynki Finansowe, Ubezpieczenia nr 74, t. 1 (2015)
- [2] Materiały reklamowe Siemens Financial Services
- [3] Portal Poradnik Przedsiębiorcy – poradnikprzedsiębiorcy.pl

Gość specjalny wśród łożysk: wielorzędowe zespoły łożysk stożkowych TS

Florin Constantin

Ludzie od stuleci hołdują olimpijskiej zasadzie „citius, altius, fortius” (szybciej, wyżej, silniej), stawiając przed sobą coraz to trudniejsze wyzwania. Dotyczy to jednak nie tylko ludzi: cały przemysł od dziesięcioleci musi zmagać się z wyzwaniami związanymi z konkurencją i środowiskiem, a o jego kierunku rozwoju decydują w głównej mierze czynniki ekonomiczne.

Przekładając to na branżę łożyskową, głównymi celami stawianymi przy produkcji łożysk jest uzyskiwanie coraz to wyższych prędkości roboczych, przenoszonych obciążeń i niezawodności pracy. Przykładowo prasy do wyciskania wymagają zastosowania niezawodnych łożysk, przystosowanych do przenoszenia wysokich obciążeń wzdłużnych, przy ograniczonej przestrzeni zabudowy – czyli łożysk o niewielkim otworze i niewielkiej średnicy zewnętrznej.

Odpowiedzią na takie wymagania są m.in. zespoły jednorzędowych łożysk stożkowych TS opracowanych przez firmę Timken. Konstrukcję zespołu stworzono korzystając z doświadczenia i wiedzy nabytej przy konstruowaniu łożyska 2TS-TM (zespołu łożyskowego TS w układzie podwójnym) pokazanym na RYS. 1. Jest to jedna z podstawowych konfiguracji złożów łożyskowych z pierścieniami dystansowymi, wykorzystywanymi z powodzeniem w różnych zastosowaniach, m.in. w tłokowych pompach i silnikach hydraulicznych, w których występują wysokie obciążenia wzdłużne.



RYS. 1
Zespół łożyskowy 2TS-TM

Zespoły te są złożeniem kilku pojedynczych łożysk jednorzędowych z pierścieniami dystansowymi (RYS. 2). Można je wykorzystywać w zastosowaniach, w których klasyczne łożyska wzdłużne nie sprawdzają się (np. przy zwiększonych obciążeniach wzdłuż-

nych i ograniczonej przestrzeni zabudowy). Wyzwaniem dla takiego zespołu łożyskowego staje się zapewnienie równomiernego rozkładu obciążenia wzdłużnego na każdy z rzędów łożyska.

W uproszczeniu, pierścienie dystansowe pełnią rolę sprężyn o określonej sztywności w kierunku osiowym, uzależnionej od wartości modułu Younga oraz stosunku przekroju do długości.

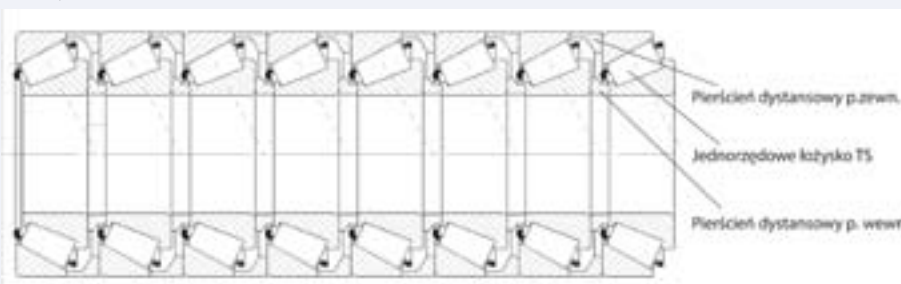
Łożyska oraz pierścienie dystansowe zapewniają odpowiednią sztywność całego zespołu. Jeśli każde ze składowych łożysk będzie ustawione z zerowym luzem wewnętrznym, obciążenie w poszczególnych rzędach będzie rozłożone nierównomiernie – najbardziej obciążony będzie pierwszy i ostatni rząd (RYS. 3).

Jeśli trwałość obliczeniowa takiego zespołu będzie większa od trwałości wymaganej przez klienta, takie rozwiązanie można uznać za wystarczające. Jako punkt odniesienia,

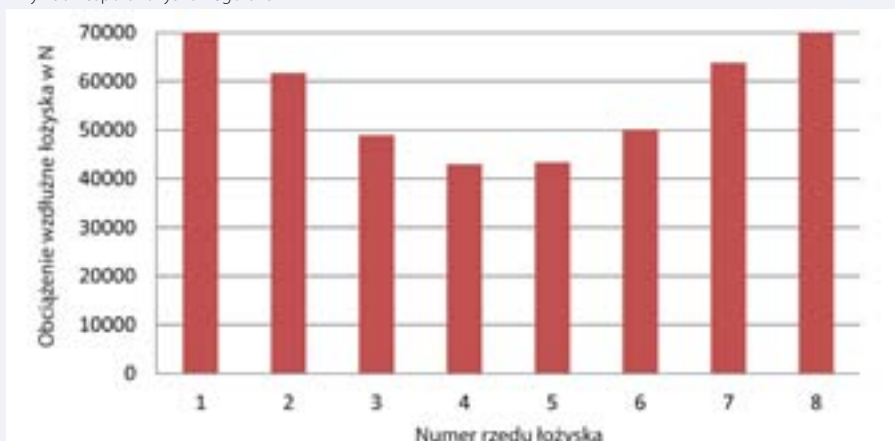
trwałość ta może być równa zakładanej trwałości całego systemu lub trwałości pojedynczych rzędów łożysk, jeżeli zakładana jest wymiana tylko zużytych łożysk w zespole.

Jeśli od zespołu łożyskowego wymaga się dłuższego okresu eksploatacji, firma Timken opracowała dwie metody obliczeń umożliwiające bardziej precyzyjne określenia trwałości zespołu łożysk TS:

1. W pierwszej metodzie zakłada się użycie identycznych pierścieni dystansowych (zgodnie z RYS. 1), a równomierne rozłożenie obciążenia uzyskuje się dzięki indywidualnym wartościom luzów/napięcia wstępnego pomiędzy dwoma sąsiednimi łożyskami (pojedyncza pętla). Wartość luzu/napięcia zależy od przyłożonego obciążenia, liczby rzędów, położenia pętli i sztywności elementów dystansowych. Metodę tą stosuje się najczęściej przy stałej wartości obciążenia wzdłużnego. Zaletami tej metody są: prostota i jednolita konstrukcja elementów dystansowych.



RYS. 2
Przykład zespołu łożyskowego 8TS



RYS. 3
Rozkład obciążenia w poszczególnych rzędach zespołu łożysk przy luzie wewnętrznym = 0



RYS. 4

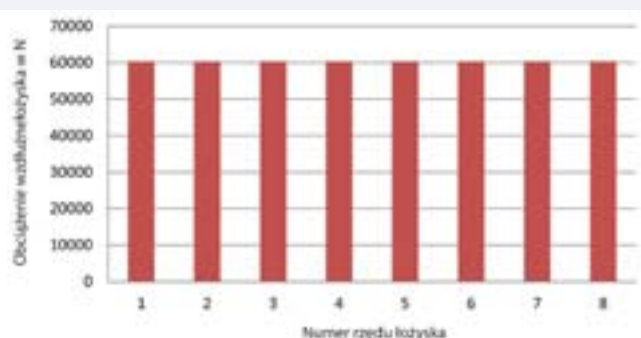
Modelowanie zespołu łożysk TS w programie SYBER

Jedyną wadą tej metody jest to, iż zespół łożyskowy ustawiony jest dla jednolitych warunków obciążenia, podczas gdy w większości przypadków występują zmienne warunki pracy. Można to wyeliminować projektując zespół łożysk dla warunku charakteryzującego się największym obciążeniem. W tym przypadku obciążenie będzie równomiernie rozłożone między rzędami. Przy innych warunkach rzędy będą obciążone nierównomiernie, jednak ze względu na mniejsze całkowite obciążenie, obciążenia poszczególnych rzędów powinny być na dopuszczalnym poziomie. Poziom naprężień wewnętrznych można sprawdzić, analizując trwałość obliczeniową zespołu łożysk. Trwałość zespołu można zwiększyć poprzez dodanie kolejnego rzędu łożyska.

2. Druga metoda polega na obliczeniu stosunku pierścieni dystansowych (dla jednej pętli) w funkcji liczby rzędów łożyska i położenia pętli. Zdecydowaną zaletą tej metody jest jej niezależność od obciążenia lub nastawy. Wymaga ona jednak zastosowania określonych wielkości pierścieni dystansowych dla każdego z rzędów, co może być problemem konstrukcyjnym w przypadku dużej liczby rzędów. Firma Timken wykorzystuje własny program SYBER (RYS. 4), za pomocą którego można wykonać obliczenia i zweryfikować rozwiązanie — szczególnie w celu uzyskania rozkładu obciążeń, obliczenia trwałości i weryfikacji naprężeń. Program SYBER zapewnia dokładną analizę zespołów łożyskowych. Korzystają z niego na co dzień inżynierowie ds. zastosowań firmy Timken.

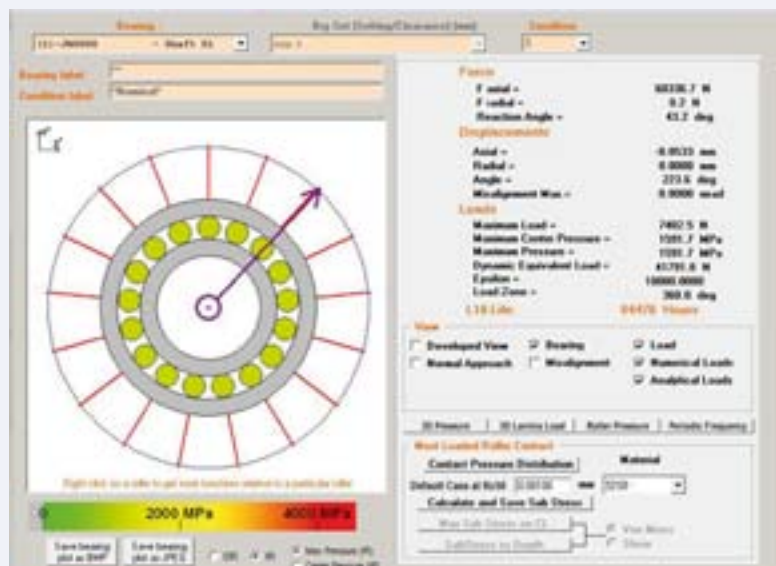
Na RYS. 5 przedstawiono wartości obliczeniowych obciążeń wzdłużnych dla poszczególnych rzędów, przy optymalizacji sztywności elementów dystansowych.

W celu jak najwierniejszego odtworzenia rzeczywistych warunków pracy, obliczenia obciążeń łożysk będą charakteryzowały się różnym stopniem skomplikowania — od prostych do złożonych. Mogą to być zarówno proste obliczenia, bazujące na parametrach katalogowych zespołu łożysk TS (w których wyboru pojedynczego łożyska TS dokonuje się na podstawie nośności, geometrii, obliczenia liczby rzędów i zakładanej trwało-



RYS. 5

Rozkład obciążenia w rzędach łożyska przy różnych wielkościach luzu wewnętrznego



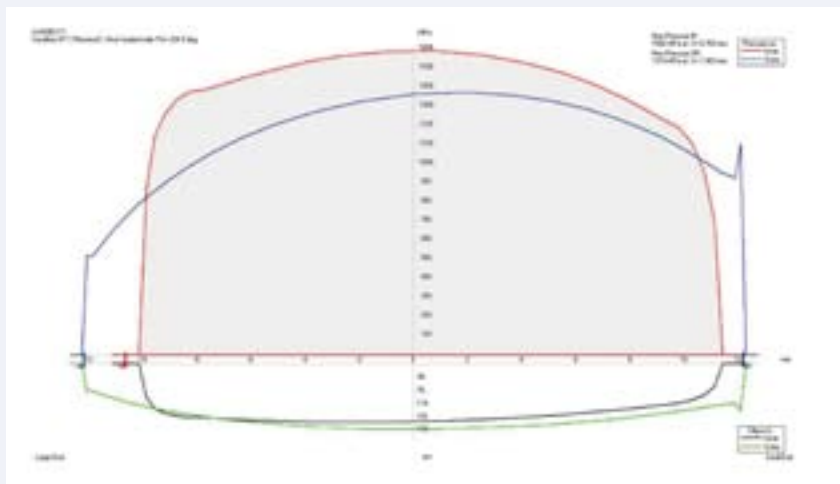
RYS. 6

Ekran wyników programu SYBER z danymi dotyczącymi pojedynczego rzędu łożyska

ści), jak i skomplikowane modelowanie w programie SYBER z obliczeniami parametrów wałów, obudów, łożysk oraz pozostałych parametrów, takich jak: sztywność pierścieni dystansowych, wartości luzów, pasowań, temperatur pracy, rodzaju smarowania itp. Klienci firmy otrzymują wszystkie niezbędne dane obliczeniowe dla poszczególnych rzędów, z uwzględnieniem stref obciążeń, trwałości, wartości obciążeń (RYS. 6), naprężeń wewnętrznych (RYS. 7) oraz wiele innych danych.

Podsumowując, obecne osiągnięcia w dziedzinie przetwórstwa ropy i gazu, obróbki metali, przetwórstwa kruszyw czy przemysłu samochodowym zwiększają zainteresowanie i zapotrzebowanie na wielorzędowe zespoły łożysk stożkowych TS. Jest to bardzo uniwersalne rozwiązanie, które powstało dzięki doświadczeniu inżynierów firmy Timken. Jest ono kolejnym istotnym krokiem w dziedzinie rozwoju łożysk i ich zastosowań. ■

AUTOR JEST GŁÓWNYM INŻYNIEREM DS. ZASTOSOWAŃ FIRMY TIMKEN (COLMAR-FRANCJA)



RYS. 7

Poziom naprężenie w miejscu styku najbardziej obciążonego wałeczka z powierzchnią bieżni

Separacja materiałów sypkich i kruszyw

Przesiewanie to jeden z najczęściej stosowanych sposobów na rozdzielanie sypkich materiałów ziarnistych. Operacja przesiewania pozwala otrzymać frakcje o pożądanej granulacji, a także kontrolować wielkość cząstek materiału, który wykorzystywany będzie w dalszych procesach technologicznych. Elementem niezbędnym do przeprowadzenia procesu posiewania są oczywiście sita. Przyjrzyjmy się zatem, z jakiego typu sitami i związanymi z tym procesami możemy najczęściej mieć do czynienia.

dr inż. Marcin Bieńkowski

Presiewacze sitowe stosowane są w wielu dziedzinach przemysłu. Na dużą skalę wykorzystuje się je w przemyśle kruszyw, przemyśle chemicznym i farmaceutycznym, tworzyw sztucznych, spożywczym, rolnym m.in. przy sortowaniu ziaren czy wytwarzaniu pasz. Są one także niezbędne do rozdzielania odpadów mineralnych powstających w górnictwie, przemyśle surowców skalnych, cementowniach czy energetyce. Sam proces przesiewania to po prostu proces technologiczny polegający na rozdzielenie sproszkowanego materiału, takiego jak kruszywa, piaski, ziarna czy innego rodzaju sypkie fazy stałe w oparciu o różnicę w wielkości (uziarnienie) cząstek czy brył materiału.

Przesiewanie prowadzone jest na sucho lub (rzadziej) na mokro, za pomocą sit o różnych rozmiarach oczek. Często (np. przy przesiewaniu ziaren) stosuje się również sita o oczkach w różnym kształcie, co pozwala również dokładniej rozdzielić frakcje. Warto wspomnieć, że przesiewanie na mokro stosuje się dla materiałów zawierających grudki gliny lub ziarna, oblepione gliną lub pyłem, a także przy przesiewaniu materiałów zawierających dużą liczbę bardzo drobnych ziaren, które przy przesiewaniu na sucho mogą po prostu pylić.

W praktyce przemysłowej maszyny przesiewające realizują procesy przesiewania według dwóch podstawowych schematów. W pierwszym, tzw. schemacie liniowym, mamy do czynienia z liniowym wzdłużnym transportem przesiewanego materiału ziarnistego; z kolei w drugim (promieniowym) – z centralnym podawaniem nadawy na sito oraz z promieniowym przebiegiem procesu przesiewania – od środka sita do jego obrzeża.

Można się też spotkać z przesiewaczami bębnowymi, gdzie do przesiewania wykorzystuje się ruch obrotowy bębna z sitem umieszczonym wokół zewnętrznej powierzchni bębna. Jeżeli chodzi o przesiewanie kruszyw mineralnych, to maszyny bębnowe – mimo bardzo prostej konstrukcji – stanowią obecnie niewielki ułamek ogółu wykorzystywanych przesiewaczy, ze względu na istotne wady takiego rozwiązania technicznego. Do wad przesiewaczy bębnowych zaliczyć należy bowiem niskie jednostkowe wydajności przesiewania, duże opory tarcia i – co za tym idzie – zwiększone zapotrzebowanie na moc oraz problemy związane z blokowaniem się otworów sitowych.

TERMINOLOGIA

Jak już wspomnieliśmy, sito jest najważniejszym elementem roboczym przesiewacza, na którym dokonuje się proces rozdzielenia sypkiego materiału (nadawy) na frakcje. W literaturze „sito” definiuje się jako powierzchnię z regularnie rozłożonymi otworami, nazwanymi oczkami lub szczelinami, o jednakowym wymiarze i kształcie [1,2]. Pojedyncze sito na podstawie wielkości ziaren rozdziela nadawę zawsze na dwie frakcje. Te ziarna przesiewanego materiału, które są mniejsze od wymiarów oczek lub szczelin są przez sito przesiewane, a te większe pozostają na powierzchni sita. Pierwsza, a więc przesiana, drobniejsza frakcja nosi nazwę produktu dolnego, podziarna lub przesiewu. Druga, grubsza, czyli ta, która pozostała na sicie, nazywa się produktem górnym, nadziarnem lub odsiewem. Wśród ziaren, które pozostały na sicie mogą znaleźć się również cząsteczki, które nie zdołały przejść przez sito, mimo że ich wymiary są mniejsze od wymiarów oczek. Te ziarna określa się jako niedosiew i ich pojawienie się we frakcji górnej może wynikać:

- ze zbyt dużej warstwy materiału (nadawy) na sicie, która uniemożliwia przedostanie się mniejszych ziaren przez otwory sita;
- ze zbyt szybkiego przemieszczania nadawy po sicie, przez co ziarna nie trafiają do otworów;
- z zawilgocenia materiału powodującego, że ziarna drobne zlepiają się z grubymi;
- z niedokładności procesu związanych np. z oddziaływaniami elektrostatycznymi cząstek materiału, niedokładnymi wymiarami oczek, zatknięciem się oczek sita itp.;
- ze zbyt krótkiego czasu przesiewania.

W tym miejscu trzeba wspomnieć, że przy analizie sitowej (patrz: ramka Analiza sitowa) podziarnem nazywa się część kruszywa o wielkości ziaren istotnie mniejszej od uzyskanej na ostatnim sicie badanej frakcji lub grupy frakcji. Podziarno jest więc częścią produktu dolnego. Podobnie, nadziarnem nazywana jest część kruszywa pozostająca na największym z sit, ale ta, która jest istotnie większa od wielkości ziaren w produkcie górnym. W praktyce wszystkie wymienione są zamiennie, przy czym najczęściej stosuje się terminy „przesiew” i „odsiew”.

Od doboru sita do określonych warunków

technologicznych i przebiegu procesu zależy w dużym stopniu skuteczność prowadzonego procesu przesiewania, a także (jeśli sito ma bardzo drobne oczka) – filtracji. Skuteczność, a więc dokładność przesiewania zależy m. in. od kształtu i układu otworów sita, ich wymiarów oraz ich liczby na określonej powierzchni.

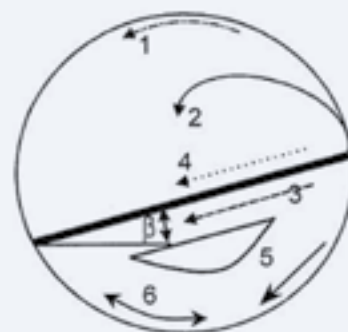
Kształt otworów sita i geometria bocznych ścianek tych otworów w znacznym stopniu uzależniają możliwość przejścia przez nie przesiewanego materiału. Rodzaj tworzywa, z którego wykonane jest sito, wpływa zaś na trwałość geometrii otworów oraz na gładkość powierzchni sita, krawędzi otworów czy szczelin.

PARAMETRY SIT

Charakteryzując i dobierając sita do procesu technologicznego podaje się następujące parametry:

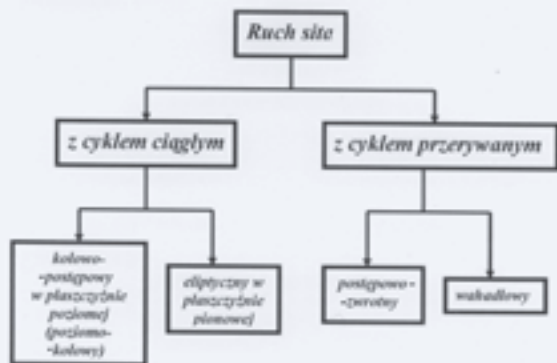
- numer sita, czyli liczbę oczek znajdujących się na 1 cm długości sita;
- nominalny wymiar boku oczka;
- nominalną średnicę drutu (lub geometrię innego, użytego materiału), z którego zrobione jest sito;
- orientacyjną masę 1 m² sita;
- współczynnik prześwitu użytecznego, czyli parametru określającego stosunek sumarycznej powierzchni otworów do całkowitej, roboczej (użytecznej) powierzchni sita.

Bardzo często w katalogach liczbę oczek określa się również wartością *mesh*. Jest to liczba oczek przypadających na jeden cal (25,4 mm) długości sita. Istotnymi, katalogowymi



RYS. 1

Ruch ziaren w przesiewaczu bębnowym [6]: 1. Wirowanie 2. Opadanie 3. Zsuwanie 4. Toczenie 5. Poślizg 6. Falowanie



RYS. 2

Podział sit według kryterium ich ruchu [1,5]

parametrami dla sit są również przesiewalność oraz sprawność sita. Przesiewalność sita określa masę przesiewu otrzymaną w jednostce czasu z jednostki powierzchni sita, zaś sprawność sita to iloraz wielkości przesiewu do całkowitej ilości przesiewanego materiału. Sprawność sita obliczana jest zgodnie z zależnością [4]:

$$\eta = \frac{G_1}{G_{100}} = \frac{100 \cdot G_1}{a \cdot G} \%$$

gdzie: a – to procentowa zawartość frakcji w materiale, G_1 – to masa uzyskanego przesiewu [kg], G – to całkowita masa przesiewanego materiału [kg].

W wielu wypadkach istotna może być również proporcja współczynnika sprawności przesiewania do współczynnika niedosiewu (ϵ), która to określa ilość materiału zdolną do przejścia przez oczka sita w stosunku do materiału pozostającego w odsiewie i wyrażająca się zależnością:

$$\epsilon = 1 - \eta.$$

Należy wziąć pod uwagę, że efektywne przesiewanie jest operacją wymagającą czasu, który niezbędny jest do tego, aby zapewnić ilościowe przesianie całego materiału. Zależność opisującą uzyskaną masę przesiewanego materiału w funkcji czasu trwania operacji przesiewania opisana jest równaniem [4]:

$$\frac{dM}{dt} = -\frac{k \cdot (M_t - M_r)}{t^m}$$

gdzie: M_t – to sumaryczna masa [g] materiału pozostająca na sicie po czasie t [s], M_r – to masa materiału, która nie przejdzie przez oczka sita (odsiew), k – to prawdopodobieństwo przejścia materiału o danej wielkości cząstek w czasie t [s⁻¹] lub stała szybkości przesiewania.

Po rozwiązaniu równania dla M oraz zastąpieniu w tym równaniu stałej m przez $1-n$ otrzymuje się równanie opisujące szybkość przesiewania w czasie, w zależności od wielkości parametrów sita, wielkości oczek użytego sita i rozmiaru cząstek na jednostkę powierzchni sita [4].

$$M = M_0(1 - e^{-kt^n})$$

Na tej podstawie możliwa jest już optymalizacja procesu przesiewania w skali przemysłowej. W praktyce zdolność odsiewania sita, a więc prawdopodobieństwo k przejścia materiału o danej wielkości cząstek w czasie t [s⁻¹] sprowadzone do stałej szybkości przesiewania określonej dla danego typu sita, zależy od wielu czynników materiałowych i geometrycznych sita. W szczególności są to:

- wielkość powierzchni przesiewania (powierzchni oczek);
- materiał z jakiego wykonane jest sito;
- wielkość oczek;
- grubość drutu lub stalowych bądź polimerowych, bądź naturalnych nitek (sita tkaninowe), z których wykonane jest sito;
- zastosowany splot dla drutu lub nitki;
- wilgotność przesiewanego materiału;

- czynniki atmosferyczne (wilgotność i temperatura powietrza);
- grubość warstwy przesiewanej;
- długość drogi odsiewania uzależnionej od konstrukcji przesiewacza;
- konstrukcja i rodzaj przesiewacza oraz moc i sposób przeniesienia napędu.

PODZIAŁ I SYSTEMATYKA SIT

Jak już wspomniano, za główne kryterium klasyfikacji, określające skuteczność rozdzielania, niezawodność pracy sit i ich miejsce w procesach przesiewania można przyjąć [5]:

- geometrię otworów w sicie;
- możliwość regulacji roboczego wymiaru otworów;
- rozmieszczenie otworów względem siebie i kierunku ruchu materiału ziarnistego;
- rodzaj materiału i sposób wykonania sita;
- rodzaj ruchu sita.

Sita można podzielić również według ich umiejscowienia w procesie technologicznym. Wyróżnia się wówczas trzy główne rodzaje sit [5]:

- do czyszczenia wstępnego – oddzielania zanieczyszczeń znacznie większych od materiału podstawowego, np. większych kamieni i odłamków skalnych z kruszywa;
- sortujące, a więc rozdzielające na poszczególne fazy w zależności od ziarnistości;
- piaskowe – służące do oddzielenia piasku, pyłu i innych drobnych zanieczyszczeń.

Najczęściej stosowany jest jednak podział według sposobu wykonania sit, przy czym wyróżnia się cztery podstawowe ich grupy, tj. blaszane, dziurkowane, plecione, tkane i segmentowe. Najszerze zastosowanie w przemyśle spożywczym mają sita blaszane. Z kolei sita plecione wykorzystywane są m.in. przy produkcji przemysłowej, w tym w branży kruszyw

ENDECO

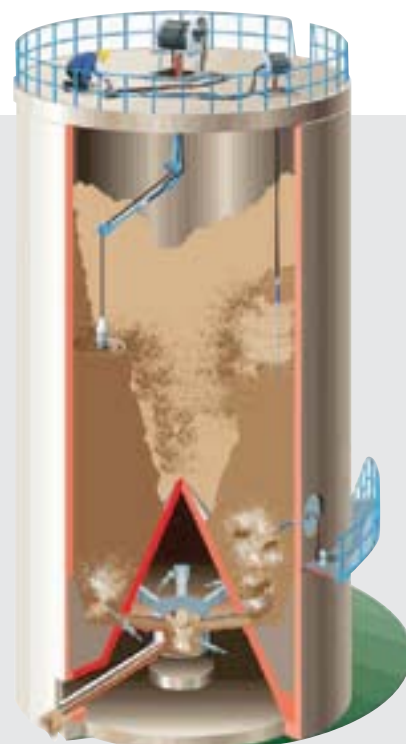
SYSTEM CARDOX

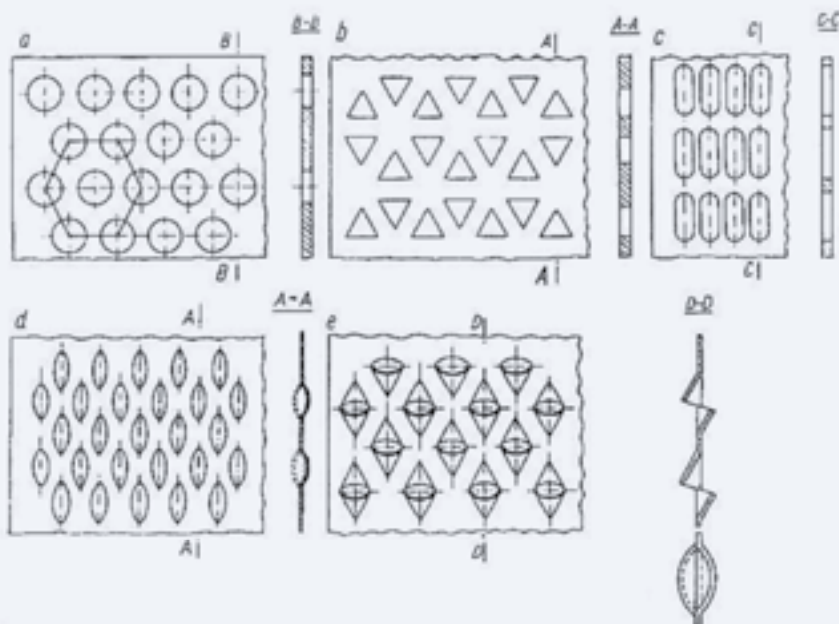
Bezpieczna, szybka i efektywna metoda udrażniania zbiorników: cementu, klinkieru, gipsu, piasku, żwiru, mialu węglowego, zboża itp., jak i instalacji technologicznych do magazynowania masowych materiałów sypkich.

