


TEMAT NUMERU:
POMIARY, AUTOMATYKA,
NAPĘDY
strony 8-27



**Sortowanie i separacja
materiałów sypkich
(przegląd rynku) – s. 28-36**

Etykietowanie opakowań – s. 45

Grunt to spotkanie!

agrotech

XXVIII Międzynarodowe Targi Techniki Rolniczej

las-exp

XXII Targi Przemysłu Drzewnego i Gospodarki Zasobami Leśnymi

17-19 / 03 / 2023

Kielce

agrotech.pl

Drodzy Czytelnicy!

Oddajemy w Państwa ręce pierwsze wydanie *POWDER & BULK* w 2023 r., w którym koncentrujemy się tym razem na zagadnieniach związanych z pomiarami, automatyką i systemami napędowymi w branży materiałów sypkich.

Materiał sypki, jak każdy inny materiał, cechuje się szeregiem różnych właściwości fizykochemicznych. Dlatego jego parametry muszą być mierzone i kontrolowane tak, aby można go było bez obaw wykorzystać do danego procesu technologicznego lub produkcyjnego. Metody badań w tym zakresie oraz stosowane w nich urządzenia przybliży w swoim artykule dr inż. Marcin Bieńkowski (s. 8).

W tym bloku tematycznym znajdą Państwo ponadto kilka tekstów poświęconych napędom wykorzystywanym w instalacjach w zakładach produkcji i przetwórstwa różnego typu materiałów sypkich, w tym także tym przeznaczonym do pracy w strefach ATEX. Cykl ten publikujemy na s. 8–27.

Istotnym etapem obróbki każdego surowca sypkiego (począwszy od kruszyw, a na poddawanych recyklingowi tworzywach sztucznych i szkle kończąc) jest sortowanie i separacja. Mając to na uwadze, kolejny już raz prezentujemy urządzenia i rozwiązania stosowane w tych procesach. Opisywane systemy sortowania należą do najnowocześniejszych i z powodzeniem sprawdzają się w najróżniejszych warunkach, w najdalszych zakątkach świata. Teksty na ten temat zamieszczamy na s. 28–36.

To oczywiście nie wszystkie poruszane przez nas w tym numerze *POWDER & BULK* wątki. Zachęcamy do lektury całości.

Początek roku to również nowy cykl wydawniczy, dlatego serdecznie zapraszamy naszych stałych prenumeratorów do dalszej współpracy, a nowych Czytelników do nabycia prenumeraty naszego czasopisma. W ten sposób będą mogli Państwo na bieżąco śledzić techniczne informacje branżowe. Formularz zamówienia znajduje się na s. 50, a wszelkie informacje uzyskać można w naszym dziale prenumeraty – pod adresem www.powderandbulk.com.pl.

Życzymy miłej lektury!
Redakcja *POWDER & BULK*



INWET
ROK ZAŁ. 1989

Przedsiębiorstwo Wdrażania Innowacji
Spółka Akcyjna

Nasza oferta obejmuje również:

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

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



8

Materiał sypki, jak każdy inny materiał, cechuje się szeregiem właściwości fizykochemicznych, które wpływają na jego przydatność do danego rodzaju zastosowań, na sposoby jego transportu i przechowywania, odporność na warunki atmosferyczne, toksyczność i jego nasycenie wodą oraz na czas przydatności do użycia – zwłaszcza przy długotrwałym przechowywaniu. Dlatego parametry każdego materiału, w zależności od jego rodzaju, muszą być mierzone i kontrolowane tak, aby można go było bez obaw wykorzystać do danego procesu technologicznego lub produkcyjnego.



26

Jeśli chodzi o systemy napędowe stosowane w branży materiałów sypkich, mamy tu do czynienia przede wszystkim z napędzaniem maszyn wydobywczych (np. koparki, zwałowarki), przetwórczych (w tym młyny, przesiewacze i kruszarki) oraz transportowych, do których zaliczają się wszelkiego rodzaju przenośniki taśmowe, kubekowe czy pneumatyczne. Maszyny te mogą być napędzane różnego rodzaju systemami napędowymi.



28

Technologia sortowania czujnikowego umożliwia efektywne wzbogacanie wstępne materiału, zanim trafi on do dalszego przetwarzania, poprawiając jakość koncentratu na wczesnym etapie i zwiększając rentowność procesu.