CARDOX
INTERNATIONAL LIMITED

Szczegółowych informacji udziela
wyłączny dystrybutor systemu Cardox w Polsce:

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





RYS. 3

Rodzaje sit wytłaczanych (perforowanych) a - otwory okrągłe, b - otwory trójkątne, c - otwory podłużne, d - otwory owalne, e - otwory okrągłe o wygiętych krawędziach [1]

i materiałów sypkich, a w wypadku tkanych sit tkaninowych – w przemyśle spożywczym. Charakteryzują się one kwadratowymi otworami, rzadziej prostokątnymi. Z tego względu są rzadko wykorzystywane do separacji nadawy ze względu na kształt ziaren. Otwory te, podobnie jak otwory okrągłe, rozdzielają materiał ziarnisty według szerokości, przy czym przekątna kwadratu jest o 40% większa niż jego bok. Sita segmentowe (żaluzjowe, rolkowe i krążkowe) stosowane są często w układach czyszczących w przemyśle rolno-spożywczym, a w wypadku separacji zbóż, łatwo oddzielić zanieczyszczenia słomiste. Sita

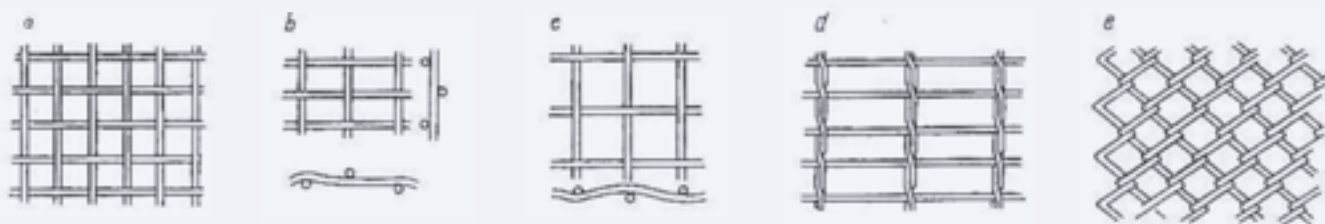
plecione i segmentowe (np. żaluzjowe) często współpracują z systemami nadmuchu strumieniem powietrza, które przepływa przez nie ukośnie od dołu [1,5].

RODZAJE SIT SPOTYKANYCH W PRZEMYŚLE

Pierwszą grupę omawianych sit stanowią sita blaszane z wytłaczanymi otworami. Sita te nazywa się perforowanymi lub dziurkowanymi. Do ich produkcji wykorzystuje się najczęściej blachę stalową, stalową ocynkowaną, mosiężną lub cynkową, w której wytłacza się otwory o zadanym kształcie i rozmieszczeniu.

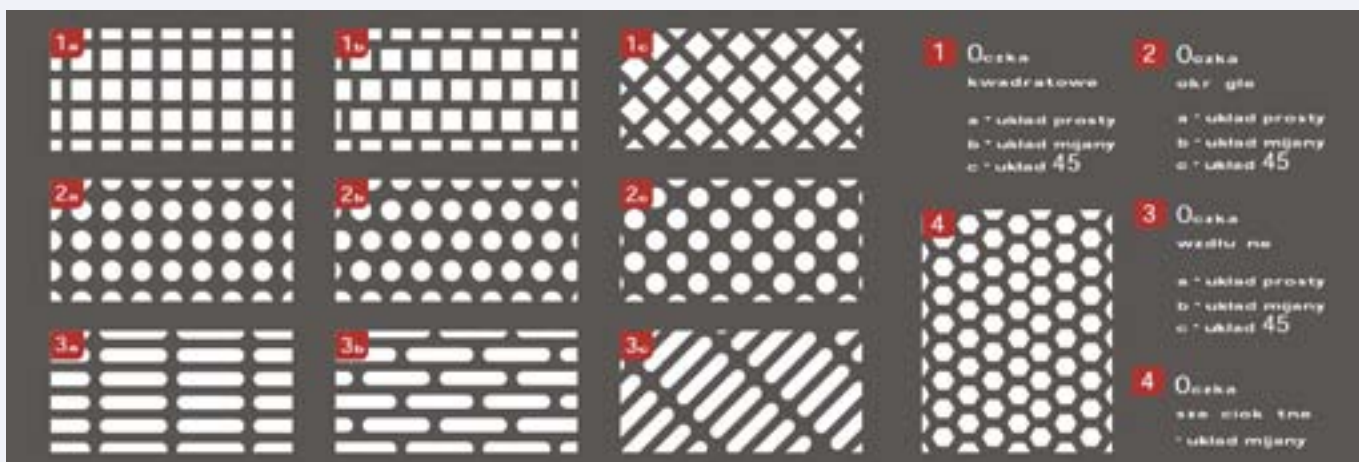
Bardzo często wykonuje się tłoczenia w postaci otworów przestrzennych, ułatwiających separację np. ze względu na kształt ziaren.

Najszerszą grupę sit stanowią sita plecione lub tkane, które wykonane są z drutu stalowego o różnej grubości lub też z nici syntetycznych bądź naturalnych. Jak już wspomniano, otwory są tu najczęściej kwadratowe, rzadziej prostokątne. W konstrukcji sit plecionych wyróżnić można osnowę i wątek. Za osnowę uważa się druty ustawione wzdłuż sita, a za wątek – druty poprzeczne. Zatem druty osnowy określają długość sita, a wątku – jego szerokość [1]. Do produkcji tego typu sit wykorzystuje się splot prosty lub skośny. Sploty te charakteryzują się dużym prześwitem, łatwością czyszczenia oraz dużą trwałością sita. Wykonywane są z oczkami kwadratowymi lub prostokątnymi. Splot prosty – nazywany także płóciennym – jest najbardziej popularnym rodzajem splotu. Jego zaletą jest prostota oraz wysoka precyzja. Każdy drut wątku przechodzi na przemian nad i pod drutem osnowy. Gwarantuje to uzyskanie bardzo dokładnego wymiaru oczka oraz bardzo ostrej i dokładnej segregacji przesiewanego materiału w porównaniu do innych splotów. Splot skośny, nazywany też jodełkowym, charakteryzuje się z kolei tym, że drut wątku przebiega pod jednym drutem osnowy, a następnie nad dwoma drutami osnowy. Taki sposób splatania tworzy na powierzchni charakterystyczny skośny wzór. Splot ten pozwala na wykonanie sita z drutu o większej średnicy niż w splotcie prostym przy tej samej wielkości oczka.



RYS. 4

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



RYS. 5

Kształty oczek w sitach perforowanych [ZRÓDŁO: Progress]

SITA PLECIONE

Sita plecione stosowane są do przesiewania różnego rodzaju materiału w wielu branżach. Sita plecione o oczkach kwadratowych znajdują np. zastosowanie w sortowaniu materiałów, takich jak piaski, żwir, węgiel czy koks. Wykonuje się je zazwyczaj z wysokiej jakości stali sprężynowej, odpornej na ścieranie lub stali nierdzewnej, często o podwójnym karbowaniu drutu, z którego są plecione. Zabieg ten pozwala uzyskać mocniejsze wiązanie przy użyciu cieńszego drutu, a więc zmniejsza masę konstrukcji, jednocześnie pozwalając na dokładniejszą segregację. W sitach tych uzyskuje się większą wydajność jednostkową przesiewania, ze względu na zmniejszoną tendencję „do zatykania się” sita. Sita plecione szczelinowe o oczkach prostokątnych mają zastosowanie w trudnych do sortowania materiałach sypkich o małej granulacji. Cechą charakterystyczną tego sita jest zwiększona odporność na zatykanie się przy materiałach wilgotnych oraz zwiększona przepustowość przy materiale sypkim. Gwarantują one dużą wydajność przy niskiej dokładności przesiewania. Stosowane są do naciągu wzdłużnego [7].

Sita plecione jednostronnie gładkie (tłoczone) są sitami o oczkach kwadratowych, mające często zastosowanie we wstępnej segregacji wszystkich materiałów sypkich o dużym uziarnieniu nadawy. Są odpowiednie do klasyfikacji wstępnej. Gładka górna powierzchnia zapewnia jednakowe zużycie sita. Ważną zaletą tego sita jest dokładna segregacja, większa żywotność oraz stabilność oczek. Przenoszą one duże obciążenia, wykazują małą tendencję do klinowania się sita.

Odmianą sit plecionych są sita harfowe, które produkowane są ze stali sprężynowej. Stosowane są do zawilgoconych i trudnych do sortowania materiałów. Ich cechą charakterystyczną jest efekt samoczyszczący i duża wydajność oraz wplecione w odpowiednich odstępach przewiązki poliuretanowe lub gumowe w naciągu podłużnym. Sita harfowe dostępne są z oczkami kwadratowymi lub trójkątnymi.

W tym miejscu warto też wspomnieć o sitach strunowych, stosowanych do przesiewania mocno zawilgoconego materiału. Posiadają one zdolność samoczyszczenia, a dzięki dużej wolnej powierzchni uzyskuje się dużą wydajność jednostkową. Sita strunowe są przeznaczone tylko do naciągu wzdłużnego [7].

SITA SEGMENTOWE

Sita segmentowe wzięły swoją nazwę od szeregu takich samych elementów (segmentów) wchodzących w ich skład. Elementy składowe takich sit wykonane są z blachy, polimeru (poliuretan), gumy lub drutu, a umieszczone są w obudowie zwanej koszem lub rzeszotem. Kosz sitowy to tak naprawdę metalowa lub drewniana rama, w której znajdują się podłużne wycięcia, służące do mocowania sit i ułatwiające ich wymianę.

Ciekawą grupę sit segmentowych stanowią sita żaluzjowe. Są to sita, w których w pojedynczym rzeszocie montuje się szereg nachodzących na siebie, równolegle ustawionych elementów tworzących coś na kształt żaluzji. Każdy pojedynczy element żaluzji ma własną oś połączoną ze wspólnym mechanizmem dźwigniowym, co pozwala łatwo zmieniać ustawienie tych elementów, a tym samym wielkość i kształt otworów. Odrębną podgrupę wśród sit żaluzjowych, składających się z nakładanych na siebie i powtarzających się wzdłuż długości sita elementów, są sita z segmentami wykonującymi ruch obrotowy. Takim sitem jest sito krążkowe, utworzone z szeregu tarcz cylindrycznych lub eliptycznych zamocowanych na osiach. Wielkość przesunięcia tarcz jest tak dobrana, że mimo obrotowego ruchu osi zachowana jest stała wielkość robocza otworów (szczelin). Innym rozwiązaniem jest



Elektrowibratory

- Standardowe silniki wibracyjne typu F
- Silniki wibracyjne FE w wersji ATEX



Specjalne elektrowibratory dla przemysłu spożywczego

- Specjalne silniki RVS z korpusem ze stali nierdzewnej, łatwe w utrzymaniu czystości



- Silniki typu FHE: pokrywy ze stali nierdzewnej, specjalne malowanie, łatwe w utrzymaniu czystości



Jedyny producent dla przemysłu spożywczego!

Generatory drgań

- Dla górnictwa
- Dla hutnictwa



sito rolkowe, utworzone z rolek z koncentrycznie nałożonymi pierścieniami, które określają długość utworzonych w ten sposób otworów prostokątnych. Separatory rolkowe znalazły także szerokie zastosowanie w technice sortowania owoców i warzyw [1,5].

Bardzo często sita segmentowe stosuje się również w miejsce sit naciąganych, praktycznie bez konieczności przeróbki przesiewacza. Można nimi zastąpić dowolne sita poliuretanowe, gumowe czy stalowe. Sita te są mocowane poprzez dociśnięcie ich krawędzi do przesiewacza za pomocą listew i klinów mocujących lub z wykorzystaniem elementów naciągających.

SITA POLIMEROWE (POLIURETANOWE) I GUMOWE

Sita polimerowe, które najczęściej wykonane są z poliuretanu, zapewniającego im odpowiednie parametry wytrzymałości i sprężystości, wykazują większą odporność na ścieranie i zużywanie się w porównaniu do sit druczanych czy tkaninowych. Co ważne, redukują hałas podczas pracy urządzeń, wykazują efekt samoczyszczenia, a ich otwory nie zapychają się, gdyż odlewane są stożkowo. Sita polimerowe sprawdzają się przy sortowaniu materiałów na mokro. Istotne jest też to, że są odporne na korozję i na działanie wielu substancji chemicznych.

Sporą grupę dostępnych na rynku sit polimerowych stanowią sita poliuretanowe napinane, stosowane do naciągu poprzecznego lub wzdłużnego. Bez problemu można spotkać sita o różnej wielkości oczka i grubości poliuretanu. Ich zaletą jest znaczna redukcja hałasu, która wpływa na lepsze warunki pracy, zapewnia efekt samoczyszczenia oraz dłuższą żywotność polimeru. Często zbrojone są stalowymi linkami lub prętami z włókna szklanego, które są zatopione w materiale, chroniąc sito przed nadmiernym ścieraniem.



FOT. 1

Kulkowe Systemy Czyszczące zapewniają utrzymanie optymalnej przepustowości sita [ŹRÓDŁO: Sweco]

Pozwalają też na przenoszenie dużych obciążeń. W zależności od sposobu montażu, sita napinane wyposażone są w zaczepy stalowe umożliwiające poprzeczne lub wzdłużne zamocowanie ich w przesiewaczu [7].

Podobną kategorię sit stanowią sita gumowe napinane. Wykorzystuje się je głównie w przemyśle kruszyw, recyklingu gruzu i przy sortowaniu węgla oraz koksu. Podobnie jak w wypadku sit poliuretanowych, ich główną zaletą jest zdolność do samoczyszczenia, wysoka wydajność i redukcja hałasu. Również tutaj stosuje się wzmocnienia stalowymi linkami lub włóknem szklanym zatopionym w materiale, co chroni je przed nadmiernym ścieraniem.

Zarówno w przypadku sit poliuretanowych, jak i gumowych spotyka się rozwiązania segmentowe. Poszczególne segmenty, zbrojone stalowymi profilami lub drutem, zwiększają ich wytrzymałość, dzięki czemu można nimi zastąpić sita stalowe. Ich zaletą jest wysoka odporność na ścieranie, dłuższa żywotność, efekt samoczyszczenia i stosunkowo cicha praca. Co ciekawe, istnieje tu możliwość zestawienia różnych wielkości oczek na jednej płaszczyźnie przesiewacza.

CZYSZCZENIE SIT

Na koniec warto powiedzieć kilka słów o czyszczeniu sit. Niestety, sita podczas pracy mają tendencję do „zatykania się”. Obserwując proces blokowania się otworów sitowych w warunkach przemysłowych można zauważyć, że w niektórych przypadkach zablokowana może być nawet ponad połowa otworów sitowych. Tak istotne zmniejszenie aktywnej powierzchni sita sprawia, że należy niezwłocznie podjąć działania zmierzające do uwolnienia zablokowanych ziaren z otworów sita.

W chwili obecnej stosuje się kilka podstawowych metod pozwalających „odetkać” sito. Są to m.in.[8]:

- gumowe kule;
- szczotki obrotowe;
- oczyszczanie pneumatyczne;
- urządzenia zgrzeblowe.

Za najskuteczniejsze uznaje się gumowe kule umieszczone pod oczyszczanym sitem. W trakcie pracy maszyny opukują one sito od dołu, doprowadzając tym samym do wypadania zablokowanych ziaren. Gumowe kule (FOT. 1) umieszcza się pod sitem w specjalnych kasetonach. Dno kasetonu stanowi siatka o dużych oczkach, dzięki czemu nie przeszkadza ona w osypywaniu się produktu podsitowego, ale bez problemu utrzymuje gumowe kule w kasetonach pod sitem. Całość jest zamykana szybko zdejmowaną pokrywą, co umożliwia sprawną wymianę sit i pozwala na serwisowy dostęp do gumowych kul.

Innym rozwiązaniem jest zastosowanie szczotek obrotowych, umieszczonych na specjalnej obrotowej dźwigni pod powierzchnią sita.

Kolejnym sposobem oczyszczania sit może być użycie podwójnego urządzenia oczyszczającego, złożonego z dysz powietrznych odmuchujących sito od dołu i szczotek obrotowych.

Oczyszczanie pneumatyczne z kolei realizowane jest dzięki dyszom wykonanym w postaci krzyżaka obracającego się pod sitem, a zgrzeblowe urządzenia oczyszczające mogą poruszać się ruchem obrotowym – zarówno pod, jak i nad sitem [8]. ■

LITERATURA

- [1] J. Grochowicz, *Maszyny do czyszczenia i sortowania nasion*, wyd. Akademii Rolniczej, Lublin 1994.
 [2] P. Pasiowiec, K. Bańczyk, B. Tora, J. Brożyna, J. Wajs; *Uniwersalne zastosowanie sit szczerbinowych zgrzewanych w procesach wydobywania i przeróbki węgla kamiennego, ropy naftowej, gazu ziemnego oraz uranu*; Materiały XXXI Konferencji z cyklu Zagadnienie surowców energetycznych i energii w gospodarce krajowej, Zakopane, 15–18.10.2017 r.
 [3] Wikipedia, Analiza sitowa; https://pl.wikipedia.org/wiki/Analiza_sitowa
 [4] M. Cooke, C. F. Poole, I. D. Wilson, *Encyclopedia of Separation Science*, Academic Press 2000.
 [5] J. Bieniek, *Separação de grãos em kombajns zbożowych*, UWP, Wrocław 2010
 [6] R. Modrzewski, P. Wodziński; *Koncepcja przesiewaczy bębnowo-stożkowych o zróżnicowanych średnicach sit do przesiewania kruszyw*; Prace Naukowe Instytutu Górnictwa Politechniki Wrocławskiej, Nr 136, 2013, s.131
 [7] Materiały reklamowe firmy Screen-Pol.
 [8] K. Ławińska, R. Modrzewski, *Metody oczyszczania sit przesiewaczy przemysłowych*, Technologia i Jakość Wyrobów 61, 2016, s.80

ANALIZA SITOWA

Metoda badawcza, polegająca na rozdzieleniu materiału sypkiego na frakcje zawierające ziarna o różnej wielkości, poprzez przesiewanie go przez zestaw sit nosi nazwę analizy sitowej. W wyniku przesiewania ziarna o odpowiednich średnicach pozostają na kolejnych sitach o coraz mniejszych oczkach. Po zważeniu poszczególnych klas ziarnowych określa się ile procent materiału pozostało na każdym sicie w stosunku do całości materiału. Analiza sitowa jest jedną z metod analizy granulometrycznej. Pozwala ona określić skład ziarnowy (frakcyjny) przesiewanego materiału. W jej wyniku możemy uzyskać krzywą uziarnienia, czyli przedstawioną graficznie krzywą składu ziarnowego, nanosząc wyniki na specjalną siatkę półlogarytmiczną [3].

Analizę sitową wykonuje się ją używając sit o średnicach oczek dobranych odpowiednio do przesiewanego materiału. Norma PN-ISO 565:2000 „Sita kontrolne. Tkanina z drutu, blacha perforowana i blacha cienka perforowana elektrochemicznie” podaje wymiary nominalne oczek kwadratowych, stosowanych w tej metodzie analitycznej. Są to sita o oczkach: 40 mm, 25 mm, 10 mm, 2 mm, 1 mm, 0,5 mm, 0,25 mm, 0,1 mm – dla materiałów zawierających kruszywo, kamienie, żwir, piasek lub inne grubsze ziarna; 0,071 mm bądź 0,063 mm – dla materiałów drobniejszych, takich jak mączka kwarcowa czy piaski z pyłami. Dopuszcza się zastąpienie sit 0,071 i 0,063 mm sitami o wymiarach oczek 0,074 i 0,06 mm [3].

TIMKEN

WIĘCEJ!

> WYDAJNOŚĆ > DOSTĘPNOŚĆ > EFEKTYWNOŚĆ



Zespoły łożyskowe Timken®

- > Zapewniają łatwość instalacji i maksymalizują nośność.
- > Poprawiają wydajność i wydłużają czas eksploatacji.
- > Zmniejszają częstotliwości konserwacji i obniżają koszty.

Stronger. By Design.

Timken.com

Timken® jest zastrzeżonym znakiem handlowym The Timken Company. | © 2020 The Timken Company.

Rynek kruszyw w Polsce i Europie

Jak wynika z informacji Polskiego Związku Producentów Kruszyw, szczyt koniunktury rynku budowlanego sprawił, że w 2018 r. produkcja kruszyw wzrosła w Polsce o ok. 18%, do rekordowych 330 mln ton, a ok. 2–3 proc. rocznego zapotrzebowania na ten surowiec była zaspokajana przez import. Podobnie wzrosty zaobserwować można było również w latach ubiegłych, co wiązało się z inwestycjami infrastrukturalnymi (pula dotacji unijnych na lata 2014–2020). Jednak zgodnie z przewidywaniami analityków – od 2019 r. produkcja kruszyw zaczęła spadać.

dr inż. Marcin Bieńkowski



Rządowy Program Operacyjny „Infrastruktura i Środowisko”, bo o nim mowa, przewiduje dotacje na inwestycje o wartości 27,4 mld euro w latach 2014–2020. Jedną z kluczowych osi programu jest rozwój infrastruktury transportowej, do której budowy

wykorzystywane są m.in. kruszywa, dając tym samym branży możliwość zbytu produktów poza sektorem budownictwa, będącego tradycyjnym i głównym odbiorcą kruszyw w naszym kraju. Oprócz tego, istotnym źródłem finansowania branży kruszyw jest

„Program Budowy Dróg Krajowych na lata 2014–2023”, gdzie 20 czerwca 2017 r. Rada Ministrów podjęła uchwałę, w której zwiększono limit finansowy ze 107 do 135 mld zł (Uchwała nr 97/2017).

Mimo istotnego zwiększenia środków krajowych, zbliżający się do końca Rządowy Program Operacyjny „Infrastruktura i Środowisko” sprawił, że w 2019 r. dało się zauważyć pierwsze efekty wyhamowywania inwestycji drogowo-kolejowych związanych z bieżącym budżetem unijnym. W chwili pisania artykułu nie ma jeszcze pełnych danych za rok 2019, ale ze wstępnych szacunków Polskiego Związku Producentów Kruszyw wynika, że w stosunku do 2018 r., produkcja kruszyw zmalała o ok. 5% – do ok. 317 mln ton, z czego 310 mln ton przypadło na kruszywa naturalne, a pozostałe 7 mln ton na sztuczne i kruszywa pochodzące z recyklingu. W kolejnych latach będzie następował systematyczny spadek produkcji, do 240 mln ton w 2023 r. Oznacza to spadek w stosunku do roku 2019 o 20–25%.

KRUSZYWA W EUROPIE, NA ŚWIECIE I...

Według szacunkowych danych, ze względu na znaczne rozproszenie produkcji i brak statystyk dotyczących sporej grupy krajów afrykańskich i azjatyckich, roczne światowe zużycie kruszyw przekracza już 40 mld ton, z czego ok. 4 mld przypada na kraje Unii Europejskiej. Zdecydowana większość produkowanych w UE kruszyw pochodzi ze złóż naturalnych (ok. 91%). Pozostałą część stanowią kruszywa z recyklingu (ok. 5%), sztuczne (ok. 2%) oraz kruszywa wydobywane z obszarów morskich (ok. 2%) [1].

Warto zwrócić uwagę na fakt, że pomimo tego, iż złoża kruszyw naturalnych zalegają dość powszechnie na kuli ziemskiej, to w niektórych krajach występuje ich deficyt. Należą

WYSZCZEGÓLNIENIE	LICZBA ZŁÓŻ	ZASOBY GEOLOGICZNE				ZASOBY PRZEMYSŁOWE
		BILANSOWE			POZABILANSOWE	
		RAZEM	A + B + C1	C2 + D		
1. Piaski i żwiry	8628	17232,6	9194,8	8037,8	362,9	3030,7
2. Kamienie budowlane i drogowe	731	10425	7003,5	3421,5	572	3372,2
3. Surowce ilaste	1281	2191,4	723	1468,4	56,8	164,6
Razem surowce	10640	29849	16921,3	12927,7	991,7	6567,5

TAB. 1

Baza zasobowa surowców do produkcji kruszyw w mln ton. Stan na rok 2011 [6]. Oznaczenia A, B, C1, C2, D dotyczą kategorii rozpoznania złoża zgodnie z [7] – patrz: „Wymagania dotyczące dokumentacji geologicznej złoża kopaliny w poszczególnych kategoriach rozpoznania złoża kopaliny lub jego części”

do nich przede wszystkim kraje arabskie, importujące duże ilości kruszyw m.in. z odległej Australii, gdyż drobne piaski z pustyń nie nadają się do betonów, a także Singapur oraz Indie i niektóre regiony Chin.

To m.in. dlatego oraz w celu zmniejszenia emisji CO₂, związane z transportem surowców, już w lutym 2011 r. Komisja Europejska przygotowała dokument Tackling the challenges in commodity markets and on raw materials dotyczący kształtowania się rynków surowcowych w najbliższej przyszłości i wyzwań stojących przed Unią. Zagadnienie zapewnienia dostępu do mineralnych surowców i ich pozyskiwania staje się strategicznym celem działania Unii Europejskiej. Ważnymi założeniami tej polityki jest realizacja zasad zrównoważonego rozwoju, a więc maksymalnego ograniczenia transportu surowców (w tym kruszyw) oraz poprawie efektywności wykorzystania zasobów we wszystkich sektorach, przy zachowaniu i aktywnej ochronie środowiska przed nadmierną eksploatacją i zanieczyszczeniem.

W wydobywaniu i produkcji kruszyw naturalnych w Polsce zdecydowaną przewagę mają kruszywa żwirowo-piaskowe, które stanowią ok. 2/3 produkcji. W porównaniu do struktury produkcji kruszyw w UE i innych krajach europejskich, struktura ta znacznie różni się. W krajach tych przewagę ma produkcja kruszyw łamanych, co wynika z uwarunkowań złożowych, a są takie, w których niemal 100% produkcji stanowią kruszywa łamane (Cypr, Grecja, Turcja) lub kruszywa żwirowo-piaskowe (Malta). Tak więc, uogólniając, w wypadku krajów unijnych kruszywa żwirowo-piaskowe stanowią ok. 40% wydobywania, kruszywa łamane – 53 %, a pozostałe ok. 7%.

...W POLSCE

W Polsce kruszywa żwirowo-piaskowe, wydobywane głównie spod lustra wody, stosowane są przede wszystkim w budownictwie do produkcji różnych rodzajów betonów i wyrobów betonowych. Obecnie w kraju istnieje ok. 1000 betoniarni, których zdolności produkcyjne wynoszą (dane z 2016 r.) ok. 60 mln m³ betonu na rok. Szacuje się, że obecnie do produkcji betonu zużywa się 65 do 75 mln ton żwirów, mieszanek i częściowo piasków. Potrzeba stosowania coraz wyższej jakości betonów i wyrobów betonowych (budownictwo wysokie i specjalne konstrukcje inżynierskie) powo-

duje systematycznie rosnące zastosowanie do tych celów żwirów i piasków klasyfikowanych, przy malejącym udziale mieszanek i nikłym mieszanek nieklasyfikowanych (pospółek) [2].

Drobne piaski klasyfikowane i nieklasyfikowane stosowane są przede wszystkim w budownictwie drogowym do podbudów oraz różnych prac inżynierskich, a ich zużycie w dużym stopniu uzależnione jest od wielkości realizowanych inwestycji drogowych. W szczytowym okresie 2018 r. osiągnęło wielkość ponad 170 mln ton, co stanowiło ponad 55% wydobywania i było znacznie wyższe niż w poprzednim szczycie zapotrzebowania przypadającym na lata 2011–2014 (ok. 140 mln ton).

Surowce skalne do produkcji kruszyw łamanych eksploatuje się w wyrobiskach naziemnych stokowych, wgłębnym lub stokowo-wgłębnym. Kruszywa łamane, których wydobywanie kształtowało się w 2016–2017 na poziomie ok. 71 mln ton stosowane są przede wszystkim w drogownictwie (podbudowy, warstwy nośne i ścieralne dróg), kolejnictwie (podbudowy torów) i budownictwie kubaturowym (betony wysokich marek i betony specjalne). Szacunkowe zużycie kruszyw łamanych kształtowało się w wymienionym okresie następująco: budownictwo drogowe – 55–70 %, budownictwo kolejowe – 10–20 %, budownictwo kubaturowe – 20–25 % [2].

WYKORZYSTANIE KRUSZYW

W najczęściej budowanych w Polsce nawierzchniach asfaltowych kruszywa (w zależności od kategorii drogi) stanowią 90–95% użytych surowców i materiałów. Do wykonania górnych warstw nawierzchni dróg najczęściej stosowane są kruszywa produkowane ze skał magmowych (bazalt, granit, melafir, gabro-diabaz, porfir), które cechują się dobrymi właściwościami, w tym dużą wytrzymałością na ściskanie. Do dolnych warstw nawierzchni dróg wszystkich kategorii powinny być stosowane kruszywa ze skał osadowych (dolomit, wapień, piaskowiec, kwarcyt). Wieloletnie



	CENY KRUSZYW DROGOWYCH [zł/tona]
Grys dolomitowy 11,2–16 mm	50,16–73,15
Grys dolomitowy 8–12 mm	43,89–57,48
Grys dolomitowy 8–16 mm	48,07–62,70
Kliniec granitowy	52,25–78,38
Kruszywa dolomitowe łamane 0–60 mm	26,12–41,80
Kruszywa dolomitowe łamane 60–120 mm	31,35–62,70
Kruszywa dolomitowe – tłuczeń	36,58–62,70
Kruszywo wapienne 16–31 mm	31,35–62,70
Kruszywo wapienne 4–16 mm	31,35–52,25

TAB. 2

Cennik kruszyw drogowych 2020 na podstawie danych zebranych w kwietniu 2020 roku przez portal kb.pl

	CENY KRUSZYW BUDOWLANYCH [zł/tona]
Żwir ogrodowy 16–32 mm	41,80–94,05
Żwir do betonu 2–8 mm	52,25–94,05
Żwir do betonu 4–16 mm	47,02–83,60
Żwir płukany do drenażu opaskowego 16–32 mm	52,25–83,60
Żwir płukany do drenażu opaskowego 8–16 mm	47,02–83,60

TAB. 3

Cennik kruszyw budowlanych 2020 na podstawie danych zebranych w kwietniu 2020 roku przez portal kb.pl

EFFICIENT SCREENING USING TRAMPOLINE EFFECT



The "FLIP-FLOW" screen is designed to handle material with properties that allow it to get caught in the mesh - such as excessive moisture or low density.

Applications:

Urban solid waste - Metals - Slags from Incineration - Expired drugs - Used tires - Biomass - Glass - Construction waste, and more...

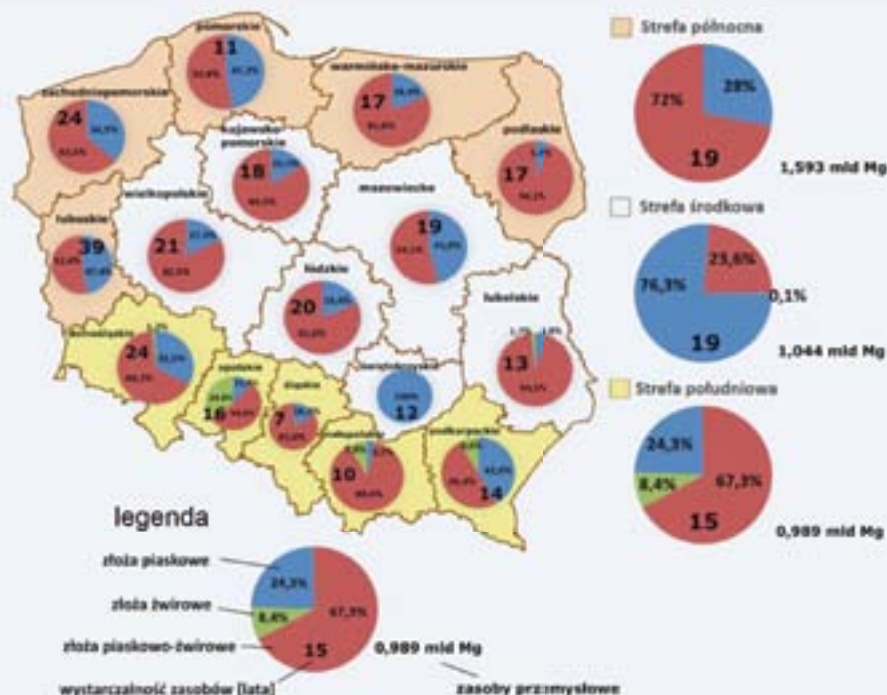
www.skako.com
Sales Manager Poland:
Mariusz Puchalka
+48 504 107 433

SKAKO
VIBRATION

doświadczenia wykazały, że kruszywa produkowane ze skał metamorficznych (amfibolit, migmatyt) również mogą być stosowane zarówno do warstw ścieralnych, jak i dolnych warstw nawierzchni.

Do dolnych warstw podbudów oraz warstw mrozoodpornych na ogół używane są żwirry, różnoziarniste piaski i pospółki. Dobra zagęszczalność żwirów i piasków zapewnia odpowiednią nośność drogi, a ich przepuszczalność gwarantuje skuteczne odwodnienie. Do warstw tych stosowane też bywają kruszywa alternatywne (sztuczne, wtórne, z recyklingu). W celu zmniejszenia kosztów budowy i remontów dróg do dolnych warstw nawierzchni powinny być wykorzystywane w możliwie dużej ilości kruszywa produkowane z naturalnych surowców lokalnych i alternatywnych [3].

Oprócz budownictwa, kruszywa naturalne mają zastosowanie w wielu innych sektorach gospodarki, takich jak energetyka, chemia, górnictwo, rolnictwo itd. Drobne piaski o wysokiej zawartości kwarcu stosowane są niemal w całej współczesnej elektronice (telewizory, komputery, telefony komórkowe, panele słoneczne itp.). Ostatnio piaski stosowane są również do wydobycia węglowodorów metodą szczelinowania hydraulicznego, do budowy i utrzymania nawierzchni sportowych itp. [2].



RYS. 1

Udział procentowy poszczególnych grup kruszyw w zasobach przemysłowych w województwach i strefach regionalnych wraz ze statystyczną wystarczalnością zasobów w 2015 r. [4].

KRUSZYWA NATURALNE

Główną normą opisującą kruszywa, zdefiniowane jako mieszanki niezwiązane, jest PN-EN 12620. W specyfikacji tej zawarto klasyfikację kruszyw, jednak brak jest jasnych wytycz-

nych i przykładów, gdzie i kiedy można stosować dany rodzaj kruszyw. Dlatego stosowanie kruszyw w budownictwie kubaturowym czy drogowym wymaga korzystania z norm lub wytycznych implementujących

WYMAGANIA DOTYCZĄCE DOKUMENTACJI GEOLOGICZNEJ ZŁOŻA KOPALINY W POSZCZEGÓLNYCH KATEGORIACH ROZPOZNANIA ZŁOŻA KOPALINY LUB JEGO CZĘŚCI [7]:

KATEGORIA D – granice złoża kopaliny, jego budowę geologiczną i przewidywane zasoby określa się na podstawie istniejących dostępnych danych geologicznych, w szczególności uzyskanych z odosobnionych wyrobisk lub odsłoneń naturalnych, interpretacji geologicznej danych geofizycznych przy zastosowaniu ekstrapolacji, przy czym błąd oszacowania średnich wartości parametrów złoża i zasobów może przekraczać 40%;

KATEGORIA C2 – granice złoża kopaliny określa się na podstawie danych uzyskanych z wyrobisk, odsłoneń naturalnych lub badań geofizycznych metodą interpolacji lub odpowiednio uzasadnionej ekstrapolacji; poznane są główne cechy formy, budowy i tektoniki złoża; wstępnie są określone warunki geologiczno-górnictwa eksploatacji, jakoś kopaliny jest rozpoznana na podstawie systematycznego opróbowania w pełnym zakresie możliwych zastosowań kopaliny, przy czym błąd oszacowania średnich wartości parametrów złoża i zasobów nie może przekraczać 40%;

KATEGORIA C1 – granice złoża kopaliny określa się na podstawie danych uzyskanych z wyrobisk rozpoznawczych, z odsłoneń naturalnych lub badań geofizycznych metodą interpolacji lub w ograniczonym stopniu ekstrapolacji; stopień rozpoznania złoża jest wystarczający dla opracowania projektu zagospodarowania złoża, w tym dla szczegółowego określenia formy, budowy, tektoniki złoża i jakości kopaliny w złożu, warunków geologiczno-górnictwa eksploatacji oraz do dokonania oceny wpływu przewidywanej eksploatacji na środowisko, przy czym błąd oszacowania średnich wartości parametrów złoża i zasobów nie może przekraczać 30%;

KATEGORIA B – granice złoża kopaliny określa się w sposób uściślony na podstawie danych uzyskanych ze specjalnie wykonanych w tym celu wyrobisk rozpoznawczych lub badań geofizycznych, jest wymagane określenie formy i budowy złoża, korelacji warstw, podstawowych cech tektoniki w sposób jednoznaczny; jakoś i własności technologiczne kopaliny powinny być potwierdzone na podstawie wyników prób w skali półtechnicznej lub przemysłowej; stopień rozpoznania złoża jest wystarczający dla opracowania projektu zagospodarowania złoża, przy czym błąd oszacowania średnich wartości parametrów złoża i zasobów nie może przekraczać 20%;

KATEGORIA A – złożo kopaliny jest rozpoznane w stopniu umożliwiającym bieżące planowanie i prowadzenie jego eksploatacji przy możliwie najwyższym stopniu wykorzystania zasobów; jest wymagane określenie formy i budowy złoża, tektoniki, zasobów, na podstawie danych uzyskanych z wyrobisk udostępniających, przygotowawczych i eksploatacyjnych, rodzaju, jakości kopaliny i jej właściwości technologicznych na podstawie systematycznego opróbowania wyrobisk i danych uzyskanych z bieżącej produkcji; stopień rozpoznania złoża jest wystarczający dla opracowania projektu zagospodarowania złoża, przy czym błąd oszacowania średnich wartości parametrów złoża i zasobów w poszczególnych blokach nie może przekraczać 10%.

odpowiednie przepisy dotyczące wykorzystania tych materiałów w praktyce. Są to odpowiednio:

- Norma PN-EN 206 dla betonu;
- Wymagania Techniczne WT-1 dla kruszyw do mieszanek bitumicznych i powierzchniowych utrwaleń;
- Wymagania Techniczne WT-4 dla mieszanek niezwiązanych stosowanych w drogownictwie;
- Wymagania Techniczne WT-5 dla mieszanek związanych hydraulicznie stosowanych w drogownictwie.

Kruszywa naturalne obejmują wszystkie kruszywa mineralne pochodzące ze złóż (skał) naturalnych, zarówno kruszywa żwirowe (żwirowo-piaskowe), jak i kruszywa łamane – produkowane ze skał litych (bazalt, granit, dolomit, piaskowiec, wapień itd.), poddanych mechanicznej obróbce (kruszeniu). Ze względu na rodzaj surowca skalnego i sposób produkcji kruszywa żwirowe (kruszone lub niekruszone) dzieli się na [1]:

- piasek do 2 mm;
- żwir 2–63 mm;
- otoczaki 63–250 mm;
- mieszanki klasyfikowane;
- pospółkę – kruszywo niekruszone stanowiące mieszaninę piasku i żwiru (do 63 mm).



Kruszywa łamane, uzyskane przez mechaniczne rozdrobnienie skał litych, dzielą się na: kliniec, tłuczeń, grys, mieszanki sortowane, kamień łamany, niesorty, miał. Kliniec to kruszywo łamane stosowane do robót drogowych i budowlanych, zwykle o wielkości ziaren 4–31,5 mm. Tłuczeń stosowany jest głównie do robót drogowych i charakteryzuje się uziarnieniem 31,5–63 mm. Grysy to kruszywa granulowane, wykorzystywane do budowy dróg na warstwy ścieralne, wiążące i wyrównawcze, betony asfaltowe, mieszanki mine-

ralno-asfaltowe oraz w budownictwie (produkcja betonów) [1].

PRODUKCJA NATURALNYCH KRUSZYW DROGOWYCH

Polska jest znaczącym producentem i użytkownikiem kruszyw naturalnych. Zakładów górniczych (kopalni), w których eksploatuje się kruszywa, jest ponad 4000. W większości (ok. 80%) są to małe zakłady (żwirownie) zatrudniające do pięciu pracowników. Kopalni, z których wydobywa się powyżej 100 tys.



MÓJ **NAPĘD** JEST PRODUKCJI **NORD!** NOWY **MAXXDRIVE XT**

- Wysokie obciążenia termiczne bez zewnętrznego chłodzenia
- Niezawodna praca, wysoka żywotność, niski nakład prac konserwacyjnych
- System napędowy skrojony na miarę dzięki modułowemu systemowi NORD



REDUKTOR + SILNIK + FALOWNIK = KOMPLETNY SYSTEM NAPĘDOWY

NORD
DRIVESYSTEMS

t/rok kruszyw, co można uznać za produkcję masową, jest w Polsce ok. 12%.

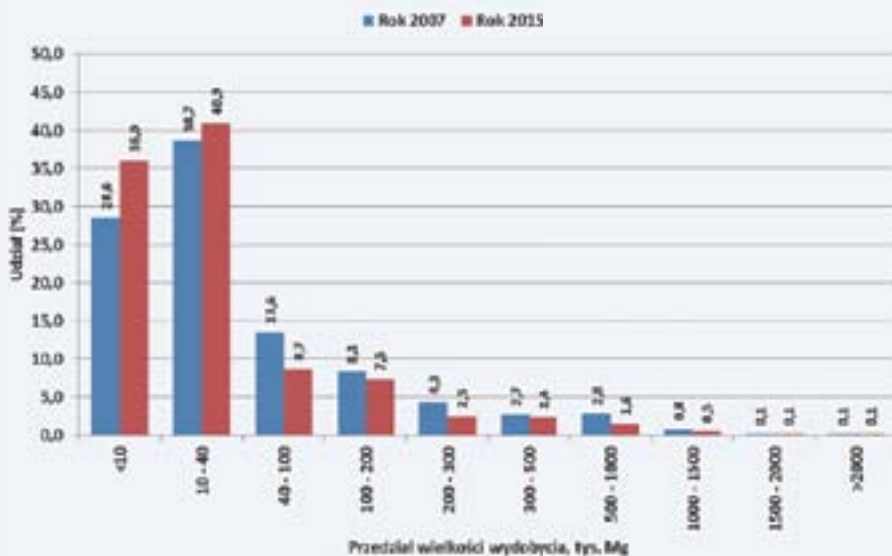
Większość surowców skalnych, z których produkowane są polskie kruszywa mineralne stosowane w budownictwie drogowym, ułożona jest na południu kraju. Dotyczy to szczególnie skał magmowych, z których produkowane są najlepsze jakościowo drogowe kruszywa łamane, oraz skał metamorficznych (amfibolity, migmatyty, gnejsy, serpentyny). W Polsce centralnej i południowej eksploatowane są głównie skały osadowe (wapień, dolomity, piaskowce, piaskowce kwarcytowe) i kruszywa piaszczysto-żwirowe [1].

Piaski i żwiry w znacznych ilościach wydobywa się na północy kraju. W północnej i środkowej strefie kraju wykorzystywane są też w drogownictwie polodowcowe głązy i otoczaki, z których produkowane są odpowiedniej jakości kruszywa łamane. Zapotrzebowanie na naturalne kruszywa łamane w dużym stopniu zależy od wielkości realizacji budownictwa drogowego i kolejowego, a w mniejszym stopniu od stanu budownictwa kubaturowego.

Wydobycie i produkcja kruszyw łamanych, z uwagi na uwarunkowania geologiczne, jest skoncentrowana (ok. 90% wydobycia krajowego) w trzech województwach: dolnośląskim, świętokrzyskim i małopolskim. Znaczące dysproporcje pomiędzy wielkością dobrej jakości dostępnych zasobów skał a produkcją naturalnych kruszyw łamanych w poszczególnych regionach kraju skutkują koniecznością międzyregionalnych przewozów kruszyw drogowych na duże odległości (400 km i więcej), co odbywa się głównie (ponad 80%) transportem samochodowym [1].

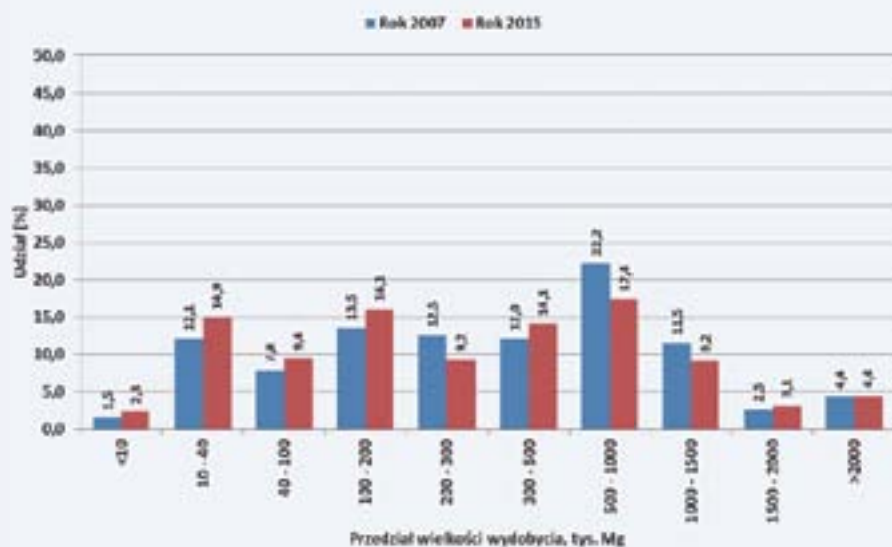
Odległość od kopalń kruszyw łamanych, dotycząca północy i środkowej części Polski, sprawiła, że w tych rejonach kraju opłaca się również importować kruszywa łamane z zagranicy, szczególnie z krajów skandynawskich, Ukrainy oraz Czech, Słowacji czy Niemiec. To właśnie ten import stanowi, wspomniany na początku artykułu, 2-3% wolumen wartości zużywanych kruszyw w Polsce.

Żwiry i piaski eksploatowane są na terenie całego kraju (we wszystkich województwach i w obszarze bałtyckim). Niestety, w produkcji kruszyw żwirowych niekorzystnym zjawiskiem jest pogarszanie się jakości bazy surowcowej złóż. Na wyczerpaniu są złoża typowo żwirowe, maleje również udział zasobów złóż żwirowo-piaskowych, a wzrasta udział zasobów złóż piaskowych, w których udział ziaren drobnych (poniżej 2 mm) wynosi powyżej 75%, podczas gdy budownictwo potrzebuje coraz więcej kruszyw o uziarnieniu grubym [1].



RYS. 2

Rozkład liczby eksploatowanych złóż piasków i żwirów w zależności od wielkości wydobycia w latach 2007 i 2015 [5].



RYS. 3

Rozkład wielkości wydobycia ze złóż kamieni łamanych w latach 2007 i 2015 [5].

Biorąc pod uwagę tzw. bilans kruszyw, czyli złoża udokumentowane, widać wyraźnie znaczne niedobory surowców luźnych, czyli piasków i żwirów. Przy założeniu, że wydobycie będzie się utrzymywało na poziomie 150–170 mln ton rocznie, złoża te wystarczą na kilkanaście lat, co przy planach rozbudowy infrastruktury drogowej i kolejowej oraz budownictwa kubaturowego nie jest wartością wystarczającą.

Jednak statystyki nie oddają rzeczywistej sytuacji. Mimo ogromnego w ostatnich latach wydobycia, zasoby nie maleją. Różnice między statystyką i praktyką biorą się

stąd, że ocenę złoża i jego dokumentację przeprowadza się według kryteriów ekonomicznych, czyli opłacalności jego eksploatacji, a nie według zasad określających rzeczywiste zasoby geologiczne na danym terenie.

Jeśli chodzi o skały lite, w bilansie kruszyw figurujące często jako kamień łamany i bloczny, to według oficjalnych statystyk osiągnęliśmy stabilizację na poziomie ok. 4,7 mld ton. Zatem przy założeniu produkcji na poziomie 55 mln ton rocznie, zasoby te można określić jako zasoby, które wystarczą na kilkadziesiąt lat [6]. ■

LITERATURA

- [1] Kozioł W., Ciepliński A., Machniak Ł., Borc A.; *Kruszywa w budownictwie; Nowoczesne Budownictwo Inżynieryjne*; Lipiec-Sierpień 2015
- [2] Kozioł W., Machniak Ł., Borc A., Baic I.; *Górnictwo kruszyw w Polsce – szanse i zagrożenia*; Inżynieria Mineralna; Lipiec-Grudzień 2016
- [3] Kozioł W.; *Kruszywa do budowy dróg krajowych i samorządowych*; Nowoczesne Budownictwo Inżynieryjne; Marzec-Kwiecień 2019
- [4] Kozioł W., Baic I., Ciepliński A.; *Kruszywa żwirowo-piaskowe. Tendencje zmian jakości zasobów*; *Kruszywa mineralne*; Politechnika Wrocławska 2018
- [5] Kozioł W., Baic I.; *Kruszywa naturalne w Polsce – aktualny stan i przyszłość*; Przegląd Górniczy Nr 11, Tom 74, Listopad 2018
- [6] Kukielska D., Góralczyk S.; *Branża kruszyw w świetle uwarunkowań Europejskiej Polityki Surowcowej*; *Kruszywa* 1/2016
- [7] Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 1 lipca 2015 r. Dz. U. z 2015 r. poz. 987

Wydobycie i produkcja drobnych frakcji kruszyw żwirowo-piaskowych

Wiesław Kozioł, Ireneusz Baic, Wiesław Blaschke

W ramach współpracy z organizatorami konferencji Kruszywa Mineralne publikujemy wybrany artykuł z monografii „Kruszywa Mineralne, t.3”, pod redakcją naukową Wojciecha Glapy, wydawca: Wydział Geoinżynierii, Górnictwa i Geologii Politechniki Wrocławskiej.

Stopniowe pogarszanie się jakości bazy surowcowej żwirów i piasków i równocześnie wzrost zapotrzebowania budownictwa na najlepsze jakościowo grube frakcje kruszyw (5/8 mm, 8/11, itd.), [PIG-PIB 2008–2018, Kozioł...2018c, Kozioł 2018d] ma duży wpływ na wzrost frakcji trudno zbywalnych i niezbywalnych (odpadowych) produkowanych w kraju kruszyw. Dotyczy to szczególnie kruszyw żwirowo-piaskowych, w zasobach których systematycznie wzrasta udział frakcji drobnych (poniżej 2 mm), na które jest ograniczone zapotrzebowanie budownictwa i często traktowane są jako materiał nieużyteczny (odpadowy). Ponieważ praktycznie nie wiadomo, jakie jest wydobycie, produkcja i zużycie tych kruszyw, podjęto próbę oceny w skali kraju i poszczególnych regionów (województw, stref regionalnych) ilości wydobywanych i produkowanych frakcji piaskowych kruszyw.