Otwiera ona zatem nowe możliwości dla bardziej efektywnej i opłacalnej pracy oraz wydłużania okresu eksploatacji obszarów wydobywczych, a także stanowi ważne ogniwo pomiędzy procesami wydobycia i wzbogacania różnych rodzajów kopaliny użytecznych. Artykuł prezentuje modułowy kombinowany system sortowania STEINERT KSS.



45

Logistyka, transport oraz magazynowanie materiałów sypkich ma swoje wymagania i różni się od typowych procesów logistycznych spotykanych w przemyśle czy typowym transporcie samochodowym, czy kolejowym, w którym wykorzystywane są kontenery oraz przewóz towarów na paletach. Jednak zarówno w logistyce materiałów sypkich, jak i standardowych procesach logistycznych potrzebne jest znakowanie i automatyczna identyfikacja towarów. Etykiety pozwalają bowiem na precyzyjną identyfikację towaru na składowiskach, szybszy i pozbawiony błędów załadunek oraz bezproblemowy transport do miejsca docelowego.

SPIS TREŚCI

PRODUKTY	5
WYDARZENIA I AKTUALNOŚCI	6
GOSPODARKA	
Wybrane imprezy branżowe w 2023 r.	7
POMIARY, AUTOMATYKA, NAPĘDY:	
Aparatura i sprzęt do badania materiałów sypkich	8
Urządzenia pomiarowe do materiałów sypkich (przegląd rynku)	16–17
Inteligentne Systemy e-prowadników – i.Sense EC.P	18
THE 6X®: Prosta formuła radaru dla optymalizacji procesów	20
System napędowy w terminalu zbożowym	21
Nowa seria przeciwwybuchowych silników ognioszczelnych (wg ATEX) w klasie sprawności IE3	22
Przekładnie serii G marki Rossi – optymalne rozwiązanie dla wymagających użytkowników	24
Wybrane typy napędów	26
TECHNIKA I TECHNOLOGIA	
Czujnikowe systemy sortowania STEINERT – klucz do zwiększenia efektywności wzbogacania rudy	28
Urządzenia do separacji i sortowania (przegląd rynku)	30, 33
Separatory cząstek stalowych	32
Oddział w Oświęcimiu realizuje już konkretne projekty	34
Rozmowa z Marcinem Jaroszem, dyrektorem ds. produkcji w firmie Comex Polska Sp. z o.o.	
Metody badań środków do prania i mycia	38
TRANSPORT I LOGISTYKA	
Transport pneumatyczny surowców sypkich	37
Etykietowanie opakowań materiałów sypkich	45
ROZMAITOŚCI	
Formularz prenumeraty	50
Plan wydawniczy 2023	51

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:
VEGA Polska Sp. z o.o.

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

Podajniki marki WAKRO do transportu pneumatycznego

Bardzo często występuje konieczność przetransportowania dość dużej ilości materiału na znaczną odległość. Wykorzystywanie do tego celu przenośników mechanicznych związane byłoby z ogromnymi kosztami zabudowy i nie zawsze byłoby to fizycznie możliwe. Idealnym rozwiązaniem w tej sytuacji jest transport pneumatyczny.



Firma WAKRO opracowała własny system wysokociśnieniowego transportu pneumatycznego, który realizowany jest za pomocą urządzenia nazwanego podajnikiem komorowym (z dolnym opróżnianiem), pracującym w systemie

ciągłym i szarżowym. Transport materiałów w tym systemie odbywa się poprzez dwufazowy proces przepływu cząstek fazy stałej i powietrza w przewodzie zamkniętym. W tym systemie kilka podajników komorowych może współpracować razem, co daje możliwość kilkukrotnego zwiększenia wydajności.

W ofercie firmy WAKRO można znaleźć również transport średnicociśnieniowy, realizowany za pomocą dozownika celkowego i inżektora.

Proces transportu pneumatycznego może sprawić projektantowi wiele trudności, szczególnie gdy ma być on realizowany w trudnych warunkach procesowych lub podczas gdy surowiec jest nowy, innowacyjny, niezbadany. Firma WAKRO w swoim Laboratorium Materiałów Sypkich i Procesów Spawalniczych posiada odpowiednią infrastrukturę oraz instalacje, na których mogą być prowadzone prace badawcze np. w celu doboru odpowiedniego urządzenia. Wykonywane są w nim badania zarówno pod kątem oceny właściwości fizycznych kruszyw, jak i procesów kruszenia i mielenia, transportu pneumatycznego, przesiewania czy suszenia przy wykorzystaniu posiadanego wyposażenia w postaci maszyn w skali półtechnicznej. Laboratorium dysponuje m.in. podajnikiem komorowym, młynem kulowym, kruszarkami, zespołem przesiewaczy i suszarnią bębnową. Firma WAKRO stale się rozwija i poszerza ofertę badań w swoim Centrum Badawczo-Rozwojowym.