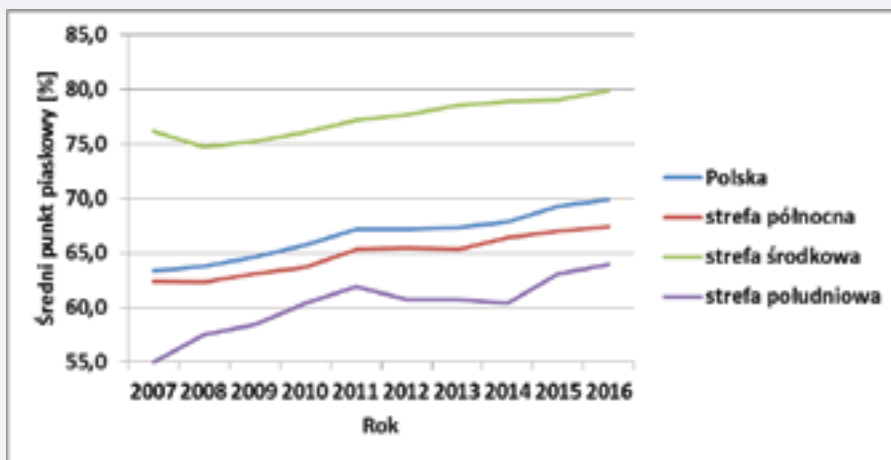
TENDENCJE ZMIAN UDZIAŁU FRAKCJI PIASKOWYCH W ZASOBACH ŻWIRÓW I PIASKÓW

Ocenę ilości drobnych frakcji w zasobach kruszyw żwirowo-piaskowych można w przybliżeniu ustalić na podstawie obliczenia średnich punktów piaskowych (zawartość frakcji poniżej 2 mm) w analizowanych zasobach. Przyjmując podział udokumentowanych zasobów żwirów i piasków na trzy podstawowe grupy [PIG-PIB 2008–2018, Kozioł 2018c, Kozioł 2018d], tj.: piaski, piaski ze żwirem, żwiry i określając dla każdej z tych grup przeciętne (średnie) punkty piaskowe (PP), a to: piaski – 85%, piaski ze żwirem – 60%, żwiry – 25%, obliczono następnie średnie punkty piaskowe w zestawianych w corocznych bilansach kopalin [Kozioł 2018d] zasobach bilansowych, przemysłowych i w kopalnie (zasobach) wydobytej. Przykładowe obliczenia dla poszczególnych województw, stref i całego kraju przedstawiono w TAB. 1 (zasoby bilansowe) i na RYS. 1–5 (zasoby bilansowe, przemysłowe i wydobyte). Analizę przeprowadzono dla lat 2007–2016, co umożliwiło określenie tendencji

WYSZCZEGÓLNIENIE	ŚREDNIE PP W ZASOBACH BILANSOWYCH W LATACH [%]									
	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
Polska	64,6	64,7	65,2	65,8	66,1	66,5	66,7	66,9	67,4	67,5
strefa północna	62,3	62,6	63,4	63,9	64,3	65,1	65,2	65,5	66,0	66,4
strefa środkowa	78,4	78,0	78,4	79,0	79,1	79,4	79,5	79,7	79,8	80,0
strefa południowa	58,6	58,8	59,1	59,6	59,9	59,9	60,1	60,2	60,7	60,5
dolnośląskie	60,4	60,2	60,5	61,3	61,5	61,6	61,8	62,2	63,9	62,8
kujawsko-pomorskie	74,4	75,3	77,7	78,5	79,5	79,5	79,8	80,3	80,7	81,3
lubelskie	83,9	83,7	83,7	83,7	83,8	83,9	84,0	84,0	84,1	84,1
lubuskie	62,4	62,7	64,0	64,4	65,3	65,5	65,4	65,7	66,0	66,1
łódzkie	72,8	73,7	75,0	77,8	78,1	77,7	77,8	77,9	77,7	77,8
małopolskie	48,3	50,0	50,7	50,8	50,8	50,6	50,6	50,5	50,5	50,5
mazowieckie	75,4	75,3	75,7	76,2	76,1	76,9	77,2	77,4	77,6	78,0
opolskie	58,5	58,5	58,8	58,9	59,1	59,2	59,4	59,3	59,3	59,5
podkarpackie	67,7	67,2	67,2	68,1	68,7	68,9	68,9	68,9	69,0	69,3
podlaskie	60,6	60,7	60,8	61,1	61,2	61,3	61,3	61,2	61,2	61,3
pomorskie	65,1	64,5	65,8	66,5	66,9	67,4	68,3	68,6	69,9	70,7
śląskie	63,5	63,7	64,2	64,2	64,0	63,7	63,9	64,0	64,0	64,1
świętokrzyskie	83,1	82,8	82,8	82,9	82,9	82,9	82,9	82,9	82,9	82,9
warmińsko-mazurskie	60,6	61,7	62,2	62,9	63,4	63,7	63,8	64,1	64,2	64,5
wielkopolskie	75,7	74,0	74,5	75,0	75,4	76,3	76,5	77,0	77,6	77,8
zachodniopomorskie	64,1	64,4	65,3	66,2	66,0	68,7	68,7	69,9	71,0	71,2

TAB. 1

Średnie punkty piaskowe w zasobach bilansowych kruszyw żwirowo-piaskowych w latach 2007–2016 [PIG-PIB, Kozioł 2018d]



RYS. 1

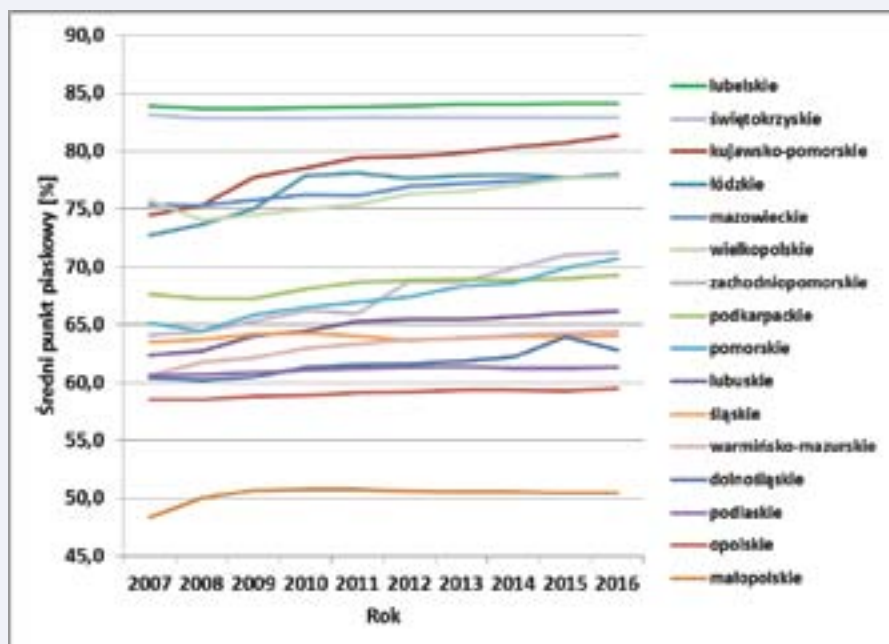
Tendencje zmian średnich punktów piaskowych zasobów bilansowych w latach 2007–2016

zmian zawartości frakcji drobnych w zasobach i wydobywanej kopalinie w okresie 10-letnim.

Z TAB. 1 i RYS. 1 wynika, że w 2016 r. w kraju w zasobach bilansowych średni punkt pia-

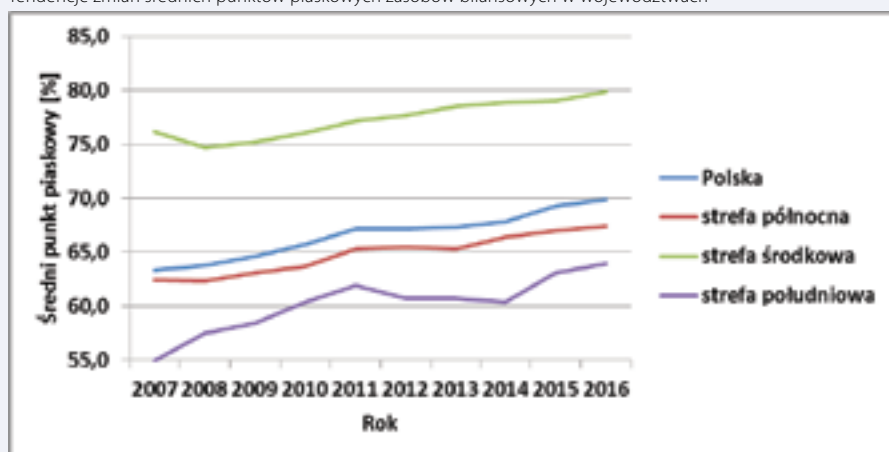
skowy wyniósł 67,5% i w ciągu 10 lat wzrósł o 4,5%. Najniższy PP mają zasoby w strefie południowej (60,5%), w tym w województwie małopolskim (50,5%) i opolskim (59,5%). Natomiast w regionie środkowym średni PP





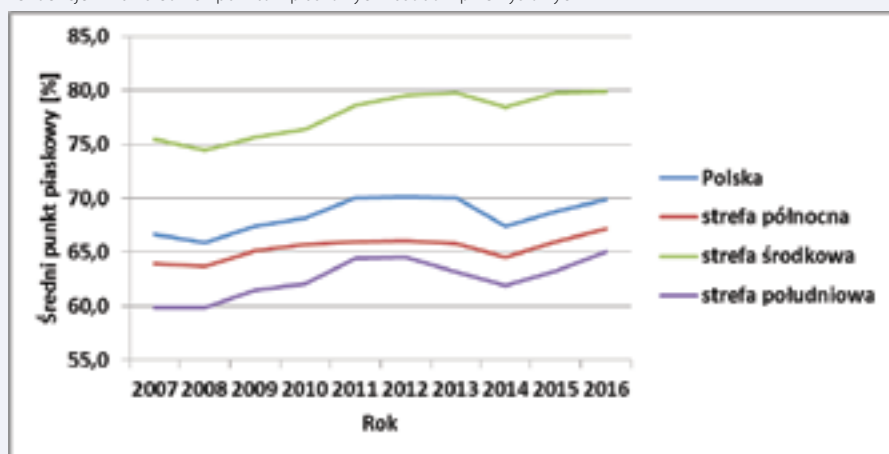
RYS. 2

Tendencje zmian średnich punktów piaskowych zasobów bilansowych w województwach



RYS. 3

Tendencje zmian średnich punktów piaskowych zasobów przemysłowych



RYS. 4

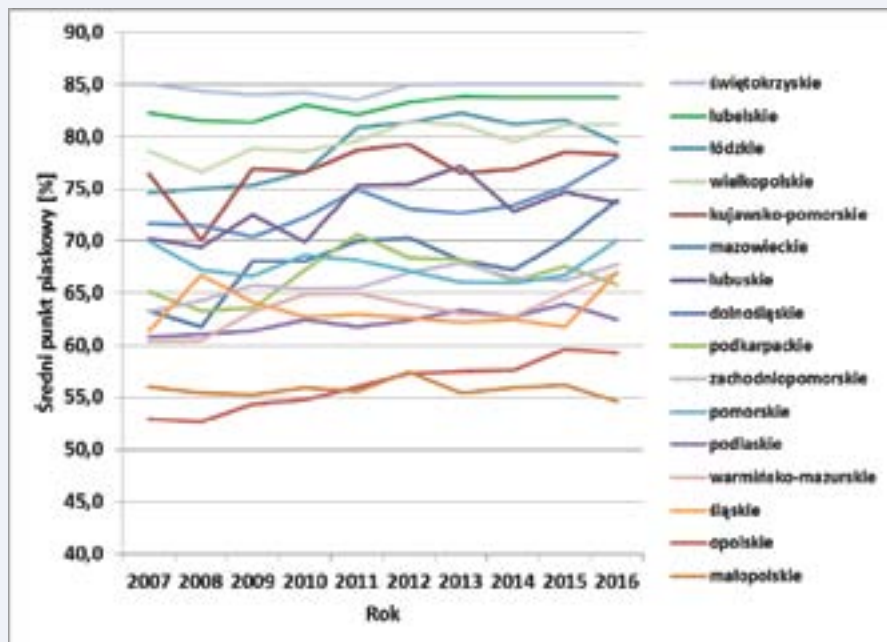
Tendencje zmian średnich PP zasobów wydobytych

jest najwyższy i wynosi 80%, w tym w woj. lubelskim – 84,1%, a w woj. świętokrzyskim – 82,9%. Na RYS. 2 przedstawiono tendencje zmian średnich PP zasobów bilansowych w województwach. Różnice wartości PP pomiędzy województwami mieszczą się w przedziale 50% (woj. małopolskie) do prawie 85% (woj. lubelskie). W zasobach przemysłowych (RYS. 3) w kraju w 2016 r. średni PP

był wyższy w porównaniu do zasobów bilansowych – 69,9% i co charakterystyczne w ciągu 10 lat wzrósł aż o 10,4%, czyli średnioroczny wzrost PP w zasobach przemysłowych wynosi ponad 1%. Charakterystyczne i niepokojące jest to, że najwyższy wzrost odnotowano w strefie południowej (o 16,4%), czyli w regionie mającym pod względem jakości (uziarnienia) najlepsze

złoża żwirowo-piaskowe, następuje najszystsze ich pogorszenie. Najniższe wartości PP mają zasoby przemysłowe w woj. opolskim (50,8%) i w woj. małopolskim (58,4%) oraz podlaskim (61,4%), zaś najwyższe w woj. świętokrzyskim (85%), lubelskim (83%), wielkopolskim (81,2%) i kujawsko-pomorskim (81,1%). Wyższe wartości PP w zasobach przemysłowych w porównaniu do zasobów bilansowych wskazują, że część złóż żwirów i piasków o stosunkowo korzystnym uziarnieniu (niższe wartości PP) nie jest obecnie zagospodarowywana, prawdopodobnie ze względów środowiskowych. Szczególnie duże różnice wartości PP występują w regionie południowym (w 2016 r. zasoby bilansowe – 60,5%, przemysłowe – 64%), w tym w województwach: dolnośląskim (62,8/69,3%) i małopolskim (50,5/58,4%). Natomiast w woj. opolskim jest sytuacja odwrotna – wydaje się, że prawidłowa z punktu widzenia eksploatacyjnego. W 2016 r. PP w zasobach przemysłowych (50,8%) jest znacznie niższy od PP w zasobach bilansowych (59,5%). Stosunkowo duże różnice wartości PP odnotowano również dla województw: lubuskiego (w 2016 r. zasoby bilansowe – 66,1, zasoby przemysłowe – 73,4%), łódzkiego (77,8/80,2%) i wielkopolskiego (77,8/81,2%) [Kozioł 2018d]. W roku 2017 (danych za rok 2018 jeszcze brak) nastąpił dalszy wzrost PP w zasobach przemysłowych do średniej wartości 70,6% [PIG-PIB 2018].

Z punktu widzenia eksploatacyjnego ważne są wartości PP w kopalnie (zasobach) wydobytej. W 2016 r. średni PP w zasobach wydobytych (RYS. 4–5) wyniósł – podobnie jak w zasobach przemysłowych – 69,9% i w okresie 10 lat wzrósł o 4,8% [Kozioł 2018d]. Najniższy PP był w strefie południowej (65,1% – wzrost o 8,7%), a najwyższy w strefie środkowej (79,9%). W skali poszczególnych województw (RYS. 5) najniższe PP mają wydobywane zasoby w województwie małopolskim (54,6% w 2016 r.), opolskim (59,3% – wzrost w ciągu 10 lat o 12,0%), podlaskim (62,5%) i podkarpackim (65,8%). Z kolei najwyższe PP w wydobywanych zasobach odnotowano w woj. świętokrzyskim (85%), lubelskim (83,8%), wielkopolskim (81,2%) i łódzkim (79,4%). Wartości te są zbliżone do wartości PP w zasobach przemysłowych. Z porównania średnich wartości PP w zasobach wydobytych i przemysłowych wynika, że w skali kraju i trzech stref regionalnych wartości te są takie same (kraj, strefa środkowa) lub bardzo zbliżone (strefa północna i południowa). Natomiast w skali województw w 4 przypadkach wartości są takie same lub bardzo podobne (lubelskie, łódzkie, świętokrzyskie, wielkopolskie), w 6 województwach są wyż-



RYS. 5

Tendencje zmian średnich PP zasobów wydobytych w województwach

sze (dolnośląskie, mazowieckie, opolskie, podlaskie, śląskie, warmińsko-mazurskie) i w 6 niższe (woj.: kujawsko-pomorskie, lubuskie, małopolskie, podkarpackie, pomorskie, zachodniopomorskie). Z analizy tendencji zmian PP w zasobach wydobytych w latach 2007–2016 wynika, że zmiany te (wzrost PP) są wolniejsze w porównaniu do zmian średniego PP w zasobach przemysłowych, a także i zasobach bilansowych. Oznacza to, że w pierwszej kolejności eksploatowane są zasoby lepsze jakościowo, o niższych wartościach PP, co z punktu widzenia ekonomicznego jest oczywiste. Podsumowując analizę PP w udokumentowanych i eksploatowanych zasobach kruszyw należy stwierdzić, że średnie punkty piaskowe w zasobach żwirów i piasków wynoszą od ok. 50 do 85%. W 2016 r. w zasobach wydobytych średni PP wynosił: kraj – 69,9%, strefa północna – 67,2%, środkowa – 79,9%, południowa – 65,1%. W poszczególnych województwach w zasobach wydobytych średni PP kształtował się od 54,6% w woj. małopolskim do 85% w woj. świętokrzyskim.

ANALIZA ODZYSKU PIASKÓW (0–2 mm) Z WYDOBYTEJ KOPALINY

Rozdział kopaliny w procesie wydobywania

Mając oszacowaną zawartość piasków (0–2 mm) w wydobywanej kopalinie, przeprowadzono następnie próbę oceny wielkości odzysku (produkcji) tej frakcji w procesie wydobywczo-przeróbczym. W niektórych stosowanych technologiach wydobywania żwirów i piasków część drobnych frakcji jest tracona już w trakcie procesu wydobywania. Dotyczy to szczególnie eksploatacji spod lustra wody, która w Polsce stosowana jest w większości (ponad 75% wydobywania żwirów i pia-

sków). Przykładowo poniżej podano rozdział urabianej kopaliny na trzech typach pogłębiarek, najczęściej obecnie stosowanych w Polsce do wydobywania piasków i żwirów.

Pogłębiarki wieloczerpakowe – łańcuchowe

Rozdział kopaliny urobionej przez pogłębiarkę łańcuchową na ogół jest następujący [Witt, 2013]:

- frakcja nadgabarytowa (powyżej 100 mm) jest zrzucana z koparki do zbiornika poeksploatacyjnego,
- frakcja z sita 2 mm podawana jest przenośnikami taśmowymi, ewentualnie jednostkami pływającymi do zakładu przeróbczego,
- frakcja poniżej 2 mm najczęściej odprowadzana jest bezpośrednio z koparki do wyrobiska poeksploatacyjnego (frakcja nieużyteczna).

Dalszy rozdział urobku (nadawy) następuje w zakładzie przeróbczym z podziałem na produkty handlowe i odpad przeróbczy, składający się głównie z pozostałych frakcji pylastych (<0,063) i ilastych, stanowiący zwykle ok. 10% nadawy.

Pogłębiarki jednoczerpakowe chwytakowe, łyżkowe, zgarniakowe

Z pogłębiarek jednoczerpakowych najczęściej stosowane są pogłębiarki z czerpakiem chwytakowym. Obecnie mają one zastosowanie głównie do urabiania złóż o stosunkowo niskim punkcie piaskowym. Rozdział urobku na pogłębiarce jest następujący:

- bryły nadgabarytowe (ustalane w zależności od parametrów pracy zakładu przeróbczego oraz rodzaju stosowanego transportu technologicznego) oddzielane są na ruszcie wstępnym i zrucane bezpośrednio do wyrobiska poeksploatacyjnego,
- frakcja z sita 2 mm przesiewacza umieszczonego na pokładzie pogłębiarki kierowana jest na urządzenia transportowe i podawana do zakładu przeróbczego,
- podziarno z sita przesiewacza jest zrzucane do zbiornika wodnego pod pokład pogłębiarki (frakcja nieużyteczna).

W zakładzie przeróbczym ziarna pylaste (< 0,063), ilaste oraz część ziaren piasku odprowadzane jest jako odpad przeróbczy do wyrobiska poeksploatacyjnego lub osadnika.

Pogłębiarki ssące

Pogłębiarki ssące (RYS. 6) stosowane są obecnie w Polsce najczęściej, zwykle do eksploatacji złóż kruszyw żwirowo-piaskowych o PP powyżej 35%. Rozdział kopaliny podczas urabiania złoża jest następujący (RYS. 7):

- bryły nadgabarytowe, mogące się znajdować w złożu nie są urabiane. Rura ssąca pogłębiarki jest zabezpieczona odpowiednim koszem przed zablokowaniem ziarnami nadgabarytowymi,
- urobek pobrany przez rurę ssawną pogłębiarki w postaci hydromieszaniny jest odprowadzany bezpośrednio na pogłębiarce lub na lądzie. Oddzielenie wody od kopaliny następuje w odwadniaczu lub na przesiewaczu odwadniającym,
- z wodą odprowadzane są również części pylaste, ilaste oraz nieliczne ziarenka piasku. Pozostały po odwodnieniu urobek podawany jest najczęściej układem przenośników taśmowych do zakładu przeróbczego.



RYS. 6

Schemat produkcji kruszyw żwirowo-piaskowych (Witt i in., 2013)

WYSZCZEGÓLNIENIE	WYDOBYCIE W 2016 r. [tys. Mg]	PP W ZASOBACH [%]	UDZIAŁ FRAKCJI W KOPALINIE [tys. Mg]		ODZYSK FRAKCJI 0–2 mm [mln. Mg]
			0–2 mm	>2 mm	
Polska	173239	69,9	120764	51825	84,6
strefa północna	72039	67,2	48410	23629	33,9
strefa środkowa	46596	79,9	37230	9366	26,1
strefa południowa	53954	65,1	35124	18830	24,6
dolnośląskie	16895	73,9	12485	4410	8,7
kujawsko-pomorskie	5124	78,3	4012	1112	2,8
lubelskie	4308	83,8	3610	698	2,5
lubuskie	5954	73,7	4388	1566	3,1
łódzkie	6011	79,4	4773	1238	3,3
małopolskie	12084	54,6	6598	5486	4,6
mazowieckie	16580	78,0	12932	3648	9,1
opolskie	7653	59,6	4561	3092	3,2
podkarpackie	6750	65,8	4442	2309	3,1
podlaskie	20073	62,5	12546	7527	8,8
pomorskie	17791	70,1	12471	5320	8,7
śląskie	10572	67,0	7083	3489	5,0
świętokrzyskie	2052	85,0	1744	308	1,2
warmińsko-mazurskie	17588	67,0	11784	5804	8,2
wielkopolskie	12521	81,2	10167	2354	7,1
zachodniopomorskie	10633	67,7	7199	3434	5,0

TAB. 2

Produkcja (odzysk) piasków i żwirów w 2016 r. (obliczenia szacunkowe)

Ocena ilościowa produkcji kruszyw żwirowych i piaskowych

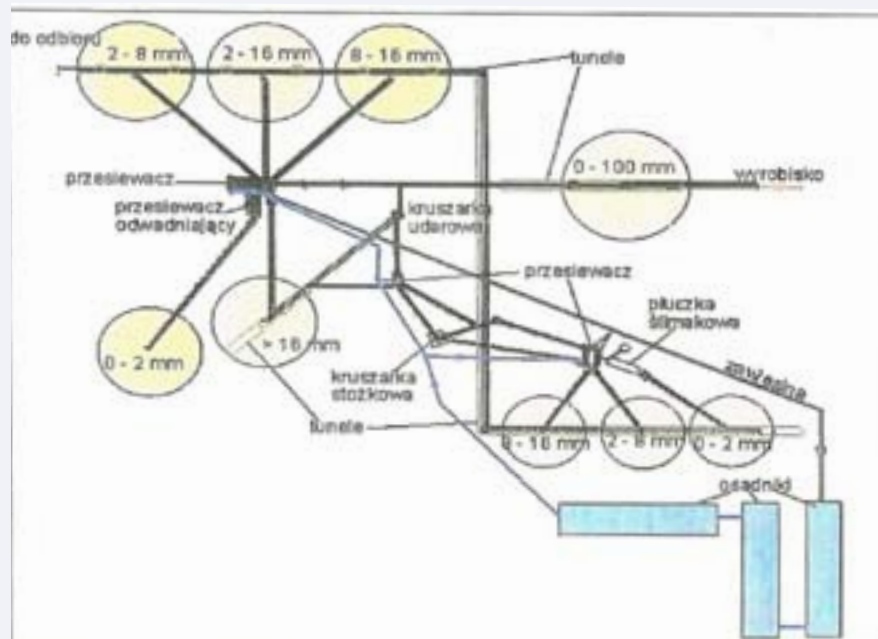
Z przedstawionej analizy wynika, że tylko zastosowanie pogłębiarek ssących (oraz hydrauliczno-pneumatycznych, w Polsce pogłębiarka tego typu stosowana jest w 1 kopalni), umożliwia pełny odzysk z wydobywanej kopaliny drobnych frakcji piasku, natomiast przy urabianiu pogłębiarkami jedno- i wieloczerpakowymi i wieloczerpakowymi frakcja piaskowa często jest bezpośrednio topiona w wyrobisku poeksploatacyjnym. Dla ustalenia szacunkowych wielkości odzysku (produkcji) tej frakcji, przyjęto następujące założenia:

1. podstawą oceny wielkości odzyskiwanej frakcji 0–2 mm jest wielkość PP w wydobywanych zasobach piasków i żwirów (w wydobywanej kopalinie),
2. spód wody wydobywa się w Polsce ok. 75% żwirów i piasków (z tendencją rosnącą), w tym ponad 50% za pomocą pogłębiarek ssących z odzyskiem frakcji drobnych; pogłębiarki ssące stosowane są w kopalniach kruszyw o większym wydobywaniu (powyżej 100 tys. Mg/rok),
3. w małych zakładach o wydobywaniu do 40 tys. Mg (koncesje na wydobywanie starostów), przeważających ilościowo (ponad

75% liczby eksploatowanych kopalń), z których uzyskuje się ponad 17% wydobycia krajowego [Kozioł 2018a, 2018d] stosowane są technologie eksploatacji suchej lub podwodnej z eksploatacją z łądu, z głównym wykorzystaniem koparek jednoczerpakowych (łyżkowych, chwytakowych, zgarniakowych) lub też zgarniarek linowych itp.,

4. w eksploatacji łądowej (ok. 25% wydobycia) w większych kopalniach wyposażonych w instalacje przerobczo-płuczające również odzyskuje się drobny piasek.

W Polsce w zależności od technologii wydobycia, wielkości zapotrzebowania (które jest zmienne) i regionu odzysk (produkcja) drobnych frakcji wynosi od 60 do 80% zawartości tej frakcji w wydobywanej kopalinie. Dla przykładowego ustalenia wielkości produkcji drobnych asortymentów piaskowych w 2016 r. przyjęto średni odzysk w wielkości 70% (TAB. 2). Na podstawie przyjętych założeń wynika, że w 2016 r., w którym wydobyto w przybliżeniu 173,2 mln Mg żwirów i piasków, praktycznie możliwe było do uzyskania ok. 51,8 mln Mg kruszyw żwirowych i 84,6 mln Mg asortymentów piaskowych (0–2 mm), czyli szacowana łączna produkcja kruszyw żwirowo-piaskowych prawdopodobnie wyniosła ok. 136,4 mln Mg to jest ok. 78,7% rocznego wydobycia wg [PIG – PIB 2018] żwirów i piasków. Pozostała część (21,3%) stanowią straty (frakcje nieużyteczne). Wielkość odzysku drobnej frakcji jest zmienna gdyż część wydobytej kopaliny piaskowo-żwirowej jest zużywana w postaci pospółek (mieszanki piaskowo-żwirowej) oraz piasków z domieszką żwirów. Udział tych frakcji w produkcji i zużyciu kruszyw jest zróżnicowany w zależności od jakości i wielkości zasobów oraz zmiennego zapotrzebowania budownictwa. Wyższy udział zużycia pospółek i piasków w niektórych latach i województwach wynika głównie z realizacji robót inżynierskich budownictwa drogowego (głównie do podbudowy dróg). Przykładem takiego okresu są lata 2011–2012, kiedy ok. 50% wydobycia żwirów i piasków zużywane było przez budownictwo drogowe w postaci piasków surowych [Kozioł, Galos 2013], również obecnie zauważa się wzrost zapotrzebowania na te kruszywa. W TAB. 2 zestawiono wyniki obliczeń produkcji (odzysku) drobnych asortymentów piaskowych (0–2 mm) w poszczególnych województwach i strefach regionalnych w 2016 r. Z zestawienia wynika, że ilościowo najwyższy odzysk piasku odnotowano w woj.: mazowieckim (9,1 mln Mg), podlaskim (8,8 mln Mg), dolnośląskim (8,7 mln Mg), pomorskim (8,7 mln Mg) i warmińsko-mazurskim (8,2 mln Mg), zaś najniższy – w woj. świętokrzyskim (1,2 mln Mg) i lubelskim (2,5 mln Mg).



RYS. 7

Schemat układu przerobczego w kopalni kruszyw żwirowo-piaskowych (Witt i in., 2013)

W strefach regionalnych szacunkowa produkcja piasków frakcji 0–2 mm jest następująca:

- strefa (region) północna – 33,9 mln Mg,
- strefa (region) środkowa – 26,1 mln Mg,
- strefa (region) południowa – 24,6 mln Mg.

WNIOSKI KOŃCOWE

1. Z analizy bazy złóż żwirów i piasków wynika, że wraz ze wzrostem udokumentowanych zasobów wzrasta udział zasobów zaliczanych do grupy piasków. Szczególnie duży wzrost frakcji piaskowych jest w zasobach przemysłowych w latach 2007–2017 (z 25,7 do 45,3%).
2. Wymiernym wskaźnikiem pogarszania się jakości zasobów jest tendencja zmian średniego punktu piaskowego (procentowa zawartość frakcji drobnej 0–2 mm) w udokumentowanych zasobach. W 2016 r. w zasobach bilansowych średni punkt piaskowy wyniósł 67,5% i w ciągu 10 lat (2007–2016) wzrósł o 4,5%. Najniższy *PP* mają zasoby w regionie (strefie) południowym (60,5%), w tym w województwie małopolskim (50,5%) i opolskim (59,5%). Natomiast w regionie środkowym średni *PP* wynosi 80%, w tym w woj. lubelskim – 84,1%, a w woj. świętokrzyskim – 82,9%.
3. W zasobach przemysłowych w kraju w 2016 r. średni *PP* był wyższy w porównaniu do zasobów bilansowych (69,9%) – i co charakterystyczne – w ciągu 10 lat wzrósł aż o 10,4%, czyli średnioroczny wzrost *PP* w zasobach przemysłowych wynosi ponad 1%. Najwyższy wzrost odnotowano w regionie południowym (o 16,4%), czyli w regionie mającym pod względem jakości (uziarnienia) najlepsze złoża, następuje najszybsze ich pogorszenie. Najniższe wartości *PP* mają zasoby przemysłowe w woj. opolskim (50,8%) i woj. małopolskim (58,4%), zaś najwyższe w woj. świętokrzyskim (85%), lubelskim (83%), wiel-

kopolskim (81,2%) i kujawsko-pomorskim (81,1%). W roku 2017 nastąpił dalszy wzrost *PP* w zasobach przemysłowych do średniej wartości 70,6%.

4. Średnie wartości *PP* w kopalinie wydobytej są podobne do wartości w zasobach przemysłowych (średnia krajowa 69,9%), nieduże różnice są dla stref regionalnych i województw [Kozioł...2018d].
5. Mając oszacowaną zawartość piasków w wydobywanej kopalinie przeprowadzono próbę oceny wielkości odzysku (produkcji) tej frakcji w procesie wydobywczoprzetwórczym. Na podstawie przyjętych założeń wynika, że w 2016 r., w którym wydobyto w przybliżeniu 173,2 mln Mg żwirów i piasków, praktycznie możliwe było do uzyskania ok. 51,8 mln Mg kruszyw żwirowych i 84,6 mln Mg asortymentów piaskowych (0–2 mm), czyli szacowana łączna produkcja kruszyw żwirowo-piaskowych prawdopodobnie wyniosła ok. 136,4 mln Mg to jest ok. 78,7% rocznego wydobywania wg PIG [4] żwirów i piasków. Pozostałą część (21,3%) stanowią straty (frakcje nieużyteczne).
6. Wielkość odzysku drobnej frakcji jest zmienna, gdyż część wydobytej kopaliny piaskowo-żwirowej jest zużywana w postaci pospółek (mieszanki piaskowo-żwirowej) oraz piasków z domieszką żwirów. Udział tych frakcji w produkcji i zużyciu kruszyw jest zróżnicowany, w zależności od jakości i wielkości zasobów oraz

zmiennego zapotrzebowania budownictwa. Wyższy udział użycia pospółek i piasków w niektórych latach i województwach z wynika głównie z realizacji robót inżynierskich budownictwa drogowego (głównie do podbudowy dróg). Przykładem takiego okresu są lata 2011–2012, kiedy ok. 50% wydobywania żwirów i piasków zużywane było przez budownictwo drogowe w postaci piasków surowych, również obecnie nastąpił wzrost zapotrzebowania na piaski w związku z dobrą koniunkturą w budownictwie drogowym i kubaturowym.

7. Pogarszanie się jakości bazy surowcowej i równocześnie wzrost zapotrzebowania budownictwa na grube frakcje kruszyw (5/8, 8/11 itd.) przyczynia się do wzrostu wydobywania kruszyw żwirowo-piaskowych z równoczesnym wzrostem produkcji drobnych, trudno zbywalnych asortymentów kruszyw.
8. Przedstawione wyniki badań powinny się przyczynić do opracowania dokładniejszych prognoz rynkowych dot. zapotrzebowania i produkcji w Polsce i w poszczególnych regionach na kruszywa naturalne, w tym szczególnie kruszywa żwirowo-piaskowe. ■

AUTORZY SĄ PRACOWNIKAMI INSTYTUTU MECHANIZACJI
BUDOWNICTWA I GÓRNICTWA SKALNEGO
ODDZIAŁ ZAMIEJSCOWY W KATOWICACH

LITERATURA

- [1] Bilanse zasobów kopalni i wód podziemnych w Polsce z lat 2007–2017, PIG – PIB, Warszawa 2008–2018
- [2] Kabziński A., 2018, *Czy na ziemi zabraknie piasku?*, Surowce i Maszyny Budowlane, 4 BMP str. 11–13
- [3] Kozioł W., Baic I., 2018, *Kruszywa naturalne w Polsce – aktualny stan i przyszłość*, Przegląd Górniczy SłiT Katowice str. 1–8
- [4] Kozioł W., Baic I., 2018, *Górnictwo skalne w Polsce szanse i zagrożenia*, Inżynieria Mineralna 2(42), str. 65–72
- [5] Kozioł W., Baic I., Ciepliński A., 2018, *Kruszywa żwirowo-piaskowe. Tendencje zmian jakości zasobów* – *Kruszywa Mineralne* t.2 Wydział Geoinżynierii, Górnictwa i Geologii Politechniki Wrocławskiej, Wrocław str. 69–84
- [6] Kozioł W., Baic I., Stankiewicz J., 2018, *Wydobywanie i produkcja drobnych frakcji kruszyw naturalnych oraz technologie ich zagospodarowania*, Monografia IMBiGS, Warszawa, str. 212
- [7] Kozioł W., Galos K., 2013, *Scenariusze zapotrzebowania na kruszywa naturalne w Polsce i w poszczególnych jej regionach*, Wyd. Poltegor-Institut, Kraków–Wrocław, str. 206
- [8] Ney R. (red.), 2007, *Surowce mineralne Polski. Surowce skalne* – *Kruszywa mineralne*, Instytut Gospodarki Surowcami Mineralnymi i Energią PAN, Kraków,
- [9] Radwanek-Bąk B., Miśkiewicz W., Bąk B., 2018, *Piasek piaskowi nie równy*, *Kruszywa* nr 1, str. 32–37
- [10] Witt A. (red.) Schmidt T., Pomorski A., 2013, *Eksploatacja krajowych złóż piasków i żwirów spod lustra wody z uwzględnieniem wprowadzenia nowych rozwiązań technologicznych*, Poltegor – Instytut Wrocław

powder&bulk
MATERIAŁY SYPKIE I MASOWE

Zasypujemy informacjami!

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

Systemy technologii proszkowej w skali laboratoryjnej, pilotowej i przemysłowej

Firma Comex Polska od wielu lat dostarcza nowatorskie systemy mielenia i separacji drobnych cząstek w zakresie mikro- i nanometrów w skali laboratoryjnej i przemysłowej. Ponadto produkuje ona urządzenia do pomiaru składu ziarnowego wraz z systemami kontroli procesu.

dr Jacek Kołacz



FOT. 1
System mielenia BMX

DROBNE MIELENIE I SEPARACJA AERODYNAMICZNA

Proces mielenia z użyciem separacji aerodynamicznej jest nadal bardzo popularną metodą rozdrabniania produktów mineralnych. Urządzenia mielące mogą być używane w bardzo niekorzystnych warunkach, w których takie parametry, jak poziom wypełnienia młyna, rozmiar młynników, stosunek ilości materiału do ilości młynników, prędkość obrotowa, temperatura, mogą znacznie odbiegać od optymalnych. Dodatkowo w układzie zamkniętym, gdy sprawność klasyfikacji jest mała, drobne cząstki materiału są zawracane do młyna zamiast do frakcji gotowego produktu, co powoduje spowolnienie procesu mielenia. Przeprowadzenie optymalizacji mielenia i klasyfikacji wymaga bardzo wielu doświadczeń i jest pracochłonne. W efekcie taki proces optymalizacji jest praktycznie niemożliwy w warunkach przemysłowych ze względu na wysokie koszty, pracochłonność oraz zużycie materiału wsadowego. Z powodu powyższych ograniczeń Comex wprowadził na rynek kompletny układ mielenia w skali laboratoryjnej – BMX (przedstawiony na FOT. 1), który rozwiązuje większość wspomnianych problemów.

System BMX jest bardzo kompaktowy i może pracować w małym pomieszczeniu laboratoryjnym oraz wymaga jedynie niewielkiej ilości materiału, nawet kilkunastu kilogramów. Dodatkowo system BMX wyposażony jest w nagrzewnicę elektryczną, która umożliwia uzyskanie temperatury mielenia w zakresie 20–150°C. Jest to bardzo ważny element optymalizacji ze względu na to, że większość układów mielenia w skali przemysłowej pracuje w zdecydowanie wysokich temperaturach. Wszystkie parametry układu mielenia i klasyfikacji, włącznie ze składem ziarnowym poszczególnych strumieni masowych wewnątrz układu, są rejestrowane w układzie kontrolno-pomiarowym. Pozwala to na późniejsze przeprowadzenie efektywnego procesu skalowania do dowolnej skali pilotowej lub przemysłowej.

MIELENIE STRUMIENIOWE

Firma Comex od dawna zajmuje się procesem mielenia strumieniowego do specjalistycznych zastosowań. Intensywne prace badawcze zaowocowały nowymi konstrukcjami młynów serii JMX, w których w większym stopniu można wpływać na kształt produkowanego materiału i które gwarantu-

ją stabilne uziarnienie produktu. RYS. 1 przedstawia laboratoryjny młyn strumieniowy wraz z dodatkowym układem klasyfikacji aerodynamicznej. Zastosowanie tej techniki mielenia pozwala na wyeliminowanie zanieczyszczeń w całym procesie do niemal zero-wych wartości. Przykładowo zastosowanie odpowiednich okładzin młyna JMX gwarantuje całkowitą ilość zanieczyszczeń z procesu mielenia na poziomie 1 ppm podczas mielenia kwarcu lub skalenia do rozmiaru ziaren rzędu kilku mikrometrów. Tak więc technologia ta idealnie nadaje się do produkcji materiałów o wysokim stopniu ścieralności oraz jest niezastąpiona tam, gdzie należy zachować wysokie standardy czystości końcowego produktu. Mielenie w młynach strumieniowych jest dość drogie ze względu na koszty wytwarzania sprężonego powietrza lub innego gazu i dlatego stosuje się je głównie do materiałów o wysokiej wartości. Dodatkowo układ ten może być użyty wyłącznie jako klasyfikator aerodynamiczny (ACX) do produkcji frakcji grubej i drobnej o podobnym poziomie czystości oraz rozmiarze ziaren od kilkuset do kilku mikrometrów, w zależności od potrzeb. Układ ten można zintegrować z systemem CMA do ciągłego pomiaru składu ziarnowego produktu młyna.

POMIAR SKŁADU ZIARNOWEGO CMA W UKŁADZIE CIĄGŁYM

FOT. 2 przedstawia układ pomiarowy Comex CMA-9, który umożliwia pomiar próbek materiału z dziewięciu niezależnych punktów pomiarowych. W przypadku systemu BMX wykorzystywane są cztery kanały pomiarowe do określenia składu ziarnowego nadawy, materiału wyjściowego z młyna, frakcji grubej powracającej do młyna oraz końcowego produktu. W wypadku młyna strumieniowego JMX można badać skład ziarnowy produkowanego materiału, a w przypadku układu klasyfikacji aerodynamicznej ACX – skład ziarnowy nadawy oraz obu produkowanych frakcji.

W górnej części urządzenia znajduje się układ zaworów dozujących materiał do układu pomiarowego, poprzez specjalnie skonstruowany układ próbkujący, pozwalający na



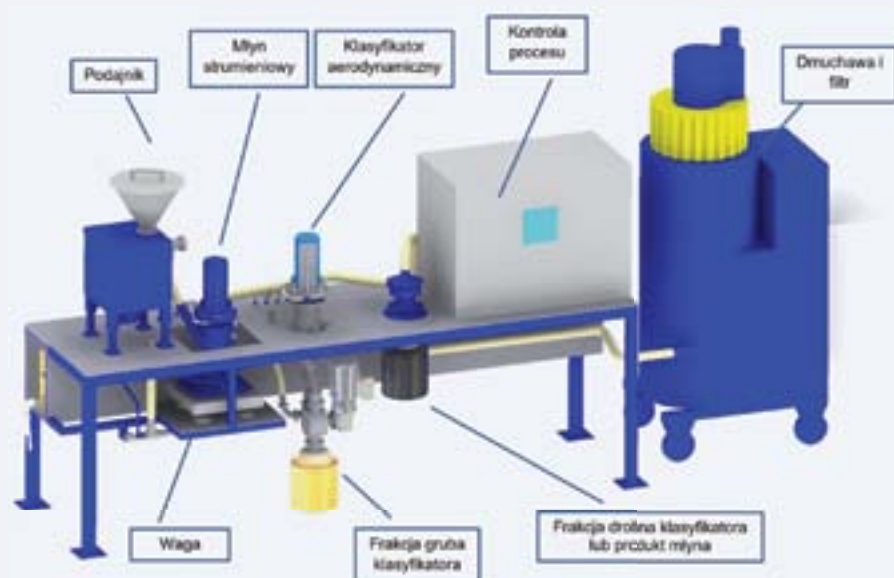
FOT. 2

System pomiarowy składu ziarnowego w układzie ciągłym



FOT. 3

System pilotowy JMX/ACX – zawierający młyn strumieniowy oraz dodatkowy klasyfikator aerodynamiczny



RYS. 1

System laboratoryjny JMX/ACX, zawierający młyn strumieniowy oraz dodatkowy klasyfikator aerodynamiczny

pobranie reprezentatywnej porcji materiału. Materiał po dostarczeniu do systemu pomiarowego CMA zostaje przekierowany do laserowego czujnika dyfrakcyjnego firmy Malvern. Pomiar odbywa się z częstotliwością trzech cykli na sekundę, a następnie wynik jest uśredniany wg wymagań operatora. Operator systemu CMA ma możliwość niezależnego zaprogramowania czasu pomiaru każdego kanału, czasu uśredniania danych i czasu neutralizacji resztek materiału (zanieczyszczeń) pomiędzy pomiarami, a także częstotliwości próbkowania danego kanału w zależności od jego stopnia ważności podczas kontroli procesu. W ten sposób można na bieżąco określić zarówno efektywność mielenia, jak i sprawność separacji aerodynamicznej. Poprzez dobranie odpowiednich parametrów układu mielenia i separacji jest możliwe obserwowanie w czasie rzeczywistym ich wpływu na cały proces.

ZASTOSOWANIA LABORATORYJNE, PILOTOWE I PRZEMYSŁOWE

Laboratoryjne systemy mielenia można stosować wszędzie tam, gdzie niezbędne jest produkowanie ograniczonych ilościowo próbek materiału pod ścisłą kontrolą układu pomiarowego. Wówczas możliwe jest przeskalowanie parametrów systemu mielenia do skali pilotowej lub całkowicie przemysłowej. Najbezpieczniejsze wydaje się przeskalowanie wspomnianych układów mielenia i klasyfikacji do skali pilotowej, przedstawionej na FOT. 3.

W systemie pilotowym zainstalowane są urządzenia mielące i klasyfikujące w skali pozwalającej na produkcję próbek materiału o wielkości od kilkuset kilogramów do nawet kilku lub kilkunastu ton. Wówczas możliwa jest weryfikacja parametrów skalowania procesu do większych wydajności, z zachowaniem wszelkich marginesów bezpieczeństwa, dotyczących jakości końcowego produktu oraz końcowej wydajności

układu przemysłowego. Przykładem takiego układu mielenia i klasyfikacji jest system przedstawiony na FOT. 4, gdzie całkowita wydajność układu wynosi kilkanaście ton na godzinę, a produkowany materiał jest pod ścisłą kontrolą składu ziarnowego. Dodatkowo, dzięki możliwości przeprowadzenia testów zarówno w skali laboratoryjnej, jak i pilotowej, możliwe było osiągnięcie optymalnych parametrów całego układu przemysłowego. Comex wielokrotnie przeprowadził takie procesy optymalizacji, w których osiągnięto wzrost produkcji drobno zmielonego skalenia, kwarcu czy węgla krzemu – nawet o 80–120%. Więcej informacji na temat systemów mielenia, separacji oraz kontroli procesu znajduje się na stronie producenta: www.comex-group.com. ■

AUTOR JEST PREZESEM ZARZĄDU FIRMY
COMEX POLSKA SP. Z O.O. W KRAKOWIE



FOT. 4

Linia produkcyjna materiałów ściernych oparta na oferowanych przez Comex separatorach aerodynamicznych, młynach strumieniowych i pomiarze składu ziarnowego online

Zastosowanie pulsatorów „SYNEX” do wspomagania dozowania kruszyw w kopalni chalcedonitu

Przedsiębiorstwo Wdrażania Innowacji „INWET” SA od ponad 30 lat posiada w swojej ofercie pulsatory pneumatyczne „SYNEX”, które stale udoskonala. Urządzenia te znajdują zastosowanie w wielu gałęziach przemysłu zarówno w Polsce, jak i za granicą – wszędzie tam, gdzie występują problemy z przepływem produktów sypkich, np. zmagazynowanych w silosach. Pulsatory zabudowane na ścianach zbiorników powodują ich czyszczenie z zalegającego materiału strugą sprężonego powietrza, a zautomatyzowanie pracy dzięki wykorzystaniu odpowiednich układów sterowania pozwala na zwiększenie wydajności procesu produkcyjnego. Zastosowanie powyższych rozwiązań skutkuje także zaspokojeniem stale rosnących wymagań w zakresie poprawy bezpieczeństwa pracy.

Jedną z ostatnich tego typu realizacji firmy „INWET” SA był montaż pulsatorów na zbiorniku kosza zasypowego przeznaczonego do kruszyw w kopalni chalcedonitu. To innowacyjne rozwiązanie, w którym



Po lewej jest widoczny pulsator „SYNEX” zamontowany na zbiorniku z kruszywem. Po prawej widać wnętrze zbiornika z kruszywem w momencie wyzwolenia impulsu udrażniającego. Zabudowano układ czyszczenia na otwartym zasobniku, wspomagając dozowanie kruszyw na linii technologicznej i zostało pozytywnie ocenione przez inwestora. Układ ten pracuje niezawodnie już od 2018 r.

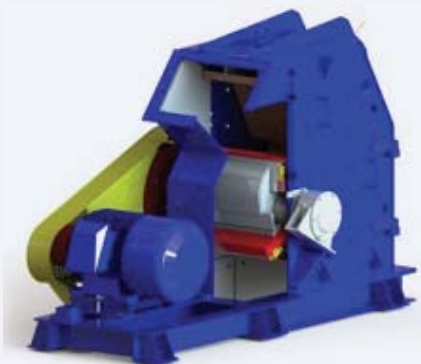
www.inwet.eu

Kruszarki udarowe z oferty CARBOAUTOMATYKI

Kruszarki udarowe CARBOAUTOMATYKA zostały zaprojektowane jako urządzenia przeznaczone do rozdrabniania surowców mineralnych (skał zwięzłych, okruszowych) oraz materiałów odpadowych (gruz, żużel, cegła, szkło, ceramika) uzyskiwanych w wyniku prac rozbiórkowych lub selektywnej zbiórki i przeznaczonych do powtórnego wykorzystania.

Zasada działania tych urządzeń opiera się na wykorzystaniu energii kinetycznej wirnika wprawianego w ruch obrotowy przez silnik elektryczny. Listwy udarowe wirnika uderzają w podawany materiał powodując jego rozkruszenie, a dodatkowo energia kinetyczna nadana ziarnom materiału w fazie uderzenia powoduje wtórne rozbijanie na płytach odbojowych zabudowanych na ścianie korpusu maszyny. Prosta konstrukcja i obsługa kruszarek gwarantuje niezawodność ich pra-

	MIFAMA K150R	MIFAMA K70R	MIFAMA K30R
Wydajność [Mg/h]	100–150	50–70	15–25
Moc napędu [kW]	110	75	22
Wymiary wlotu [mm]	800×1000	520×800	320×520
Maksymalny wymiar nadawy [mm]	650	400	200
Prędkość obwodowa wirnika [m/s]	do 50	do 50	do 30
Masa [kg]	9500	7000	2050



cy. Otwierany hydraulicznie korpus (K150R, K70R) oraz mechanicznie otwierane drzwi boczne (K30R) pozwalają na dokonywanie

przeglądów i sprawną wymianę elementów ulegających naturalnemu zużyciu, bez konieczności demontażu zasypu i urządzeń zasilających. Kruszarki przystosowane są do zabudowy zarówno w linii technologicznej, jak i do samodzielnej pracy (zabudowa na konstrukcji wsporczej). W przypadku zabudowy w linii podawanie i odbieranie materiału odbywa się najczęściej przenośnikami taśmowymi. Uziarnienie przekruszonego wsadu uzależnione jest od nastaw kruszarki, tj. prędkości obrotowej wirnika oraz wielkości szczelin, a także od właściwości fizykochemicznych kruszonego materiału.

www.carbo.com.pl

Kruszarka szczękowa typ 400×600

Kruszarka typ 400×600 przeznaczona jest do wstępnego i średniego kruszenia minerałów i skał, takich jak bazalt, porfir, kwarc, kamień wapienny, piaskowiec, ruda żelaza itp., których wytrzymałość na ściskanie nie przekracza 320 MPa. Kruszarka ta może być również wykorzystywana do kruszenia gruzu betonowego, ceglanego, czyli do zastosowań recyklingowych. W podawanym do kruszarki materiale ilość zanieczyszczeń ilasto-gliniastych nie powinna przekraczać 10%, a wilgotność materiału podawanego 8%, gdyż powoduje to zalepianie się materiału w komorze wlotowej

kruszarki, co wpływa na zmniejszenie jej wydajności lub w ogóle uniemożliwia pracę kruszarek. Wychodzący z kruszarki produkt jest podawany do kruszarek następnych, gdzie z kolei poddawany zostaje kolejnym stopniom rozdrabniania.

Charakterystyka techniczna:

- wymiary wlotu: 400×600 mm;
- maksymalny wymiar brył nadawy: poniżej gabarytów wlotu;
- zakres regulacji szczeliny wylotowej: 40–100 mm;
- zapotrzebowanie mocy: 30 kW;
- orientacyjna wydajność eksploatacyjna: 15–50 Mg/h (uzależniona od rodzaju kruszonego materiału);



- masa kruszarki bez napędu: 6500 kg;
- ogólne wymiary bez napędu: ~1600×1750×1600 [mm] (dł./szer./wys.).

www.makrusz.com.pl

Kruszarki dwuwałowe Mino



Mino to seria kruszarek dwuwałowych w przedziale mocy silników od 7,5 do 44 kW. Kruszarki te są najlepszym rozwiązaniem, kiedy wymagane jest rozdrabnianie dużych ilości materiałów o dużych rozmiarach lub gdy rozdrabnianie wstępne jest niezbędne do dalszego procesu technologicznego. Materiał jest dzielony przez specjalne noże z wystającymi ostrzami, wciągany i rozdrabniany pomiędzy ząbującymi się tarczami tnącymi dwóch przeciwnych wałów.

Zalety:

- niskie zużycie energii elektrycznej;
- niski poziom hałasu i pylenia;
- prosta, intuicyjna obsługa;
- konstrukcja zabezpieczająca łożyska przed zanieczyszczeniem przez przetwarzany materiał;
- dzielona, dwuczęściowa komora ułatwiająca dostęp;
- system autorewersu przy przeciążeniu.

Kruszarki Mino-N przeznaczone są do rozdrabniania materiałów ściernych i agresywnych, zwłaszcza materiałów o dużym stopniu zanieczyszczenia piaskiem i innymi kruszywami. Dzięki przemysłowej konstrukcji noże na rotorze obsadzone są w taki sposób, że możliwe jest ich zdemontowanie bez wyjmowania wałów z maszyny.

Zarówno proces kruszenia, jak i jego wynik zależy od grubości tarcz tnących oraz ilości hakowatych ostrzy na obwodzie każdej z tarczy. Odpowiedni wybór ostrzy będzie miał wpływ na wydajność oraz możliwość kruszenia różnorodnych materiałów.

Zastosowanie docisku hydraulicznego umożliwia kruszenie dużych objętościowo, ale lekkich przedmiotów, takich jak np. beczki z tworzyw sztucznych. Docisk umieszczony nad wałami na leju zasypowym kruszarki wywiera nacisk, dopychając materiał do noży. Umożliwia to stosowanie kruszarki w wielu aplikacjach, a także zwiększa wydajność maszyny.

Frakcja po obróbce na kruszarce dwuwałowej przeważnie jest nieregularna. Zastosowanie tarcz tnących wyposażonych w wiele mniejszych ostrzy również nie gwarantuje uzyskania jednolitej frakcji. Rozwiązaniem jest zastosowanie specjalnego obrotowego sita, które porusza się z wolną prędkością i transportuje zbyt duże elementy spod kruszarki ponownie do leja zasypowego tak długo, aż uzyska się frakcję o wymaganej wielkości.



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



Podwieszany dozownik wibracyjny SKAKO typu FCU

Polski oddział duńskiej firmy SKAKO, mieszczący się w Krzywaczce k. Krakowa, poleca bardzo wytrzymałe podajniki wibracyjne, które można zamontować pod silosem bądź jakimkolwiek zbiornikiem. Można nimi dozować różnego typu materiały mające rozmiary do 2310 mm. Wydajność tych podwieszanych podajników sięga nawet 750 m³/h, a regulacja ich kąta nachylenia mieści się w przedziale od 0 do 15°. Jak podkreśla producent, w urządzeniach tych możliwa jest również płynna regulacja wydajności.

www.skako.com/contact-skako-sales-office/contact-skako-vibration/poland

Linia do przygotowania i suszenia kruszywa mineralnego KAWKA

Linia suszenia kruszywa KAWKA to zespół urządzeń, które mają za zadanie zmniejszenie wilgotności kruszywa mineralnego do minimum, przy wykorzystaniu jak najmniejszej ilości energii pochodzącej ze spalania gazu LPG. Linia składa się z rynny wibracyjnej i bębna suszącego, do których zasypuje się wilgotne kruszywo. W bębnie suszącym kruszywo poddawane jest działaniu strumienia gorącego powietrza. Powietrze podgrzewane jest za pomocą palnika gazowego zasilanego gazem LPG i wspomagane powietrzem z układu wymiany ciepła. Podczas suszenia kruszywo jest mieszane i transportowane wzdłuż bębna suszarni. Na końcu bębna suszarni znajduje się wysyp połączony kompensatorem z zasypem bębna transportującego. Kruszywo po przesypaniu się do bębna transportującego jest w nim schładzane i przekazywane przez wysyp do dowolnego przenośnika. Powietrze użyte do suszenia, wraz ze spalinami gazu LPG, transportowane jest przewodem wentylacyjnym do filtra pulsacyjnego workowego, gdzie zostają odseparowane cząstki stałe. Odbieranie pyłu z filtra pulsacyjnego workowego odbywa się przez przyłącze do worka stojącego pod rękawem wysypowym filtra. Odpylone powietrze jest transportowane przez wentylator do układu wymiany ciepła, gdzie zostaje odzyskana część energii cieplnej. Schłodzone powietrze poprocesowe wraz ze spalinami zostaje odprowadzone na zewnątrz za pomocą kominu wyrzutowego. Odzyskana energia cieplna wykorzystywana jest do wstępnego



ogrzania powietrza procesowego, które kierowane jest przewodami wentylacyjnymi do wlotu bębna suszącego. Powietrze zasysane jest z zewnątrz przez wentylator.

Wybrane dane techniczne:

- wydajność linii: 5t/h;
- wilgotność początkowa kruszywa: 5~8%;
- wilgotność końcowa kruszywa: ok. 0,5%;
- napięcie nominalne sieci: 230/400 V 50 Hz.

www.hajdukgroup.pl

Linie zasypowe kruszyw

Firma ROAD oferuje linie zasypowe kruszyw złożone z dowolnej liczby zbiorników w układzie szeregowym. W ofercie posiada różne wielkości zasobników – od 10 do 35 m³. Zbiorniki wykonane są z blach trudnościeralnych, wzmacniane profilami walcowanymi na gorąco. Konstrukcje są śrutowane i zabezpieczone warstwą farb – podkładowych i nawierzchniowych.

Zbiorniki kruszyw wyposażone są w:

- dwie klapy dozujące, regulowane mechanicznie w zależności od rodzaju kruszywa;
- siłowniki pneumatyczne do uruchamiania klap dozujących;
- elektroniczny system kontroli domknięcia klap;
- zespół wibracyjny w zbiorniku przewidzianym na piasek.