Instalacje WAKRO są wykonywane „pod klucz” – począwszy od doradztwa technicznego (doboru urządzenia wg wymagań klienta), projektowania, wykonawstwa w zakresie mechanicznym i elektrycznym, poprzez wykonanie układu sterowania oraz montaż i uruchomienie, a na przeszkoleniu obsługi z zakresu działania instalacji skończywszy.

www.wakro.com.pl

PROORGANIKA

JACOB

OFERUJEMY:

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



PROORGANIKA Sp. z o.o.

ul. Rogatkowa 34A, 04-773 Warszawa

tel.: +48 22 29 94 006, +48 22 29 94 850

proorganika@proorganika.com.pl

www.proorganika.com.pl

NEU-JKF

OCZYSZCZAMY POWIETRZE OD 1957 r.



NEU-JKF Sp. z o.o.
Berżyna 81
64-200 Wolsztyn

Tel.: +48 68 347 07 00
Fax: +48 68 384 53 38
e-mail: info@neu-jkf.pl
www.neu-jkf.pl



BART Sp. z o.o. supermenem jakości w plebiscycie TÜV Nord Polska

Jako przedsiębiorstwo wspierające bezpieczeństwo procesów produkcyjnych firma BART Sp. z o.o. zdobyła I miejsce i otrzymała tytuł „Supermeni Jakości 2022” w kategorii „Bezpieczeństwo” w plebiscycie organizowanym przez TÜV Nord Polska.

Plebiscyt „Supermeni Jakości” odbył się po raz drugi i obejmował firmy audytowane przez TÜV Nord Polska według normy jakości PN EN ISO 9001:2015.

– *Wszyscy jesteśmy supermenami w swoich dziedzinach* – mówił Dariusz Śliwiński, wiceprezes zarządu firmy BART, odbierając pierwszą nagrodę „Supermeni Jakości” w kategorii „Bezpieczeństwo” w postindustrialnych wnętrzach tyskiego browaru, gdzie odbyła się gala wręczenia nagród.

Firma BART oferuje realizację inwestycji przemysłowych w formule „zaprojektuj i wybuduj”. Dla wielu branż przemysłu wytwórczego i przetwórstwa firma ta proponuje technologie redukcji emisji pyłów, redukcję zanieczyszczeń lotnymi



BART Sp. z o.o.
z tytułem
**"SUPERMENI
JAKOŚCI 2022"**
w kategorii
Bezpieczeństwo!



związkami organicznymi, filtrowentylację procesową szkodliwych pyłów czy też miejscowe odciągi pyłów i dymów spalniczych na poszczególnych stanowiskach pracy. W związku ze specjalizacją także w wentylacji dotyczącej przemysłowych pyłów tworzących potencjalną atmosferę wybuchową jest ona integratorem róż-

norodnych systemów bezpieczeństwa zgodnych z dyrektywą ATEX, z bogatym zakresem urządzeń w standardzie Ex. Firma promuje na każdym kroku bezpieczną pracę w strefie potencjalnego zagrożenia wybuchem i w strefie zapylenia.

www.bart-vent.pl

NAJWAŻNIEJSZE TARGI W BRANŻY

XXVII Międzynarodowe Targi
Automatyki i Pomiarów



AUTOMATICON®
AUTOMATYKA | POMIARY | ROBOTYKA

7 - 9 marca 2023 r. Warszawa
Hala Expo XXI

BIURO TARGÓW

Al. Jerozolimskie 202
02-486 Warszawa
tel. 22 874 01 50, 22 874 02 30
e-mail: targi@automaticon.pl

ORGANIZATOR



ZAREJESTRUJ SIĘ JUŻ DZIŚ
NA WWW.AUTOMATICON.PL

TERMINY TARGÓW I KONFERENCJI BRANŻOWYCH W 2023 R.