Na życzenie klienta istnieje możliwość:

- instalacji mikrofalowych sond wilgotności Hydro-Probe (Hydronix) do kontroli wilgotności kruszywa w zbiornikach;
- wyposażenia większej liczby zbiorników w układy wibracji;
- wykonania obudowy termicznej zbiorników lub zabudowy górnej;
- przystosowania zbiorników do podłączenia ogrzewania (wykonanie otworów do instalacji ogrzewania);
- obniżenia zbiorników kruszyw poniżej



poziomu zero;

- wykonania taśmociągowego systemu zasypu. Układ sterowania umożliwia korektę receptury na podstawie oceny wilgotności kruszyw, w oparciu o odczyt sond zainstalowanych w systemie lub – w przypadku ich braku – uwzględniając ręczne nastawy wprowadzone przez operatora.

www.road.com.pl

Kruszarki Kleemann

Firma Kleemann konstruuje i buduje maszyny i instalacje dla profesjonalnych użytkowników – firm zajmujących się przetwarzaniem kamienia naturalnego oraz recyklingiem. Jako innowacyjny producent mobilnych kruszarek i przesiewaczy firma oferuje wysoką jakość, najnowocześniejsze technologie oraz doskonałą znajomość *know-how*. Kruszarki i przesiewacze są przemyślane w każdym szczególe, a przy tym doskonale wpisują się w cały proces produkcyjny. Maszyny Kleemann cechują się wysoką jakością i dyspozycyjnością, prostą obsługą i ogromną wszechstronnością. Dzięki współpracy ze swoimi klientami już na etapie rozwoju produktu producent szczegółowo bada maszyny, optymalizując je przez cały czas. Produkcja seryjna rozpoczyna się dopiero wtedy, gdy wydajność maszyny i jej parametry ekonomiczne osiągną zadowalający poziom.

Program produkcyjny kruszarek Kleemann obejmuje:

- kruszarki szczękowe serii Mobicat;
- kruszarki udarowe serii Mobirex;
- kruszarki stożkowe serii Mobicone;
- przesiewacz mobilne serii Mobiscreen.

Ważnym elementem programu produkcyjnego Kleemann są mobilne kruszarki szczękowe na podwoziu gąsienicowym serii Mobicat. Moc urządzeń tego typu jest determinowana nie tylko przez kruszarkę szczękową. Decydującą rolę odgrywa idealna, w pełni skoordynowana współpraca wszystkich komponentów maszyny. Nieprzerwane doprowadzenie nadawy i efektywne przesiewanie wstępne są przy tym równie istotne, jak sprawne odprowadzenie pokruszonego materiału. Maszyny typu Mobicat wykorzystuje się do rozdrabniania wszystkich rodzajów skał naturalnych oraz do przerobu gruzu budowlanego. Zakres wydajności tych kruszarek mieści się pomiędzy 100 a 1500



t/h, a zakres mas maszyn – od 30 do 160 ton. Do pracy w kamieniołomach firma Kleemann stosuje układy w pełni elektryczne, z odpowiednio zwymiarowanymi komponentami. Do prac recyklingowych z kolei zastosowanie ma napęd bezpośredni ze sprzęgłem hydrokinetycznym.

Propozycją firmy do przeróbki skał twardych, gdzie konieczna jest wysoka jakość produktu końcowego i niskie koszty eksploatacji, są mobilne kruszarki stożkowe serii Mobicone. Seria ta została stworzona z myślą o drugim i trzecim stopniu kruszenia dla materiałów, takich jak granit, bazalt czy melafir. Aby sprostać różnym wymaganiom technologicznym, kruszarki Mobicone dostępne są w różnych rozmiarach i wersjach. Kuszarka tego typu, wyposażona w taśmy boczne, może zrealizować jednocześnie zadania kruszenia i sortowania materiału. Nie bez znaczenia jest też opcja zasilania maszyny z zewnętrznej sieci elektrycznej. Wówczas wysoka wydajność połączona jest z najniższymi kosztami produkcji. Kuszarki stożkowe Mobicone idealnie nadają się do współpracy w zintegrowanych ciągach, obejmujących urządzenia powiązane ze sobą i wspólnie sterowane.

www.powers.pl

Sita szczelinowe-zgrzewane



Sita szczelinowe powstają w wyniku zgrzewania drutów profilowych (typ Sb) i nośnych (typ Q). Produkty znajdują zastosowanie w procesach przesiewania, sortowania, odwadniania, filtrowania. Wyroby powstają przy użyciu najnowszych technologii, cechuje je najwyższa jakość. Wysoka precyzja wykonania, duża nośność oraz gładkość powierzchni pozwalają na skuteczne wykorzystywanie ich w przemyśle wydobywczym (kopalnie węgla, kamienia, koksownie), spożywczym (cukrownie), czy chemicznym. Z uwagi na bardzo szerokie zastosowanie producent proponuje wykonanie sit według indywidualnych rozwiązań. Istnieje również możliwość przygotowania gotowego wyrobu (np. przesiewacza) oprawionego w ramę, zgodnie ze specyfikacją techniczną klienta.

Proponowane gatunki stali to: 0H18N9-(1.4301), 1H18N9T-(1.4541), 1H13-(1.4006).

www.perfopol.pl

Wydajny,
ekonomiczny
i niezawodny.
Na każdym
etapie procesu.

schlenckprocess 



Schenck Process Polska Sp. z o.o.
ul. Palisadowa 20/22
01-940 Warszawa
T +48 22 665 40 11
info.pl@schlenckprocess.com
www.schenckprocess.pl

Urządzenia płuczące i odwadniacze produkcji ŁZG Łęczycza

Urządzenia te stosowane są w procesach separacji zanieczyszczeń z kruszyw naturalnych i łamanych. Oferowane przez ŁZG Łęczycza odwadniacze kołowe typu OKPP i OKPŻ używane są do odwadniania i odzysku piasku z pulpy piaskowej powstałej w procesie uszlachetniania kruszyw mineralnych oraz do współpracy z pogłębiarką ssąco-tłoczącą (refuler).

Z kolei odwadniacze wstępowe typu ETE i TSE przeznaczone są do płukania i odzyskiwania piasku (szczególnie drobnoziarnistego) z pulpy wodno-piaskowej w procesie klasyfikacji..



Płuczka mieczowa dwuwałowa PMD jest urządzeniem służącym do płukania mieszanki żwirowo-piaskowej o granulacji do 80 mm, o punkcie piaskowym 25÷30% podawanej równomiernie. W płuczce mieczowej uzyskuje się dobre rozpuszczanie części gliniastych, za wyjątkiem składników nie-



rozpuszczalnych w wodzie. Ponadto wypłukiwane jest drewno i inne pływające materiały przez strumień płynący w przeciwnym kierunku niż płukana mieszanka żwirowo-piaskowa.

www.lzgsa.pl

Młyny kulowe made by WAKRO

Firma WAKRO Sp. z o. o. już od 26 lat systematycznie rozszerza zakres oferowanych maszyn i urządzeń do materiałów sypkich, a także rozwija swoje zaplecze naukowo-technologiczne. W 2014 r. otworzyła ona w swojej siedzibie w Krępnej nowoczesne Laboratorium Materiałów Sypkich i Procesów Spawalniczych, dzięki czemu może zaoferować klientom najlepsze i innowacyjne rozwiązania.

W ostatnich latach spółka WAKRO rozpoczęła produkcję kilku nowych urządzeń. Jednym z nich jest młyn kulowy. Młyn ten służy do mielenia materiału przez mielniki podczas obrotów bębna. Młyny kulowe produkcji WAKRO należą do grupy młynów z rozładunkiem pneumatycznym lub mechanicznym. Funkcję mielników spełniają kule i cylpepsy o różnych średnicach i długościach. Mielniki wykonane są z materia-

łów o dużej gęstości i niskiej ścieralności. Najczęściej stosowane są mielniki stalowe i ceramiczne lub wykonane z materiałów nieiskrzących, takich jak ołów z antymonem.

Młyn kulowy to w uproszczeniu bęben stalowy o osi poziomej, którego średnica może sięgać kilku metrów, a długość – od kilku do kilkunastu metrów. Całkowita masa mielników w bębnie młyna zależy od jego wydajności mielenia.

Zasada działania młynów kulowych polega na tym, że pod wpływem sił odśrodkowych, wywołanych obrotami bębna, mielniki wraz z mielonym materiałem są unoszone na określoną wysokość, a następnie opadają lub zsuwają się po sobie, rozdrabniając materiał w wyniku uderu i ścierania.

Młyny kulowe produkcji WAKRO służą do mielenia na sucho w systemie ciągłym różnych materiałów, od mniej twardych, do tych naj-

twarszych istniejących na rynku. Swoje zastosowanie znajdują one m.in. w przemyśle cementowym, ceramicznym, górniczym, energetycznym, szklarskim i innych.

Dysponując doskonałym zapleczem merytorycznym i technicznym, WAKRO wykonuje nawet najbardziej skomplikowane rozwiązania, łącznie z projektowaniem i produkcją prototypów urządzeń, a także kompletnych linii technologicznych.



www.wakro.com.pl

Młyny Raymond® – przemysłowy standard w zakresie redukcji rozmiaru i klasyfikacji od ponad wieku

W wielu dziedzinach przemysłu, niezbędnymi etapami procesu są rozdrabnianie, mielenie, suszenie czy separacja materiałów sypkich, stanowiących zwykle półprodukt do dalszej produkcji lub dodatek w kolejnych etapach prowadzonego procesu technologicznego.

Głównym celem mielenia materiałów sypkich jest uzyskanie odpowiedniej wielkości ziaren. Czynniki determinujące dobór urządzenia, oprócz samych właściwości obrabianego materiału, są: wydajność w jednostce czasu, energochłonność oraz jakość elementów podlegających zużyciu wraz z możliwie łatwym dostępem pozwalającym na szybką ich wymianę.

Firmą z ponad 130-letnim doświadczeniem w projektowaniu oraz dostarczaniu tego rodzaju rozwiązań dla przemysłu, jest firma Raymond Bartlett Snow, od 2018 r. należąca do Sheck Process. W ofercie firmy dostępne są m.in:



- młyny walcowe;
- młyny pionowo-walcowe;
- młyny udarowe;
- młyny do ultra-drobnnych cząstek;
- separatory;
- kalcynatory obrotowe;
- piece obrotowe;
- chłodnice obrotowe;
- suszarki obrotowe.

Typowe systemy młynów walcowych Raymond® są przeznaczone jednocześnie do suszenia, mielenia i separacji, w celu otrzymania wielu różnych produktów.

Młyny Raymond® zapewniają skuteczną kontrolę wielkości frakcji, przy minimalnym możliwym zużyciu energii. System oferuje wysoką elastyczność i kontrolę młyna, zapewniając kontrolowaną i stabilną jakość produktu.

Każdy system projektowany jest na zamówienie, aby zagwarantować najlepsze rozwiązanie dla danego procesu. Młyn, podajnik, klasyfikator, wentylator, cyklon, filtr odpylający i inne elementy systemu są dobierane uwzględniając właściwości przetwarzanego materiału i wymagania klienta.

Wysoka jakość i zaawansowana wiedza inżynierska przy doborze i produkcji urządzeń Raymond® Bartlett Snow™ potwierdzona jest realizacjami w krajach na wszystkich kontynentach, w tym także od ponad 20 lat w Polsce.

www.schenckprocess.com

Rozwiązania w ofercie PPHU TECHMONT

Wychodząc naprzeciw oczekiwaniom klienta firma Techmont uzupełniła swoją ofertę o mobilną armatkę wodną.

To kompaktowe, dwufunkcyjne urządzenie w różnych wersjach wydajności wodnej oraz z funkcją myjki ciśnieniowej zapewnia skuteczny wyrzut mgły wodnej na odległość nawet do 21 m. W krótkim czasie w prosty sposób można dokonać jego transformacji w przenośną myjkę ciśnieniową. Zasilając urządzenie środkiem dezynfek-

kującym zyskujemy sprawne urządzenie do dekontaminacji.

Dzięki zwartej budowie, niewielkim wymiarom i łatwości ręcznego transportu armatka jest idealnym urządzeniem do redukcji zapylenia, dekontaminacji, zwilżania nawet bardzo dużych powierzchni, zarówno wewnątrz, jak i na zewnątrz budynków. W porównaniu do tradycyjnych metod zwilżania dużych powierzchni krople wody niesione przez strumień powietrza sprawiają, że proces staje się bardziej efektywny, a przez to również bardziej ekonomiczny.



ZGŁOSZENIE PATENTOWE NR: W.128383 [WIPO ST 10/C PL128383U]

Firma Techmont opracowała i wdrożyła również innowacyjne, posiadające szerokie spektrum zastosowań urządzenie Pneumax GUN.

Wieloletnia współpraca w następujących sektorach:

- energetycznym;
- ciepłowniczym;
- wydobywczym;
- chemicznym;
- cementowo-wapienniczym

wzbogaciła firmę o doświadczenie

w zakresie usprawniania szeroko rozumianych procesów przemysłowych. Proste w obsłudze, poręczne i mobilne urządzenie, zbudowane w oparciu o zbiornik ciśnieniowy, unikatowy zawór rozprężający bufor ciśnienia w ułamku sekundy oraz dyszę kierującą strumień prosto w wybrany punkt daje praktycznie nieograniczone pole zastosowań.

Zapraszamy do współpracy.

www.techmont.com.pl



P.P.H.U. TECHMONT
RADOSŁAW WIETRZYK
WWW.TECHMONT.COM.PL
BIURO@TECHMONT.COM.PL
+48 77 40 79 300



DLAWIENIE PYŁÓW PRZEMYSŁOWYCH



Elektrowibratory i generatory drgań marki Friedrich do napędu kruszarek

FIBU Sp. z o.o., wyłączny przedstawiciel na Polskę i Europę Wschodnią firmy Friedrich Schwingtechnik GmbH, poleca do napędu kruszarek bardzo wytrzymałe elektrowibratory Friedrich typu F i FD oraz generatory drgań typu UE i UEV. Są one przystosowane do obsługi urządzeń pracujących przy bardzo dużych obciążeniach i natężeniach przepływu materiałów. Ze względu na swoją wyjątkową odporność eksploatacyjną mogą one być stosowane w kopalniach kruszyw, a także np. w instalacjach do recyklingu odpadów.

www.fibu-tech.com



Silnik marki Friedrich typu FD



Generator drgań marki Friedrich



Zespół kruszarki z podajnikiem wibracyjnym napędzanym silnikami wibracyjnymi marki Friedrich typu F 600-6-3.4 – instalacja do recyklingu szkła



Kruszarka udarowa Terex Finlay I-140RS

Terex Finlay I-140RS to kruszarka udarowa nowej generacji, o zmienionej stylistyce i zaawansowanej technologicznie konstrukcji, która zapewni lepszy przepływ materiału oraz większe zdolności produkcyjne w przypadku stosowania w kamieniołomach i kopalniach oraz przy robotach rozbiórkowych i recyklingowych. Maszyna ta, wyposażona w komorę kruszarki udarowej Terex® CR032 z napędem bezpośrednim oraz w zaawansowany elektroniczny układ sterowania, umożliwia uzyskanie materiału o wysokim stopniu

rozdrobienia i jednolitym kształcie. Kluczowym jej elementem jest montowany na maszynie, szybko odłączany przesiewacz pokładowy o wymiarach 4,8x1,5 m. W zastosowaniach niewymagających ponownej cyrkulacji materiałów do dalszego przetwarzania lub magazynowania system przesiewania i recyrkulacji może zostać szybko odłączony. Dzięki dużej wydajności oraz łatwości obsługi i konserwacji urządzenie to stanowi doskonałe rozwiązanie dla producentów działających na wielką skalę oraz dla podwykonawców w zakresie kruszenia.

www.komatsupoland.pl

Przesiewacz WSL (wibrujący liniowy)

Przesiewacz ten wyposażony jest w dwa komplety napędów wibracyjnych zamocowanych do specjalnej belki wbudowanej w rzeszoto. Obracające się przeciwnie napędy nadają maszynie drgania o charakterystyce liniowej.



Możliwa do uzyskania wysoka dynamika tych maszyn pozwala na ich zastosowanie do klasyfikacji materiałów w pełnym zakresie uziarnienia, w tym również bardzo drobnych frakcji oraz surowców o dużej anizotropii. Charakterystyka drgań umożliwia również prowadzenie procesów odwadniania i odmulania.

Wybrane dane techniczne:

- przesiewacze 1-,2-,3-pokładowe;
- szerokość: 1,5÷2,4 m;
- długość: 3÷7 m;
- napędy produkcji HTS;
- sita: stalowe, poliuretanowe, rusztowe (grizzly), palcowe.

www.htsgliwice.pl

Kruszarki walcowe HRC

Kruszarka walcowa typu HRC™ została zaprojektowana do kruszenia, a praktycznie mielenia nadawy i uzyskiwania bardzo drobnych frakcji. Testy wykazały, że kruszarkę tę można zastosować praktycznie z każdą nadawą, począwszy od węgla i koksu, przez żwir rzeczny, wapienie i dolomity, a nawet twarde skały, takie jak bazalt czy melafir. Doskonale zdaje także egzamin przy kruszeniu stłuczki szklanej. Urządzenie można stosować wszędzie tam, gdzie oczekiwany jest bardzo drobny produkt finalny.



HRC™ jest urządzeniem do drobnego kruszenia oraz grubego mielenia. Znajduje zastosowanie w rudach typu: ruda żelaza, miedzi, złota, platyny, diamenty, jak również w minerałach przemysłowych oraz piaskach szklarskich, stłuczce szklanej czy kruszywach.

Zalety HRC™:

- niskie koszty utrzymania;
- efektywność energetyczna;
- brak mielników;
- mikro-spękania;
- redukcja zużycia energii w kolejnych stopniach mielenia;
- wzrost uzysku.

www.bh-ruda.pl

Pomiary radiometryczne – wyższa dyspozycyjność instalacji w cementowniach

Ciągła detekcja blokady za pomocą pomiaru radiometrycznego

www.pl.endress.com

CZYM SĄ PODGRZEWACZE CYKLONOWE I GDZIE SĄ STOSOWANE?

Ciąg technologiczny produkcji cementu składa się z pieca obrotowego (o kształcie cylindrycznym), który służy do ogrzewania mieszanki kamienia wapiennego i gliny (mączki surowcowej) w temperaturach od 1 400°C do 1 500°C. Dla zapewnienia efektywności ciepłej całego zakładu i oszczędności energii instaluje się szereg podgrzewaczy cyklonowych, w których gaz pochodzący z pieca obrotowego wykorzystywany jest do wstępnego podgrzania mączki surowcowej do ponad 900°C.

WYZWANIA ZWIĄZANE Z PROCESAMI ZACHODZĄCYMI W PODGRZEWACZU CYKLONOWYM

Chociaż podgrzewacze tego typu oferują wysoką wydajność, to mają też tendencję do blokowania się. Sole (np. siarczany i chlorek sodu i potasu) mogą przechodzić do postaci pary (resublimacja), a po osiągnięciu odpowiednio niskiej temperatury ponownie się skraplać. Kondensacja zachodzi zwykle wewnątrz podgrzewacza, a wilgotny osad ciekłych soli powoduje zbrylanie mączki surowcowej w twardy osad, zwykle na powierzchni, o którą uderza strumień gazów. Może to doprowadzić do zatkania układu w takim stopniu, że zostanie zablokowany przepływ powietrza w piecu. Konieczne jest wówczas przerwanie procesu i ręczne usunięcie osadu. W związku z tym niezbędne jest ciągłe monitorowanie ilości osadu w podgrzewaczu.

WYZWANIA ZWIĄZANE Z WYKRYWANIEM BLOKADY:

- Temperatura procesu do 800°C;
- Akumulacja ciepła i wycieranie czujnika wskutek odparowania związków zasadowych z pieca;
- Temperatury otoczenia przekraczające 60°C;
- Grube ściany ceglane i stalowe.

ROZWIĄZANIE KONWENCJONALNE

Ekstremalne temperatury procesu, silne ścieranie i grube warstwy osadu wykluczają wszystkie techniki pomiarowe związane z bezpośrednią ekspozycją na warunki procesu. W tej sytuacji najlepszą alternatywę stanowi pomiar radiometryczny, z zastosowaniem promieniowania gamma, które przenika przez grube ścia-



FOT. 1
Podgrzewacz cyklonowy

ny zbiornika, a detektor mierzy wielkość absorpcji promieniowania przez medium procesowe. W ten sposób możliwe jest określenie grubości osadu zalegającego na drodze przebiegu wiązki pomiarowej. Jednak wysokie temperatury panujące w obrębie podgrzewacza cyklonowego mają również wpływ na parametry metrologiczne samego detektora. Konieczne jest więc chłodzenie instalacji za pomocą sieci rurociągów wokół czujnika, aby obieg wody utrzymywał jego temperaturę. Dodatkowy płaszcz wodny detektora również zapewnia wyższą aktywność źródła, aby natężenie promieniowania nie spadło poniżej progu detekcji.



FOT. 2
Gammapiłot – czujnik nowej generacji

MINIMALNE WYMAGANIA KONSERWACYJNE I OGRANICZENIE PRZESTOJÓW

Endress+Hauser jest pionierem w dziedzinie radiometrii. Zebrane w ciągu 50 lat doświadczenie sprawia, że czujniki nowej generacji Gammapiłot przewyższają poprzednie rozwiązania. Innowacyjny kompaktowy detektor promieniowania gamma FMG50 to jedyne rozwiązanie tego typu na rynku, które może być zasilane z pętli prądowej, co znacząco obniża koszty prac konstrukcyjnych i instalacji urządzenia. Dzięki innowacyjnej technologii wykonania czujnika, możliwa jest jego praca w temperaturach otoczenia do 80°C, bez dodatkowego chłodzenia. Ponadto urządzenie wyposażono w bezprzewodowy interfejs Bluetooth®, który umożliwia zdalną obsługę poza zasięgiem wiązki promieniowania i wysokich temperatur. Przetwornik posiada też Heartbeat Technology. Dzięki temu możliwa jest weryfikacja bez przerywania procesu. FMG50 stworzono zgodnie z normą PN-EN 61508, co gwarantuje wysoki poziom bezpieczeństwa i pozwala na pracę w aplikacjach SIL2 i SIL3.

SPRAWDZONY W EKSTREMALNYCH WARUNKACH PROCESOWYCH

Aby sprawdzić stabilność przetwornika Gammapiłot FMG50 w wysokiej temperaturze, przeprowadzono testy obiektowe na całym świecie w podgrzewaczach cyklonowych, podczas których stale monitorowano temperaturę czujnika i otoczenia. Wszystkie testy wykazały stabilność parametrów eksploatacyjnych przyrządu. Aktualnie urządzenie z powodzeniem funkcjonuje w instalacji na terytorium Zjednoczonych Emiratów Arabskich, gdzie oprócz wysokiej temperatury procesu notowane są także wysokie temperatury otoczenia, przekraczające 45°C.

GAMMAPILOT FMG50 – REALNE OSZCZĘDNOŚCI TAKIE, JAK:

- zmniejszenie kosztów operacyjnych o 16 000 PLN rocznie lub zmniejszenie zużycia wody chłodzącej o 1,2 mln litrów rocznie na jeden punkt pomiarowy;
- niższe nakłady inwestycyjne na rurociągi i armaturę;
- oszczędność 3 400 PLN rocznie na kosztach okablowania i poboru mocy w porównaniu z przyrządem w wersji 4-przewodowej na jednym punkcie pomiarowym;
- łatwa dostępność danych dzięki technologii Bluetooth.

Budowlane materiały wiążące.

Wapno i cement

Krzysztof Schmidt-Szałowski, Mikołaj Szafran,

Ewa Bobryk, Jan Sentek

Cement i wapno, stosowane w budownictwie jako materiały wiążące, są podstawowymi składnikami betonów i zapraw.

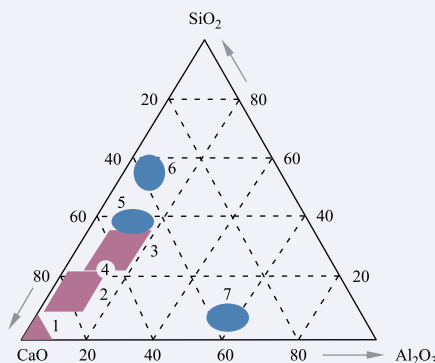
RODZAJE MATERIAŁÓW WIĄŻĄCYCH STOSOWANYCH W BUDOWNICTWIE

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 się z materiałem drobnziarnistym (piaskiem), a do betonów stosuje się także kruszywo grubziarniste lub żwir. Do powszechnie używanych materiałów wiążących należą:

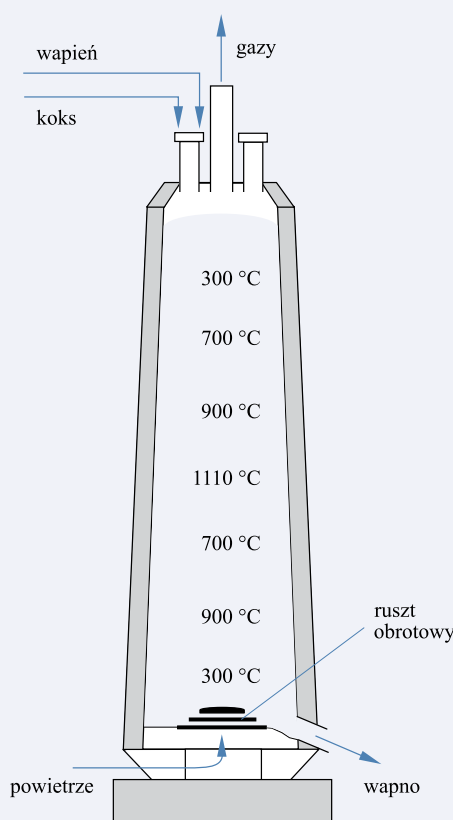
- wapno otrzymywane przez prażenie wapienia, którego głównym składnikiem jest węglan wapnia;
- cement portlandzki, złożony głównie z krzemianów wapnia, otrzymywany przez prażenie i spiekanie mieszaniny wapienia i glinokrzemianów (gliny);
- gips budowlany ($\text{CaSO}_4 \cdot 0,5 \text{H}_2\text{O}$) 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).



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 wielkopiecowe, 7 – cement glinowy



RYS. 20.2

Piec szczybowy 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

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.

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

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

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.

WAPNO

Zaprawy wapienne, których podstawowym składnikiem jest wodorotlenek wapnia, znane były w budownictwie już 1000 lat p.n.e. Stosowano je w Egipcie, Grecji i Rzymie, a także w Chinach. Zнали je również Inkowie i Majowie. Surowcem do wytwarzania wapna są skały osadowe złożone z węglanu wapnia, głównie wapień i kreda. Złożom węglanu wapnia towarzyszy często węglan magnezu, m.in. w postaci dolomitu o składzie $\text{CaCO}_3 \cdot \text{MgCO}_3$. Bogate złoża wapieni występują w Polsce w paśmie krakowsko-wieluńskim, w Górach Świętokrzyskich oraz na Śląsku, Kujawach i Pomorzu Zachodnim (TABL. 1.3). Szczególnie cenny surowiec, o dużej zawartości CaCO_3 , występuje w okolicach Kielc i na Górnym Śląsku. Produkt pozyskiwany w kamieniołomach, zwany kamieniem wapiennym, praży się w wysokiej temperaturze w celu otrzymania wapna palonego, czyli tlenku wapnia o czystości technicznej.

Z niego przez reakcję z wodą (tzw. gaszenie) uzyskuje się wodorotlenek wapnia, plastyczny materiał budowlany zwany wapnem gaszonym.

Proces wypalania wapna.

Piec wapiennicze

Reakcja rozkładu węglanu wapnia

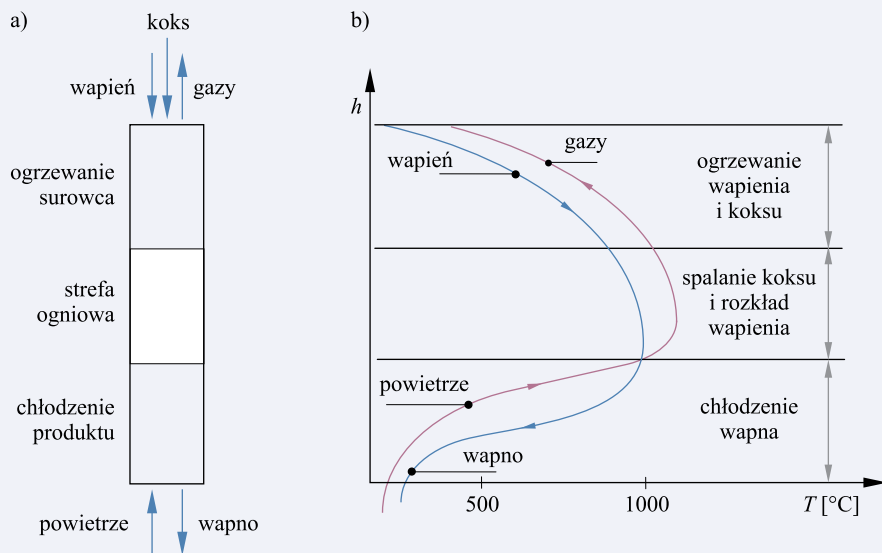
$\text{CaCO}_3 = \text{CaO} + \text{CO}_2$ $\Delta H = 163,7 \text{ kJ}$,
jest endotermiczna, a prowadzi się ją w temperaturze ok. 1000°C (PODROZDZ. 5.4).

Ze względu na znaczny efekt cieplny dysocjacji CaCO_3 i wysoką temperaturę, w procesie tym zużywa się znaczne ilości paliwa. Ma to istotny wpływ na koszt produkcji wapnia. W zakładach wapienniczych stosuje się piec szybowe lub obrotowe. Zaletą pieców obrotowych jest to, że można wypalać surowiec drobnoziarnisty, a jako paliwo stosuje się pył węglowy, znacznie tańszy od koksu, stosowanego w piecach szybowych (podrozdz. 20.3.2). Natomiast piece szybowe mają prostszą konstrukcję niż obrotowe.

Mają również większą sprawność cieplną, dzięki korzystniejszym warunkom odzyskiwania ciepła zawartego w gorących gazach piecowych i w gorącym produkcie stałym (CaO). Zużycie ciepła w piecach szybowych wynosi ok. 4000 kJ/kg CaO , a w piecach obrotowych od 5000 do 5600 kJ/kg CaO , zależnie od ich wyposażenia w wymienniki ciepła. Współcześnie stosowane piece szybowe (RYS. 20.2) mają kształt zbliżony do pionowego cylindra, niekiedy rozszerzającego się w dolnej części. Ich konstrukcja składa się ze stalowej obudowy (płaszczki) z wewnętrzną wymurówką ceramiczną izolującą stalową konstrukcję od gorącego materiału. Piec szybowe czynne w Śląskich Zakładach Wapienniczych mają wewnętrzną średnicę 4 m , a wysokość od 18 do 22 m .

Ciepło potrzebne do przeprowadzenia rozkładu wapienia, uzyskuje się przez spalanie paliwa wewnątrz szybu pieca lub w oddzielnym palenisku. W piecach szybowych z paleniskiem zewnętrznym stosuje się paliwo stałe, ciekłe lub gazowe, a do pieca wprowadza się gorące gazy opuszczające palenisko. Gazy te przepływają przez złożę przetwarzanego materiału i dostarczają ciepła potrzebnego do przeprowadzenia reakcji endotermicznej. Inny typ pieców, piece szybowe ze spalaniem wewnętrznym, wyróżniają się tym, że ciepło wytwarza bezpośrednio tam, gdzie jest ono wykorzystywane w procesie.

Ułatwia to przenoszenie ciepła, a konstrukcja pieca jest prosta. W piecach tego typu stosuje się paliwo ciekłe, gazowe albo paliwo stałe o określonych właściwościach (o odpowiedniej granulacji, dużej wytrzymałości mechanicznej i małej zawartości popiołu). Często stosowany jest koks, który ładuje się



RYS. 20.3

Piec szybowy wapienniczy: a) strefy i strumienie materiałów w piecu ogrzewanym przez spalanie koksu; b) rozkład temperatury gazów i materiałów stałych (wapienia i wapna) na różnych poziomach; na poziomie odbioru wapna $h = 0$

do pieca razem z wapieniem przez górny otwór pieca, w ilości $70\text{--}80 \text{ kg}$ na tonę wapienia. Powietrze potrzebne do spalania paliwa wprowadza się przez otwory u dołu pieca. Cały piec jest wypełniony materiałem stałym w postaci brył o wielkości $5\text{--}15 \text{ cm}$. Drobniejszy surowiec nie jest stosowany, gdyż gromadzący się miał może zatykać swobodne przestrzenie między bryłami wapienia. Powoduje to wzrost oporów hydraulicznych i jest przyczyną nierównomiernego przepływu gazów przez złożę materiału. W dolnej części pieca znajduje się ruchomy ruszt, na którym opiera się złożę wypełniające piec. Napędzany mechanicznie ruszt obraca się powoli. Ułatwia to ciągły odbiór wapna palonego, które ochładza się w dolnej strefie pieca. W miarę odbioru produktu całe złożę osuwa się powoli w dół pod własnym ciężarem. Ponieważ powietrze potrzebne do spalania paliwa wprowadza się od dołu, proces zachodzi w układzie przeciwbieżnym. Z części szczytowej pieca odprowadza się gazy piecowe, które zawierają tlenek węgla(IV) (z rozkładu węglanu i ze spalania węgla), azot (z doprowadzanego do pieca powietrza) oraz niewielką ilość tlenu (ponieważ stosuje się nadmiar powietrza w stosunku do paliwa).

W trzech strefach pieca zachodzą kolejne przemiany surowca (RYS. 20.3):

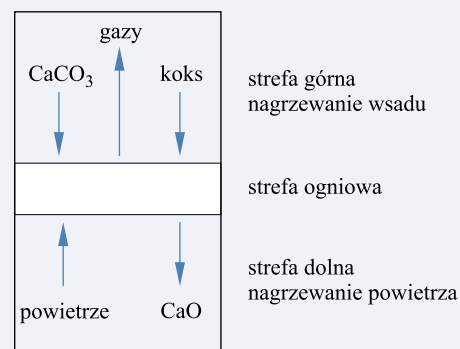
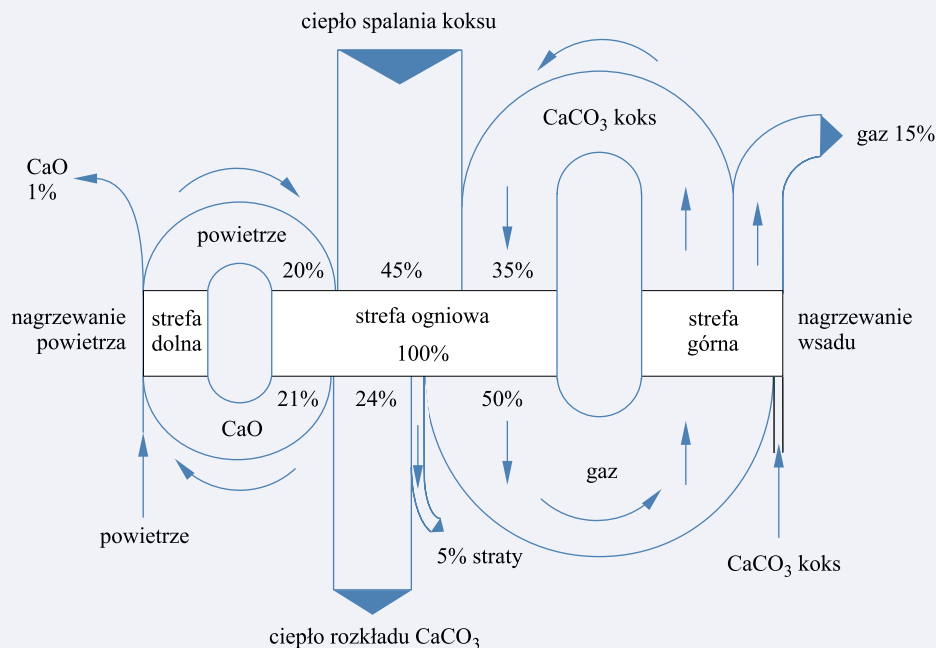
- w strefie górnej wapien i koks nagrzewają się od gorących gazów i odparowuje zawarta w nich woda;
- w strefie środkowej o najwyższej temperaturze, zwanej strefą ogniową, paliwo spala się i zachodzi dysocjacja CaCO_3 . Maksymalna temperatura gazów osiąga $1200\text{--}1300^\circ\text{C}$. Temperatura wypalanego materiału jest o $200\text{--}300^\circ\text{C}$ niższa;
- w strefie dolnej gorący tlenek wapnia przekazuje ciepło strumieniowi powietrza czerpanego z otoczenia.

Przeciwbieżny układ strumieni w piecu oraz ciągły tryb prowadzenia procesu umożliwiają ekonomiczne wykorzystanie wartości opałowej paliwa. W strefie ogniowej ciepło spalania koksu zużywa się do rozkładu węglanu. Odbija się to w warunkach bezpośredniego kontaktu pomiędzy gorącymi spalinami i wypalaniem wapienia.

Strefy górna i dolna służą do odzyskiwania ciepła wynoszonego ze strefy ogniowej z gorącymi strumieniami wapna i gazów. Dzięki temu znaczna część ciepła powraca do strefy ogniowej. Ilustruje to wykres strumieniowy (RYS. 20.4). Taka organizacja procesu umożliwia oszczędne gospodarowanie ciepłem, jednak całkowite uniknięcie strat ciepła nie jest możliwe. Część z nich jest spowodowana przenikaniem ciepła przez ścianę pieca. To zjawisko można tylko częściowo ograniczyć, stosując warstwę izolacyjną w postaci ceramicznej wymurówki izolacyjnej. Inną przyczyną strat jest dość wysoka temperatura gazów opuszczających piec. Tlenek wapnia można skutecznie ochłodzić w strumieniu zimnego powietrza wprowadzanego do dolnej części pieca, natomiast w przypadku gazów piecowych sytuacja jest inna. Ich pojemność cieplna jest znacznie większa od pojemności strumienia wapienia i koksu. Ciepło zawarte w gazach „nie mieści się” w strumieniu materiału stałego, tak że jego część pozostaje w gazach odprowadzanych z pieca w temperaturze $100\text{--}120^\circ\text{C}$. W rezultacie ogólna sprawność energetyczna pieca szybowego, określona jako stosunek ciepła reakcji rozkładu węglanu do wartości opałowej paliwa, wynosi na ogół $0,7\text{--}0,8$, a główną część strat stanowi ciepło gazów kominowych.

Proces rozkładu węglanu wapnia, zachodzący w ogniowej strefie pieca, ma charakter złożony (PODROZDZ. 5.4). Jednym z jego etapów jest dyfuzja CO_2 w porowatym mate-





RYS. 20.4

Wykres strumieniowy przedstawiający bilans cieplny procesu wypalania wapna w piecu szybowym; wielkości strumieni ciepła wyrażono w % całkowitego przychodu ciepła do strefy ogniwowej (przyjętego jako 100%)

riałe stałym. Ze względu na znaczny wpływ procesów przenoszenia masy i ciepła, szybkość rozkładu węglanu wapnia zależy od wielkości bryły surowca wprowadzanego do pieca (RYS. 20.5). Duże bryły nagrzewają się wolniej od drobnych ze względu na mniejszą powierzchnię właściwą układu, czyli powierzchnię bryły materiału stałego stykających się ze strumieniem gazów. Ponadto w dużych bryłach dyfuzja gazów z ich wnętrza do powierzchni zachodzi powoli (RYS. 20.6). Wskutek tego ciśnienie cząstkowe CO_2 wewnątrz bryły może być znacznie większe niż w strumieniu gazów w danym miejscu złoża. Opóźnia to dysocjację węglanu. Z tego powodu duże bryły węglanu wapnia rozkładają się znacznie wolniej niż materiał drobny. Istotny wpływ na szybkość dysocjacji CaCO_3 ma także temperatura. Gdy jest ona zbyt niska, w produkcie pozostaje dużo nieprzereagowanego węglanu wapnia. Jednak maksymalna temperatura w piecu nie powinna być zbyt wysoka, gdyż wte-

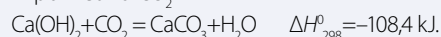
dy tlenek wapnia jest silnie spieczony i powoli reaguje z wodą. Szybko lasujące się wapno wypalane w temperaturze nie przekraczającej 1000°C , ma strukturę drobnokryształiczną, silnie porowatą (objętość porów wynosi ponad 50%). Dzięki temu szybko reaguje z wodą, tworząc wodorotlenek wapnia. W celu uzyskania równomiernego rozkładu temperatury w przekroju poprzecznym złoża mającego duże rozmiary (pole przekroju przekracza zwykle 10 m^2), w nowszych konstrukcjach pieców szybowych wsad ogrzewa się palnikami, które są odpowiednio rozmieszczone w złożu wypalanego materiału. Stosuje się wtedy paliwo ciekłe lub gazowe.

Wodorotlenek wapnia (wapno gaszone)

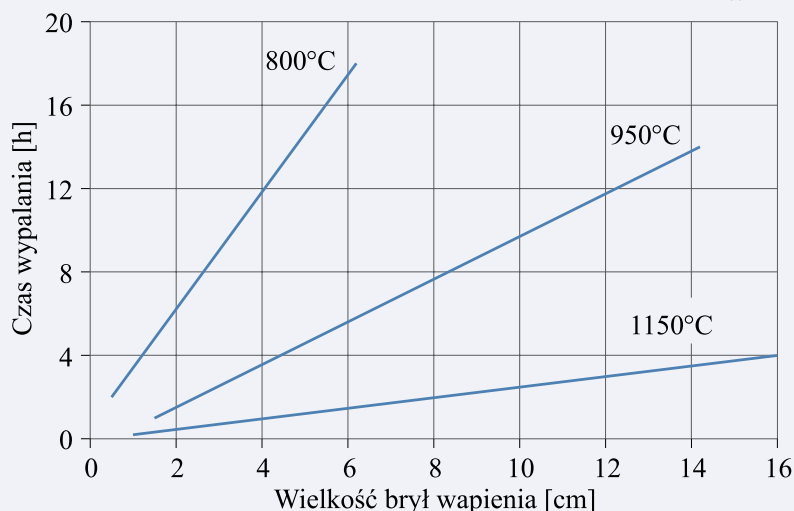
Wodorotlenek wapnia, czyli wapno gaszone, z którego sporządza się zaprawę murarską, otrzymuje się przez uwodnienie tlenku wapnia w wyniku egzotermicznej reakcji $\text{CaO} + \text{H}_2\text{O} = \text{Ca(OH)}_2$ $\Delta H_{298}^0 = -65,3\text{ kJ}$.

Produkt ma postać plastycznej masy (ciasta), która po zmieszaniu z piaskiem stanowi zaprawę wapienną stosowaną w budownictwie. Wodorotlenek wapnia rozcieńczony wodą, zwany mlekiem wapiennym, bywa stosowany w niektórych procesach chemicznych, np. do regeneracji amoniaku przy produkcji sody (ROZDZ. 18). Wodorotlenek wapnia będący łatwo dostępną zasadą jest stosowany w wielu procesach przemysłowych, np. do kaustyfikacji sody, czyli wytwarzania NaOH z węglanu sodu, lub w procesie uzdatniania wody. W budownictwie znalazło zastosowanie wapno hydratyzowane, które wytwarza się przez gaszenie wapna palonego za pomocą tak dobranej ilości wody, że powstający wodorotlenek wapnia ma postać sykiego proszku.

Twardnienie zaprawy wapiennej polega na reakcji wodorotlenku wapnia z obecnym w powietrzu CO_2

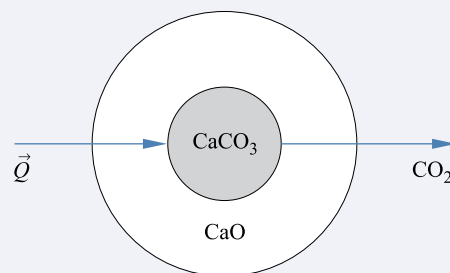


Wydzielanie się wody powoduje, że świeże mury są wilgotne przez dłuższy czas. Wiązanie ditlenku węgla przebiega początkowo dość szybko, ale po przereagowaniu części wodorotlenku wapnia szybkość reakcji znacznie maleje, tak że w niedużych ilościach pozostaje on w murach przez wiele dziesiątków lat. Przyczyną tego jest powolny proces



RYS. 20.5

Wpływ wielkości bryły wapienia na czas potrzebny do przeprowadzenia rozkładu węglanu wapnia w różnej temperaturze (dane orientacyjne)



RYS. 20.6

Rozkład węglanu wapnia w bryle wapienia z powstającą zewnętrzną warstwą tlenku wapnia (obraz uproszczony); zaznaczono kierunki przepływu ciepła i dyfuzji CO_2

dyfuzji tlenu węgla(IV) do wnętrza murów. Twardnienie zaprawy wapiennej wewnątrz budynków można przyspieszyć za pomocą gazów spalinowych zawierających CO₂.

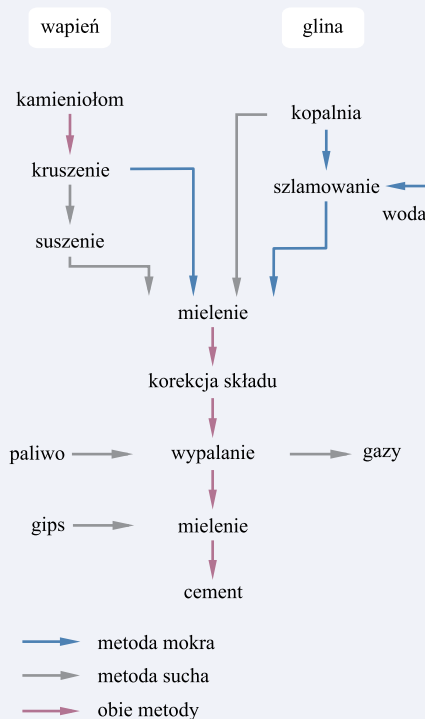
CEMENT PORTLANDZKI

Podstawowymi surowcami do produkcji cementu portlandzkiego są skały wapienne zawierające węglan wapnia (wapienie, kreda) oraz minerały ilaste, gliny, złożone z glino-krzemianów, takich jak kaolinit $Al_2O_3 \cdot 2SiO_2 \cdot H_2O$, 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. 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).

Wytwórnice 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



RYS. 20.7

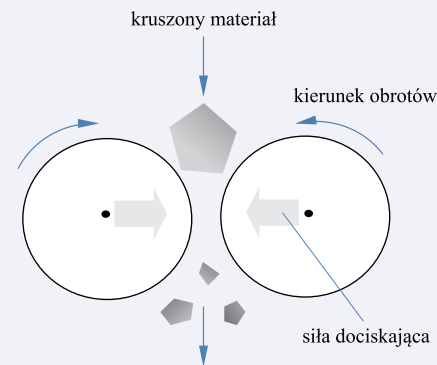
Podstawowe operacje technologiczne w procesie wytwarzania cementu portlandzkiego metodami: mokrą i suchą

cementowym. W metodzie suchej miele 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.

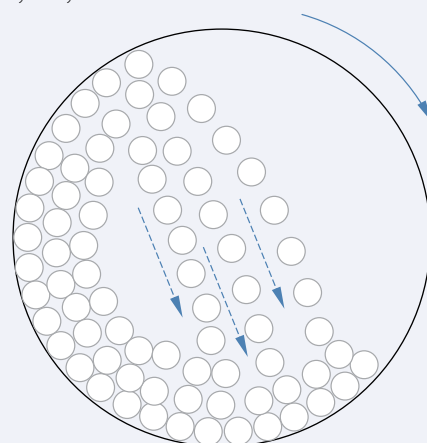
Przygotowywanie surowców do produkcji cementu

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 przemiału. 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 ścieranie. Napędzany silnikiem elektrycz-



RYS. 20.8

Zasada działania kruszarki walcowej do kruszenia grubych brył materiału



RYS. 20.9

Ruch materiału mielonego i mielników w młynie obrotowym

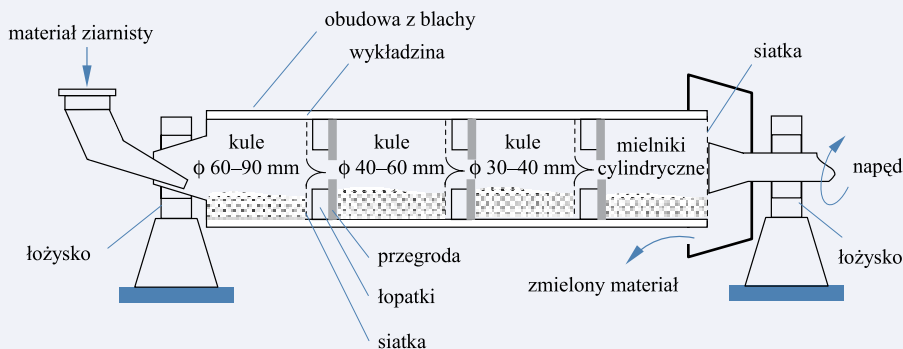
nym młyn obraca się, powodując ruch mielników i materiału mielonego.

Mielniki rozgarniają materiał i rozciągają 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 mieniu surowców oraz gotowego klinkieru. Silniki napędzające młyny kulowe o dużej wydajności, w których ładunek mielników wynosi kilkaset ton, mają moc kilku megawatów. Warunki pracy młynowni, od których zależy stopień rozdrobnienia surowców, ustala się





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 młynki kulowe (o różnych średnicach) i cylindryczne. Łopatki przesypują mielony materiał do kolejnej komory

na podstawie rachunku ekonomicznego obejmującego cały proces produkcyjny.

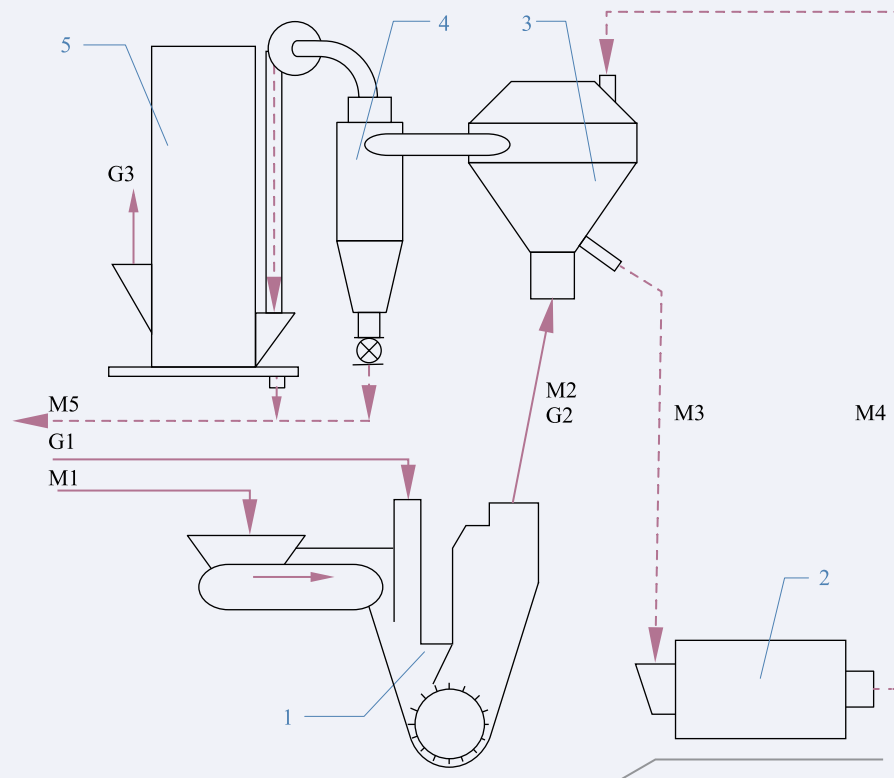
Podczas wytwarzania cementu metodą suchą, mielone surowce powinny być wstępnie wysuszone, żeby uniknąć zbijania się materiału i przywierania do ściany młyna. W celu usprawnienia procesu suszenia i mielenia surowców stosuje się instalacje susząco-mielące (RYS. 20.11). Do suszenia surowców wykorzystuje 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 wapniem. 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.



RYS. 20.11

Proces przygotowywania surowców w instalacji krusząco-susząco-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 kominia

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

- glinian triwapnia $\text{Ca}_3\text{Al}_2\text{O}_6$ ($3\text{CaO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3$), czyli celit;
- glikożelazian(III) tetrawapnia $\text{Ca}_4\text{Al}_2\text{Fe}_2\text{O}_{10}$ ($4\text{CaO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot \text{Fe}_2\text{O}_3$), czyli brownmilleryt.

Dwa ostatnie związki wchodziły 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 piec szybowy lub obrotowy. Piec szybowy ma tę zaletę, że przy stosunkowo prostej budowie można uzyskać dobry kontakt między powoli osuwającym się w dół złożem a strumieniem gazów przepływającym między bryłami materiału (podobnie jak przy wypalaniu wapna).

W układzie przeciwpądowym materiał ogrzewany osiąga temperaturę zbliżoną do temperatury ogrzewających go gazów spalinyowych. 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 drobnopiękny 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).

Piec obrotowy do wypalania klinkieru, należy 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. Podsta-

Składniki surowców w postaci tlenków*)	WAPIEŃ [% mas.]	GLINA [% mas.]	Mieszanka wapień + 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

*) Pominęto CO₂ związany w postaci węglanów i wodę.

TAB. 20.1

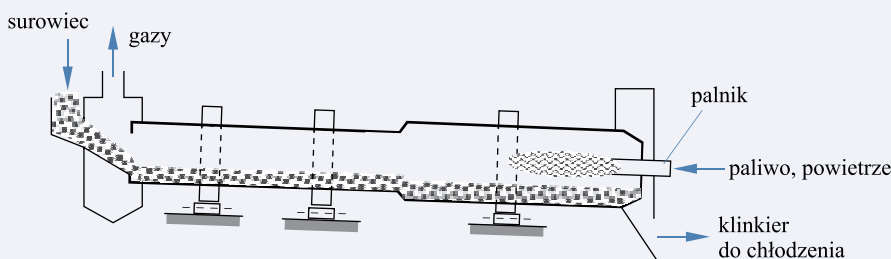
Przykładowy zestaw mieszaniny surowców do wytwarzania cementu portlandzkiego. Założony moduł hydrauliczny MH = 2,12

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
Glinożelazian(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

wową 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 wymurówka 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 przeciwpłomowym. Obrotowy ruch pieca powoduje ruch wypalanego materiału. Materiał przylegający do wymurówki jest unoszony w czasie obrotu, a co pewien czas jego część znajdująca się najwyższej odrywa się od powierzchni i spada na dół (RYS. 20.13). Drobnosiarnisty materiał zbija się i tworzy granule. W gorętszej strefie pieca część materiału trwale przylega do powierzchni wymurówki i tworzy ciągłą powłokę (tzw. napiek). Chroni to wymurówkę przed ścieraniem.