AUTOMATICON	Warszawa	07–09.03.2023 r.
TARGI BHP	Katowice	08–09.03.2023 r.
EKOTECH I ENEX	Kielce	08–09.03.2023 r.
AGROTECH	Kielce	17–19.03.2023 r.
CONTROL-STOM	Kielce	28–31.03.2023 r.
WARSAW PACK	Nadarzyn	18–20.04.2023 r.
KONFERENCJA KRUSZYWA MINERALNE	Kudowa Zdrój	19–21.04.2023 r.
LABS EXPO	Poznań	26–27.04.2023 r.
WARSAW INDUSTRY AUTOMATICA	Nadarzyn	09–11.05.2023 r.
WARSAW FOOD EXPO	Nadarzyn	16–18.05.2023 r.
EXPO POWER i GREEN POWER	Poznań	16–18.05.2023 r.
PLASTPOL	Kielce	23–26.05.2023 r.
ITM INDUSTRY EUROPE	Poznań	30.05–02.06.2023 r.
OPOLAGRA	Kamień Śl.	16–18.06.2023 r.
ENERGETAB	Bielsko-Biała	12–14.09.2023 r.
PACKAGING INNOVATIONS	Kraków	20–21.09.2023
AGROSHOW	Bednary	22–24.09.2023 r.
POLAGRA i TAROPAK	Poznań	27.–29.09.2023 r.
KOMPOZYT EXPO	Kraków	04–05.10.2023 r.
KONFERENCJA DNI BETONU	Wisła	09–11.10.2023 r.
POL-ECO	Poznań	17–19.10.2023 r.
SYMAS	Kraków	18–19.10.2023 r.
MAINTENANCE	Kraków	18–19.10.2023 r.
FASTENER Poland	Kraków	18–19.10.2023 r.
WARSAW INDUSTRY WEEK	Nadarzyn	24–26.10.2023 r.
FOOD TECH EXPO	Nadarzyn	28–30.11.2023 r.

*Podane powyżej terminy imprez były aktualne w dniu oddania naszego czasopisma do druku



HALE PRZEMYSŁOWE ARBENA
Sprzedaż • Montaż • Serwis na terenie całego kraju
tel. 573 000 848 | kontakt@arbena.pl | www.arbena.pl

Aparatura i sprzęt do badania materiałów sypkich

dr inż. Marcin Bieńkowski

Materiał sypki, jak każdy inny materiał, cechuje się szeregiem właściwości fizykochemicznych, które wpływają na jego przydatność do danego rodzaju zastosowań, na sposoby jego transportu i przechowywania, odporność na warunki atmosferyczne, toksyczność i jego nasycenie wodą oraz na czas przydatności do użycia – zwłaszcza przy długotrwałym przechowywaniu. Dla tego parametry każdego materiału, w zależności od jego rodzaju, muszą być mierzone i kontrolowane tak, aby można go było bez obaw wykorzystać do danego procesu technologicznego lub produkcyjnego.

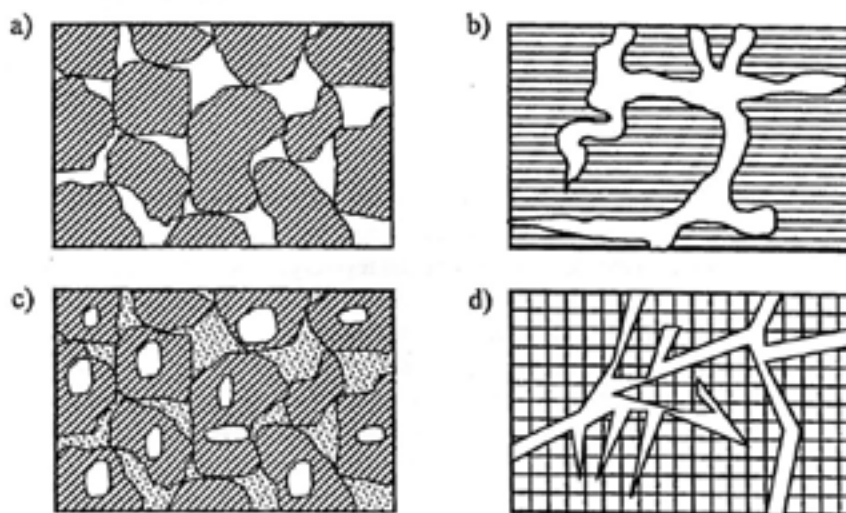
PARAMETRY FIZYKOCHEMICZNE

Wśród właściwości fizykochemicznych materiałów sypkich wyróżniamy następujące cechy:

- fizyczne;
- mechaniczne,
- chemiczne.

Do tych pierwszych zaliczyć można gęstość, porowatość, wilgotność, nasiąkliwość i higroskopijność, przewodność i pojemność cieplną, odporność na wysokie i niskie temperatury, pęcznienie czy kurczliwość. Wśród mechanicznych z kolei wymienić należy twardość, sprężystość, kruchość, udarność (odporność na uderzenia), ścieralność, tarcie, wytrzymałość na ściskanie, właściwości aerodynamiczne, reologiczne, elektromagnetyczne, elektrostatyczne, dyfuzyjne, a w wypadku większych brył dochodzi jeszcze ciągliwość oraz odporność na zginanie i rozciąganie. Jeśli chodzi o właściwości chemiczne, to będą to przede wszystkim reaktywność, czyli zdolność do wchodzenia w reakcje z pochodzącymi z zewnątrz cząsteczkami (np. tlenem, wodą, dwutlenkiem węgla, siarczanami itp.), oraz toksyczność. Czasami wymienia się tu również radioaktywność, choć jest to bardziej cecha fizyczna, i odporność na światło, promieniowanie ultrafioletowe i elektromagnetyczne.

Oczywiście nie wszystkie parametry są istotne dla wszystkich materiałów. Najczęściej mierzy się tzw. cechy masowe, wilgotność, temperaturę, porowatość, ziarnistość (rozdrobienie), właściwości reologiczne, czyli właściwości lepko-sprężyste, oraz aerodynamiczne i te parametry, które są specyficzne dla danego rodzaju materiału sypkiego. Do tego dochodzi jeszcze poziom napełnienia zbiorników czy silosów oraz pomiary masy, czyli ciężaru. Znajomość tych wymienionych przed chwilą parametrów fizykochemicznych pozwala prawidłowo przechowywać i transportować dany materiał, a także optymalnie zaprojektować dla niego środki transportu i przechowywania, w tym takie obiekty infrastruktury, jak silosy, dozowniki, taśmociągi czy wagi.



RYS. 1

Typy porowatości: a) otwarta międzyziarnowa, b) otwarta rozgałęziona, c) zamknięta wewnętrzziarnowa, d) szczelinowata [2].

CECHY MASOWE

W tym miejscu trzeba podkreślić, że materiał sypki jest materiałem dostępnym zawsze w formie przestrzennej. Może być on zróżnicowany w zależności od stopnia sypkości. Pod tym względem rozróżniamy materiał sypki bezkohezyjny oraz kohezyjny, czyli zwarty. Właściwości masowe materiału sypkiego kategoryzuje się następująco:

- gęstość właściwa;
- gęstość objętościowa;
- gęstość nasypowa;
- sypkość;

NAZWA MATERIAŁU	GĘSTOŚĆ ρ [g/cm ³]	GĘSTOŚĆ OBJĘTOŚCIOWA ρ_o [g/cm ³]
Beton zwykły	2,8	2,0–2,2
Cement	3,05–3,15	1,1–1,2
Ceramika czerwona	2,7	1,8–1,95
Drewno	1,55	0,45–0,95
Piasek	2,72	1,55–1,65
Smola	1,15	1,15
Szkło	2,65	2,65
Stal budowlana	7,85	7,85
Pianizol	1,40	0,0100
Styropian	1,10	0,03

TAB. 1

Porównanie gęstości i gęstości objętościowej wybranych materiałów [1]

- kął samozsypu (naturalnego zsypu);
- kął naturalnego usypu;
- wielkość ziarna;
- rozkład wielkości ziarna;
- kształt ziarna;
- kohezja;
- adhezja.

Najważniejszym parametrem masowym jest gęstość. Gęstość wyrażona jest jako stosunek masy materiału do jego objętości w określonych warunkach temperatury i ciśnienia. Większość materiałów, w tym materiały naturalne pochodzenia skalnego, charakteryzuje się gęstością w przedziale od 2 do 6 g/cm³. Aby opisać gęstości materiału w znacznie bardziej dokładny sposób, wprowadzono następujące pojęcia dotyczące gęstości:

- gęstość teoretyczną (gęstość rentgenograficzną) – jest to gęstość wyliczona w oparciu o znajomość wymiarów komórki elementarnej wyznaczonej metodą dyfrakcji rentgenowskiej oraz w oparciu o znajomość ilości i rodzaju atomów tworzących komórkę elementarną;
- gęstość (gęstość właściwą) – jest to stosunek masy materiału do jego objętości bez porów;
- gęstość objętościową (gęstość pozorną) – stosunek masy próbki do całkowitej jej





**NIE ROBIMY STU RZECZY.
ROBIMY JEDNĄ, ALE DOBRZE!
THE 6X®. JUŻ DOSTĘPNA!**

W firmie VEGA wiemy o tym od ponad 60 lat: im prościej, tym lepiej. Dlatego nowa sonda radarowa do pomiaru poziomu nie jest dostępna w stu różnych wersjach, tylko w jednej, ale perfekcyjnie dopracowanej. VEGAPULS 6X jest wszechstronna, absolutnie niezawodna i działa w każdych warunkach procesowych.