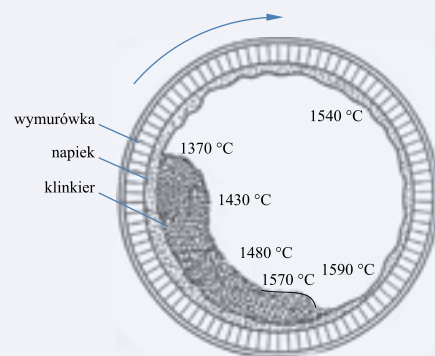
Gazy spalinowe przepływają przez obszar, niezapełnioną materiałem przestrzeń pie-

ca. W części wysokotemperaturowej przeniesienie ciepła ze strumienia gorących gazów zachodzi głównie przez promieniowanie. Droga przepływu ciepła jest bardziej złożona 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 glinokrze-



RYS. 20.13

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

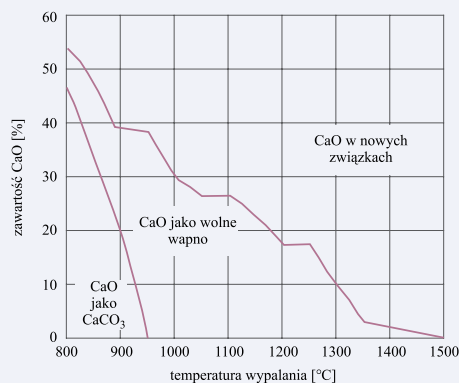
mianów (kaolinitu). W wyniku reakcji wydzielają się woda wchodząca w skład struktury tych minerałów. W zakresie temperatury 600–700°C zaczyna się rozkład węglanów, głównie CaCO₃, a dobiega do końca, gdy temperatura materiału przekracza 900–1000°C. Wydzielający się tlenek węgla(IV) wchodzi w skład gazów 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 gliniany 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 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 spo-





RYS. 20.14

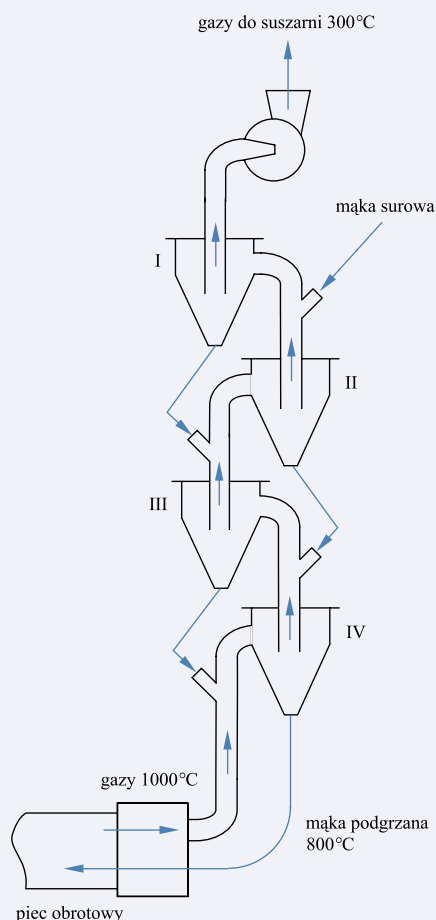
Przemiany związków wapnia zachodzące w miarę wzrostu temperatury w kolejnych strefach pieca obrotowego. Zaznaczono udziały CaO w węglenie wapnia, w niezwiązanym tlenku oraz w związkach z tlenkami krzemu i glinu w powstającym klinkierze [165]

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



RYS. 20.15

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

Metoda wytwarzania klinkieru	CAŁKOWITE ZUŻYCIE CIEPŁA [kJ/kg klinkieru]	SPRAWNOŚĆ CIEPŁNA [%]	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

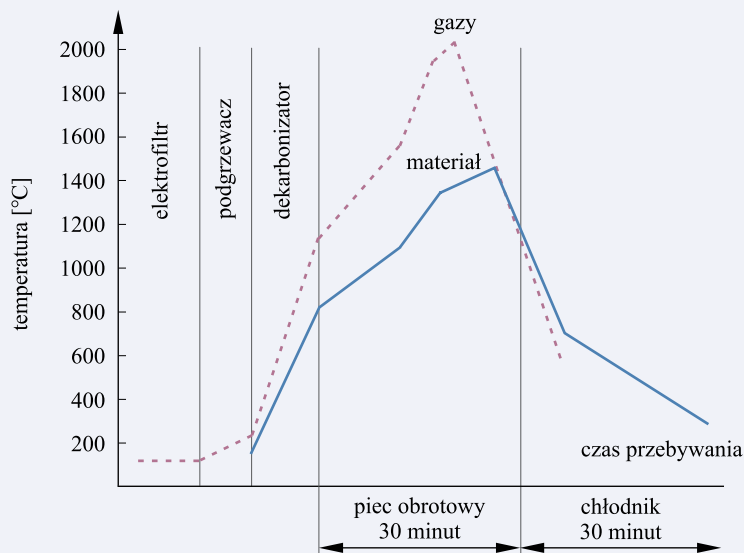
sób gospodarowania energią w cementowni ma duży wpływ na całkowity koszt produkcji cementu. W procesie wytwarzania klinkieru portlandzkiego zachodzą reakcje endotermiczne (rozkład surowców ilastych, rozkład węglanu wapnia, wytwarzanie fazy ciekłej) oraz egzotermiczne (reakcje tlenku wapnia z tlenkami 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 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

przeciwprądowym. 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 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 węglanu wapnia. Piec obrotowy ma średnicę wewnętrzną 5,75 m i długość 99 m.

Znaczne oszczędności uzyskują cementownie 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 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.



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]

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.

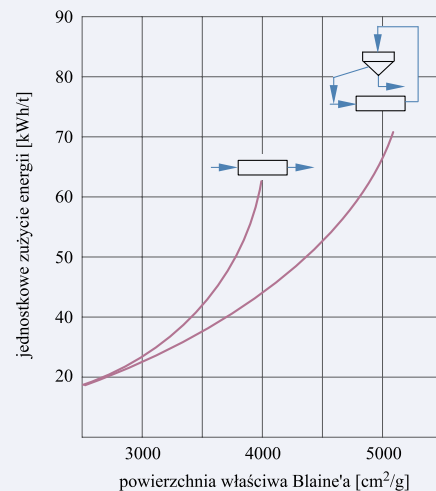
Stopień rozdrobnienia cementu ma duży wpływ na jego właściwości użytkowe.

Dlatego w czasie mielenia bada się wielkość cząstek materiału, określając stopień jego rozdrobnienia na podstawie analizy

CEMENT PORTLANDZKI	K_{80} [μm]	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

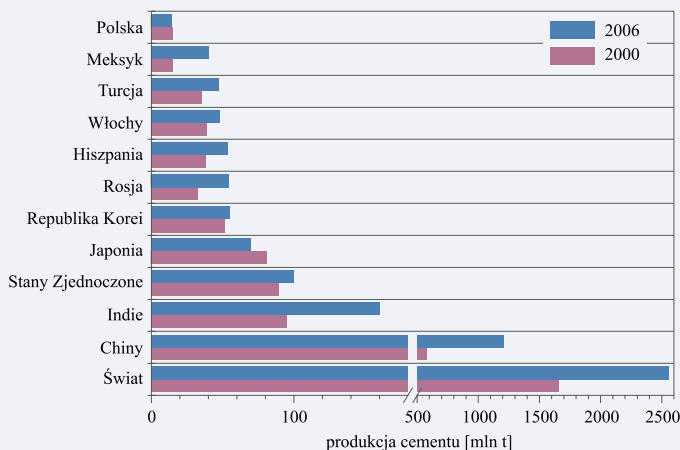
Wielkość ziarna i powierzchnia właściwa różnych gatunków cementu



RYS. 20.17

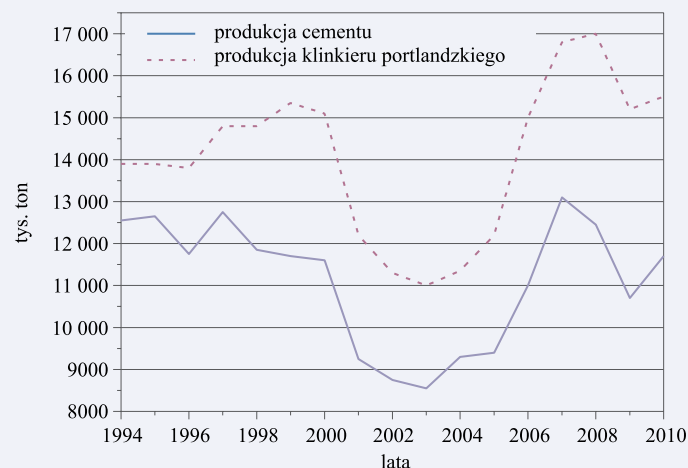
Zależność zużycia energii na zmielenie materiału od stopnia rozdrobnienia produktu w układzie prostym i w układzie obiegu powrotnego. Stopień rozdrobnienia jest określony za pomocą powierzchni właściwej.

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 wydzielą się ze strumienia materiału odbieranego z młyna, a frakcję grubszą zawraca się do dalszego mielenia. Wielkość produkcji i zużycia cementu w różnych krajach przedstawiono na RYS. 20.18 i 20.19.



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].

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 hydratacją 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:

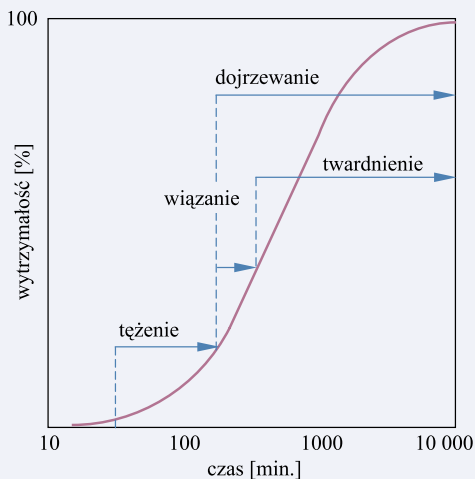
alit: $2(3\text{CaO} \cdot \text{SiO}_2) + 6\text{H}_2\text{O} = 3\text{CaO} \cdot 2\text{SiO}_2 \cdot 3\text{H}_2\text{O} + 3\text{Ca}(\text{OH})_2$, belit: $2(2\text{CaO} \cdot \text{SiO}_2) + 4\text{H}_2\text{O} = 3\text{CaO} \cdot 2\text{SiO}_2 \cdot 3\text{H}_2\text{O} + \text{Ca}(\text{OH})_2$.

W reakcjach tych powstaje uwodniony krzemian wapnia i wodorotlenek wapnia.

Obecny w cemencie glinian triwapnia także ulega przetworzeniu:

$3\text{CaO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 + \text{Ca}(\text{OH})_2 + 6\text{H}_2\text{O} = 4\text{CaO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$.

W zaczynie tworzy się początkowo kolidalny roztwór produktów reakcji, który



RYS. 20.20

Wzrost wytrzymałości zaczynu cementowego w ciągu tygodnia od chwili jego sporządzenia

gęściej przechodząc w stan żelu, a następnie tworzą się kryształy powstających faz stałych. W miarę postępu krystalizacji zmienia się postać zaczynu, który tężee, 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 PRZEZ PWN SA. W TEKŚCIE ZOSTAŁA ZACHOWANA ORYGINALNA NUMERACJA TABEL, WZORÓW, ILUSTRACJI I ODNOŚNIKÓW DO LITERATURY ORAZ INNYCH ROZDZIAŁÓW TEJ PUBLIKACJI.

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

Pompy marki Endeco również na rynku krajowym

Z Janem Strychalskim, prezesem firmy Endeco Sp. z o.o. w Katowicach, rozmawia Adam Krzyżowski



JAN STRYCHALSKI:

Ciągle w naszej szerokiej palecie pomp znajdują się też rozwiązania możliwe do zastosowania na rynku krajowym

Adam Krzyżowski: Panie Prezesie, w zeszłym roku powiedział Pan, że pompy hydrauliczne produkują Państwo pod kątem eksportu i że praktycznie tylko za granicą widzi Pan ich miejsce. Gdzie te pompy znalazły już zastosowanie w zagranicznych firmach?

Jan Strychalski: Wśród oferowanych przez nas typów pomp ręcznych znajdują się zarówno te wykonane pod kątem specyficznych wymagań klienta, jak i te, które pod względem instalacji i zastosowania mają charakter uniwersalny.

Głównymi branżami, w których znajdują one zastosowanie, są: przemysł stoczniowy i przemysł wydobywczy. Incydentalnie eksploatuje się je także w przemyśle maszynowym. Ten obszar zastosowań będzie ulegać zmianie wraz z wdrażaniem do produkcji następnych ich typów.

Aktualny nasz profil sprzedaży jest nastawiony na klientów zagranicznych – na rozwiązania specyficzne dla nich. Jednak ciągle w naszej szerokiej palecie pomp znajdują się też rozwiązania możliwe do zastosowania na rynku krajowym. Co więcej – stopniowo jest wdrażana i rozwijana u nas linia produkcji pomp hydraulicznych mogących znaleźć zastosowanie praktycznie na każdym rynku, w tym krajowym.



FOT. 1

Produkowane przez Endeco ręczne pompy hydrauliczne [źródło: Endeco]

A.K.: Jakiego typu polskie przedsiębiorstwa mogłyby być zainteresowane pompami Endeco?

J.S.: Jak już wcześniej wspomniałem – w naszej palecie znajdują się rozwiązania i produkty możliwe do zastosowania też na rynku krajowym. Niemniej jednak te uniwersalne produkty mają ograniczone zastosowanie – najczęściej jako urządzenia pomocnicze, wspierające funkcjonowanie większych maszyn w różnych branżach. Nie ma tu specyficznej, docelowej branży.



FOT. 2

Bezogniowy system Cardox zamontowany na ścianie silosu z cementem [źródło: Endeco]

Wspomniałem o nowej linii produktów, które są wdrażane. Te produkty będą miały zastosowanie w projektach infrastrukturalnych, w przesyłach mediów, w instalacjach dystrybucji. Ale oczywiście także w przemyśle stoczniowym i wydobywczym.

A.K.: Czy oferowany przez Państwa oryginalny system Cardox, który w Polsce jest głównie używany w różnego rodzaju silosach, nie mógłby być również wykorzystywany np. w kamieniołomach?

J.S.: Tak, oczywiście. System Cardox jest bezogniowym środkiem strzelniczym używanym do kruszenia wszelkiego rodzaju materiałów twardych. W Polsce znajduje on zastosowanie głównie w branży cementowej, ale na świecie jest szeroko stosowany w kamieniołomach czy zakładach górniczych.

A.K.: Jakie są Państwa plany wystawienicze i marketingowe na 2020 r.?

J.S.: Ze względu na zaistniałą sytuację epidemiologiczną wszystkie nasze plany targowe zostały wstrzymane i nie mamy zamiaru nigdzie się wystawić, ale oczywiście będziemy starali się dotrzeć do klientów inną drogą. Wszystkich zainteresowanych naszymi produktami zapraszam do naszego biura w Katowicach, a zwłaszcza do sklepu internetowego na stronie www.sklep.endeco.pl.

A.K.: Dziękuję za rozmowę.

Specyfika procesów odpylania i wentylacji w cukrowniach cz. 2

Pył cukrowy, który jako związek organiczny może tworzyć atmosferę wybuchową, pojawia się na każdym etapie procesu przetwórczego w zakładach cukrowniczych. Jego właściwości wymagają nie tylko wysokiego standardu utrzymania czystości pomieszczeń, urządzeń i linii produkcyjnych, ale przede wszystkim zastosowania skutecznych zabezpieczeń przeciwwybuchowych i przeciwpożarowych. Te funkcje przejmuje na siebie właściwie zaprojektowany i wdrożony układ odpylania z dobranymi urządzeniami i aparaturą w standardzie Ex, zgodnymi z wytycznymi dyrektywy ATEX. Z kolei funkcjonujące w branży spożywczej uregulowania GMP, normy ISO i HACCP narzucają rodzaj materiałów, z jakich należy wykonać instalacje i urządzenia. W nowoczesnej cukrowni proces odpylania powinien zostać uzupełniony o zintegrowaną, „szytą na miarę” instalację centralnego odkurzenia, której poświęcamy ten artykuł.



System centralnego odkurzenia kluczowy dla utrzymania czystości

Proces utrzymania czystości w obiektach produkcyjno-magazynowych cukrowni polega w dużej mierze na mechanizmie ciągłego wyłapywania i usuwania pyłu, dzięki czemu produkcja odbywa się bez zakłóceń, a zachowanie właściwego poziomu bezpieczeństwa i higieny pracy jest możliwe. Jednym słowem zapobiega to przestojom i wspiera proces utrzymania ruchu. Niejednokrotnie w historii przemysłu przetwórczego awarie oraz niewłaściwe zaprojektowanie i zabezpieczenie linii technologicznej spowodowały tragiczne zdarzenia, w których ucierpiały nie tylko zakłady, ale i pracownicy. Koszty związane z przestojem, koniecznym na etapie przywracania produkcji po poważnym wybuchu, oraz koszty usunięcia skutków awarii są niewspółmiernie wyższe od kosztów działań prewencyjnych.

W trakcie czynności transportowych i konfekcjonowania cukru, którego pył zaliczony został do klasy wybuchowości ST 1, pomimo obecności instalacji filtracji pyłu może dojść do niespodziewanego dodatkowego zapylenia i nadmiernego gromadzenia się cukru na urządzeniach, konstrukcjach, posadzkach i innych powierzchniach płaskich. W takich wypadkach nieodzwonne jest podejmowanie doraźnych działań mających na celu usunięcie materiału, pyłu i cukru. Najlepszą aktualnie metodą dla tych czynności jest odkurzanie. Sprawdzają się tutaj pojedyncze urządzenia przenośne do zastosowania przemysłowego z zabezpieczeniami Ex, jednak coraz częściej przed-

siębiorstwa doceniają łatwość obsługi i niezawodność zaprojektowanych „na miarę” układów centralnego odkurzenia.

Atuty zastosowania zintegrowanego systemu centralnego odkurzenia

Zastosowanie zintegrowanego systemu centralnego odkurzenia ma oprócz wysokiej niezawodności wiele innych praktycznych zalet:

- nie powoduje wtórnego zapylenia obiektu;
- eliminuje konieczność przesypywania zebranego częściowo materiału;
- materiał gromadzony jest w jednym punkcie;
- w przypadku awarii daje możliwość szybkiego transportowania większych ilości materiału;
- osoba prowadząca proces uzbrojona jest jedynie w komplet sprzątający z wężem i ssawkami.

W związku z tymi atutami doświadczone firmy wykonawcze, takie jak BART Sp. z o.o., polecają zakładom produkującym i przetwarzającym cukier instalacje centralnego odkurzenia już na etapie projektowania przez nie budynków, infrastruktury i sprzętu bądź wtedy, gdy zamierzają dokonać ich modernizacji.

Założenia do projektowania systemu centralnego odkurzenia

Przy projektowaniu systemu centralnego odkurzenia, który zawsze dostosowany jest do indywidualnych potrzeb, należy standardowo uwzględnić warunki pracy, powierzchnię obiektu, odległości pomiędzy newralgicznymi urządzeniami i liczbę osób obsługi.

Dobór jednostki filtracyjnej wchodzącej w skład centralnego odkurzacza jest uzależniony od liczby osób, które jednocześnie będą mogły obsługiwać instalację. Niebagatelną jest też powierzchnia, która będzie sprzątana za pomocą urządzeń ssących. Z kolei rozlokowanie newralgicznych urządzeń w obiekcie wpłynie na długość używanych węży odciągowych, stanowiących część комплекта do sprząkania, oraz gęstość

rozmieszczenia gniazd roboczych do ich podpięcia. Odległość najdalej położonego urządzenia od gniazda ssawnego, będącego samouszczelniającym się zaworem klapowym – a tym samym długość węży odciągowych – przełoży się na wymaganą moc podciśnienia i wydajność przepływu. Zadaniem specjalisty jest dobranie wtedy odpowiedniego urządzenia wytwarzającego podciśnienie (takiego jak dmuchawa bocznokanałowa, dmuchawa dwustopniowa czy dmuchawa Rootsa) i zoptymalizowanie systemu pod kątem wydajności i kosztów. Używane węże mają długość od 7,5 do 12,5 m. Optymalnym rozwiązaniem jest wężyk 10-metrowy. Dłuższy wężyk to większe obciążenie dla pracownika obsługującego zestaw do odkurzenia i potrzeba zastosowania jednostki o wyższym (mocniejszym) podciśnieniu. Z drugiej strony wymaga on mniejszej ilości zaworów klapowych, co wpływa na skrócenie długości zamontowanych rurociągów instalacji centralnej. Absorbowana mieszanina powietrzno-pyłowa trafia przez system rurowy do jednostki centralnej, wyposażonej w filtry kieszeniowe, na których powierzchni następuje oczyszczenie powietrza z pyłu. Regeneracja filtra odbywa się z wykorzystaniem impulsów sprężonego powietrza.



Zastosowanie zabezpieczeń przeciwybuchowych i przeciwpożarowych w systemach centralnego odkurzenia

Zależnie od wymagań użytkownika oraz przewidywanej ilości zbieranego pyłu i innych zanieczyszczeń można wybrać system odkurzenia, który będzie gromadził materiał w zbiorniku stałym, bądź też system, który będzie odprowadzał go w sposób ciągły. Typ systemu ze zbiornikami z koniecznością opróżniania najczęściej stosuje się wtedy, gdy spodziewane ilości gromadzonego pyłu są niewielkie. Jeśli natomiast przewidujemy, że w trakcie prowadzenia procesu produkcyjnego pojawi się więcej materiału podlegającego odkurzaniu, to należy rozważyć system ciągłego odbioru pyłu. Odseparowany pył opada wtedy do zbiornika, który po zapelnieniu transportowany jest na miejsce składowania.

Specyfika absorbowanego pyłu cukrowego wymusza prawnie zastosowanie urządzeń i akcesoriów, które umożliwią bezpieczne prowadzenie procesu odkurzenia i filtracji. Podobnie jak w przypadku instalacji odpylania, zastosowana w instalacji odkurzenia jednostka filtracyjna musi mieć elementy zabezpieczenia przed skutkami ewentualnej eksplozji, a sposób zabezpieczeń musi być adekwatny do lokalizacji urządzeń. Składają się na to odpowiednie środki izolacji i odsprężania wybuchu na leju zsypowym oraz na rurociągu ssącym. Ponadto instalacja rurowa powinna mieć instalację wyrównywania potencjałów i ogólne uziemienie. Wszystkie elementy instalacji powinny cechować się antystatycznością. Gwarancją dla bezpieczeństwa prowadzenia procesu i bezpieczeństwa pracowników będzie posiadanie wymaganych zabezpieczeń przeciwybuchowych i przeciwzapłonowych przez wszystkie użyte urządzenia i armaturę przemysłową, potwierdzone przez deklaracje zgodności z normami i certyfikaty wydawane przez notyfikowane jednostki badawcze.



When clean is not enough – kiedy zwykle utrzymanie czystości nie wystarcza

Na wszelkie zasady dotyczące bezpieczeństwa wprowadzane zgodnie z dyrektywą ATEX nakładają się także wymagania branży spożywczej. I tak część instalacji, która ma bezpośredni kontakt z produktem, musi być zbudowana z materiałów dopuszczo-

nych odpowiednimi normami do kontaktu z żywnością. Gotowymi rozwiązaniami w postaci systemów centralnego odkurzenia przeznaczonych dla branży spożywczej dysponuje szwedzka firma Dustcontrol. Oferowany przez tę firmę kompletny system centralnego odkurzenia – promowany hasłem: *When clean is not enough* – ułatwia producentom żywności zarządzanie odpadami materiałowymi i czystością w ich procesach produkcyjnych. Spełnia zarówno wymogi Unii Europejskiej, jak i amerykańskiej instytucji FDA, dotyczące bezpiecznej i higienicznej produkcji żywności. Kodowanie kolorystyczne szczotek i akcesoriów według podziału funkcjonalnego pozwala na zminimalizowanie ryzyka zanieczyszczenia krzyżowego. Wszystkie tworzące system urządzenia oraz pełna gama akcesoriów i węży zaprojektowane zostały z myślą o płynnej obsłudze i łatwym czyszczeniu, a komplet szczotek ssących posiada wyjątkową kombinację funkcji, takich jak:

- antystatyczność, szczotki wykonane zostały z materiałów posiadających certyfikat ESD;
- możliwość sterylizacji z zachowaniem najwyższej higieny w autoklawie;
- wykrywalność przez detektory metali, jako produkty podległe zasadom HACCP;
- spełnienie wymagań klientów dotyczące kodowania kolorami.

Unikatowe szczotki ssące, urządzenia filtracyjne, separatory wstępne (umożliwiające ponowne wykorzystanie oddzielonych surowców, takich jak zboża, mąka, przyprawy i pozostałe suche artykuły spożywcze) oraz inne akcesoria są wykonane z materiałów dopuszczonych do kontaktu z żywnością. Zostały przebadane pod kątem ewentualnej migracji szkodliwych substancji lub wyprodukowane są ze stali szlachetnych. Powyższe rozwiązania nie wyczerpują wszystkich możliwości oferowanych przez firmę BART. W ofercie znajdują się także wyspecjalizowane systemy o podwyższonych parametrach podciśnienia, wersje ATEX zabezpieczone układami aktywnymi lub



pasywnymi oraz instalacje z różnymi sposobami opróżniania filtrów jak i transportu pyłów do miejsc ich składowania.

Jak ważne jest powierzenie wykonania instalacji doświadczonemu partnerowi

Zastosowanie systemu, który dostosowywany jest do indywidualnych potrzeb klienta, wzmacnia jakość i efektywność procesów produkcyjnych. Systemy firmy BART zostały przetestowane pozytywnie i dostosowane do potrzeb klientów z różnych segmentów produkcji żywności. Dobrze zaprojektowana instalacja odkurzenia pozwala na wieloletnie i bezpieczne prowadzenie procesu produkcyjnego, optymalną gospodarkę odpadami z możliwością odzysku produktu z procesu tam, gdzie jest to dopuszczalne. Partnerem inwestycji powinna być firma inżynierska i montażowa z ugruntowanym doświadczeniem w projektowaniu i wykonawstwie zaawansowanych technicznie instalacji. Firma BART już od dwudziestu lat realizuje kompleksowe projekty dla branży spożywczej, farmaceutycznej oraz wielu innych. Instalacje dostarczane przez firmę spełniają najwyższe wymagania techniczne w zakresie jakości wykonania, bezpieczeństwa przeciwybuchowego oraz zapewnienia stabilności parametrów technicznych na długie lata. O jakości instalacji oraz rzetelności w podejściu do klienta świadczy rosnące z roku na rok grono zadowolonych klientów, co potwierdzają liczne pozytywne referencje (dostępne do wglądu na stronie www.bart-vent.pl).

WWW.BART-VENT.PL

BART Sp. z o.o. oferuje kompleksową obsługę instalacji wentylacji dla wielu branż przemysłowych, w wersji standardowej oraz z zabezpieczeniem ATEX przed skutkami wybuchu. Oprócz instalacji odkurzenia BART wykonuje instalacje odpylania procesowego, wentylacji przemysłowej, a także instalacje ogrzewania, instalacje chłodnicze oraz towarzyszące. Dla farmacji, laboratoriów oraz wysokich technologii BART projektuje i wykonuje kompletne rozwiązania dla pomieszczeń czystych wraz ze ściankami i sufitami higienicznymi oraz wszelkimi instalacjami, które zapewniają utrzymanie czystości powietrza, parametrów wilgotności, temperatury, a także kaskady ciśnień. Więcej na stronie internetowej www.bart-vent.pl oraz www.BTcleanroom.pl.

GŁÓWNY TEMAT WYDANIA 4/2020:

- URZĄDZENIA I SYSTEMY WAŻĄCE I WAŻĄCO-DOZUJĄCE

PONADTO W NUMERZE:

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

oraz

SPECJALNY DODATEK
w języku angielskim

Terminy:

08.05.2020 – zgłaszanie reklam

15.05.2020 – nadsyłanie gotowych materiałów reklamowych

21.05.2020 – ukazanie się numeru



NUMER DYSTRYBUOWANY BĘDZIE PODCZAS NASTĘPUJĄCYCH IMPREZ:

- MIĘDZYNARODOWE TARGI PRZETWÓRSTWA TWORZYW SZTUCZNYCH I GUMY PLASTPOL (Kielce)
- MIĘDZYNARODOWE TARGI MATERIAŁÓW, TECHNOLOGII I WYROBÓW KOMPOZYTOWYCH KOMPOZYT-EXPO® (Kraków)
- ITM POLSKA INNOWACJE-TECHNOLOGIE-MASZyny (Poznań)
- oraz
- POWTECH 2020 (29.09–01.10.2020, Norymberga, Niemcy)

PROMOCJA PRENUMERATY

Cena prenumeraty rocznej, 8 wydań:

(7 numerowanych i katalog na Targi SyMas) – koszt 80 złotych (w tym 8% VAT)

Prenumeratę można zamówić poprzez:

wypełnienie i przesłanie do nas zamieszczonego poniżej formularza

(e-mail: 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 77 zł netto

PRENUMERATĘ CHCĘ ROZPOCZĄĆ OD NASTĘPNEGO NUMERU
(4/2020)

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:

ORGANIZATOR



Stowarzyszenie Producentów Cementu
Polish Cement Association

PATRONAT MEDIALNY



www.bta-czasopismo.pl

DNI BETONU 2020

12-14 października 2020
Hotel Gołębiowski w Wiśle

rejestracja i więcej informacji:

www.dnibetonu.com



PARTNERZY PROGRAMOWI



Machines & Moulds
for Concrete Process



• BASF
We create chemistry



BE SURE, BUILD SURE.



SPONSORZY

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, fax: +48 33 445 81 56
e-mail: info@frutiger.pl

www.frutiger.pl
www.mobydick.com