VEGA. HOME OF VALUES.

www.vega.com/radar

VEGA

METODA	ZASADA POMIARU	PRZEDMIOT I ZAKRES POMIARU
1. Wyznaczanie gęstości pozornej	oznaczenie różnicy pomiędzy objętościami właściwymi materiału zmierzonymi w helu i rtęci	sumaryczna objętość porów otwartych mniejszych od 100 μm .
2. Mikroskopia optyczna	obserwacje zglądów w świetle odbitym	całkowita objętość porów, kształt i rozmiary porów większych od 0,5 μm
3. Mikroskopia elektronowa	obserwacje w skaningowym mikroskopie elektronowym (SEM)	rozmiary i kształt porów większych od 0,01 μm .
4. Kondensacja kapilarna	kondensacja kapilarna	całkowita objętość porów i rozkład wielkości porów o rozmiarach 14 \AA + 600 \AA
5. Porozymetria rtęciowa	wtlaczanie rtęci pod wysokim ciśnieniem	całkowita objętość porów otwartych i rozkład wielkości porów o rozmiarach 30 \AA + 100 μm
6. Niskokątowe rozpraszanie promieni X	analiza promieniowania rentgenowskiego	rozmiary i kształt porów o rozmiarach mniejszych niż 200 \AA

TAB. 2
Najczęściej stosowane metody pomiaru porowatości [3]

objętości, wraz z zawartymi w niej porami (w stanie naturalnym);

- gęstość nasypową (nazywaną też gęstością usypową) – chodzi o masę jednostki objętości materiału sypkiego w stanie luźnym.

Jeśli chodzi o gęstość, to z punktu widzenia transportu i przechowywania materiałów sypkich kluczowe znaczenie ma gęstość nasypowa. Co ważne, wartość tej wielkości zmienia się w zależności od tego, w jakim stanie lub w jaki sposób materiał jest składowany. Pod jego własnym ciężarem lub w wyniku nacisku zewnętrznego przestrzenie między cząstkami się zmniejszają, przez co gęstość nasypowa wzrasta. Do jej oznaczania wykorzystuje się objętościomierze o różnej pojemności naczyń pomiarowych, najczęściej cylindrów metalowych, zależnie od rodzaju materiału sypkiego lub kruszywa. Warunki techniczne oznaczania gęstości nasypowej określa norma PN-EN 1097-3:1998. Zależnie od wymaganej dokładności, jej oznaczenia wykonać można w [1]:

- piknometrze (pomiar dokładny wg PN-EN 1097-7:2001);
- objętościomierzu Le Chatelier'a (pomiar przybliżony).

Z gęstością materiału związany jest jeszcze jeden istotny pomiar. Chodzi mianowicie o porowatość. Obecność w materiałach porów w istotny sposób wpływa na właściwości materiału sypkiego, a w konsekwencji na jego właściwości użytkowe oraz możliwości jego przechowywania i transportu. Co więcej, stopień, w jakim dana właściwość ulegnie zmianie, uzależniony jest od ilości, rozmiarów, kształtu i sposobu rozmieszczenia porów w tworzywie. Zawartość porów w materiałach sypkich może dochodzić do 90%, a ich rozmiary mogą wahać się od pojedynczych nanometrów do kilku milimetrów, zwłaszcza w wypadku dużych brył kruszyw. Zależność pomiędzy porowatością a innymi właściwościami materiałów ma zwykle charakter empiryczny i odnosi się ściśle do materiałów o takim samym sposobie wytwarzania lub pochodzenia [1].

Występujące pory dzielą się na otwarte (połączone, kontaktujące się z atmosferą otoczenia) i zamknięte (otoczone ze wszystkich



FOT. 1
Piknometr Glassco kl. A, 25 ml

stron ciałem stałym). Pory otwarte łączą się ze sobą i występują w formie szczelin lub kanalików. Pory zamknięte są to pory otoczone ze wszystkich stron substancją tworzącą pustki w materiale. Ze względu na wielkość, pory można podzielić na [2]:



FOT. 2
Objętościomierz Le Chatelier [źródło: UTest]

- ultrapory lub mikropory o średnicy do 100 \AA (do 10–5 mm);
- pory przejściowe o średnicy 100–1000 \AA (od 10–5 do 10–4 mm);
- makropory o średnicy powyżej 10–4 mm.

Ultrapory lub mikropory są rozpoznawane metodami analizy rentgenowskiej i tworzą one obszar sorpcyjny. Pory przejściowe z kolei rozpoznaje się metodami porometrycznymi oraz przy użyciu mikroskopu elektronowego i tworzą one obszar kapilarnej kondensacji i dyfuzji gazu. Kształt porów może być różny i zależy od sposobu powstawania. Mogą mieć kształt pęcherzyków (jak po gazach wulkanicznych lub w procesach wytopu metalu z rudy), nieprawidłowych próżni (poprzez niewypełnienie przestrzeni materiałem krystalizującym lub przez ułożenie ziaren i okruszków), równomiernych i nierównomiernych kanalików o kształcie rozgałęzionym, siatkowym itp. Na charakter porowatości wpływa nie tylko ilość porów, ale również ich kształt. Materiały o małej ilości większych porów mogą mieć tę samą porowatość co materiały o dużej ilości mniejszych porów, ale różnić się będą między sobą właściwościami [2, 3].

Zależność pomiędzy porowatością a gęstością rzeczywistą oznaczaną wg PN-74/Z-04002 oraz gęstością usypową ozna-



FOT. 3
Komora zasypowa do ręcznego testu kąta usypu Electrolab EFT-01



FOT.4
Przyrząd do pomiaru kąta zsypania – Pharma Validation Systems

czaną wg PN-ISO 7971-2 określa prawidłowość:

$$\rho = ((\rho_{rz} - \rho_u) / \rho_{rz}) \times 100\%$$

gdzie:

ρ = porowatość [%],

ρ_{rz} = gęstość rzeczywista [kg/m^3],

ρ_u = gęstość usypowa [kg/m^3]

KĄT NATURALNEGO USYPU

W procesach transportu, składowania i przetwarzania materiałów sypkich duże znaczenie ma także właściwość masowa określana mianem sypkości. Zależy ona od właściwości i stanu głównego składnika mieszaniny oraz ilości i rodzaju zanieczyszczeń. Cecha ta ma znaczenie w obliczeniach magazynów, zwłaszcza lejów wysypowych w komorach silosowych oraz przy przemieszczaniu nadawy w rurach

spustowych i na przenośnikach taśmowych bądź rurowych. Sypkość materiału wyraża się kątem naturalnego zsypania oraz kątem naturalnego usypania. Natomiast kąt naturalnego usypania i zsypania ściśle związany jest z tarcieniem wewnętrznym i zewnętrznym występującym w danym materiale sypkim.

Tarcie zewnętrzne to proces zachodzący na styku materiału konstrukcyjnego i sypkiego, a tarcie wewnętrzne to tarcie między elementami tego samego ośrodka. Stosowanie takiego podziału jest umowne. W obu przypadkach mamy bowiem do czynienia z tarcieniem zewnętrznym, które jest sumą elementarnych składowych oporów tarcia powstających między stykającymi się elementami, w tym między ziarnami tego samego ośrodka. Tarcie wewnętrzne zależy od właściwości samych ziaren i od struktury ich upakowania w ośrodku. Szorstkość i falistość powierzchni, kształt i wymiary ziaren oraz ich odkształcalność to właściwości, które najbardziej wpływają na kąt tarcia wewnętrznego.

Właściwości te modyfikowane są przez rodzaj materiału, jego ziarnistość, a przede wszystkim przez wilgotność. Pod względem ruchliwości poszczególnych cząstek materiały sypkie dzielimy na samosypujące się i nie zsypanie się samoczynnie. Dla przeważającej większości materiałów kąt zsypania naturalnego zależy od wilgotności i zwiększa się wraz z jej wzrostem [3].

Pomiaru kąta naturalnego usypania dokonuje się, mierząc promień usypanego stożka w zamkniętym naczyniu nazywanym zbiornikiem zasypowym oraz wyznaczając w każdym przypadku uzyskaną wysokość.

Następnie wartość kąta naturalnego usypania oblicza się z zależności:

$$\alpha = \arctg(h)/R$$

gdzie: α oznacza kąt naturalnego usypania, h to wysokość usypanego stożka, natomiast R to promień usypanego stożka.

POMIARY WILGOTNOŚCI

Wilgotność to kolejny parametr wpływający bezpośrednio na właściwości materiału sypkiego i często odgrywa kluczową rolę dla dalszego przebiegu procesu technologicznego bądź jego przechowywania i transportu. Zbyt duża wilgotność wiązać się może z koniecznością dosuszania materiału, a zbyt mała – z potrzebą dodawania do niego



FOT.5
Wilgotnościomierz rezystancyjny MultiWet Master Compact Plus

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

wody. Specyfika materiałów sypkich sprawia, że do pomiaru ich wilgotności nie da się zaadaptować metod i przyrządów pomiarowych wykorzystywanych w najbardziej popularnych pomiarach wilgotności powietrza. Wyjątkiem są tutaj pomiary za pomocą czujników pojemnościowych i rezystancyjnych, które można również zaadaptować do tego typu pomiarów materiałów sypkich.



FOT. 6
Wilgotnościomierz i czujnik temperatury zboża Benetech GM 640. Urządzenie pozwala na wybór gatunków zbóż

Pod pojęciem wilgotności rozumie się bezwzględną zawartość wody w materiale (w danej chwili) i określa się ją wzorem:

$$W = (m_w - m_s) / m_s \times 100\%$$

gdzie:

m_w – masa próbki materiału w stanie wilgotnym (w danej chwili) [kg],

m_s – masa próbki materiału w stanie suchym, czyli wysuszonym do stałej masy, co ma miejsce wtedy, kiedy kolejne ważenia w odstępach dobowych nie wykazują już żadnych różnic w pomiarze masy [kg]

Jak można przypuszczać, najprostszą metodą pomiaru jest skorzystanie z wagosuszarki. Metoda ta, nazywana też metodą gravimetryczną, polega na pobraniu próbki materiału, zważeniu jej, a następnie wysusze-



FOT. 7
Wagosuszarka Axis ASG210

niu i ponownym pomiarze masy po odparowaniu wody, czyli tak, jak wskazuje nam na to definicja wilgotności. Dzięki temu, znając masę wody, która odparowała, i pozostałego suchego materiału, można bez problemu określić początkową wilgotność próbki.

Inną, często używaną metodą pomiarów wilgotności (zwłaszcza podczas pomiarów sypkich materiałów budowlanych) jest metoda manometryczna. Wykorzystuje się tutaj zjawisko rozpadu karbidu w wodzie, w wyniku którego powstaje acetylen. Ciśnienie powstającego acetyleny mierzone jest za pomocą manometru. Na tej podstawie określa się następnie procentową zawartość wody w pobranej próbce.

Kolejną metodą (również wymagającą pobrania próbki) również wymagającą pobrania próbki, którą wykorzystuje się przy pomiarach wilgotności piasku i kruszyw o średnicy ziaren do kilku centymetrów, jest metoda pomiaru stałej dielektrycznej. Mierzony materiał wysypuje się do pojemnika pomiarowego. Znacząc stałą dielektryczną dla materiału suchego (np. dla piasku wynosi ona ok. 4, a dla większości materiałów sypkich zawiera się w granicach od 2 do 15) i stałą dielektryczną wody (80) oraz wiedząc, że wilgotny materiał przyjmować będzie pośrednie wartości stałej dielektrycznej (dla piasku między 4 a 80,1), można obliczyć jego wilgotność.

METODA REZYSTANCYJNA I POJEMNOŚCIOWA

Jednak najczęściej stosowanymi metodami pomiaru wilgotności materiałów sypkich są metody rezystancyjne i pojemnościowe. Pierwszą z nich wykorzystuje się do pomiaru wilgotności drewna, gleby, śrutu oraz wilgotności zboża. W metodzie tej mierzy się rezystancję pomiędzy dwoma wetkniętymi w mierzony materiał elektrodami. Przyrząd pomiarowy podaje od razu zmierzoną wilgotność, zwykle z dokładnością do 1–2%. Niestety przewodnictwo mierzonego materiału w dużym stopniu zależy od temperatury otoczenia, dlatego bardziej zaawansowane mierniki wyposażone są w sondę temperaturową, która automatycznie pozwala uwzględnić odpowiednie poprawki. Sondę tę należy umieścić również w mierzonym materiale. Na podstawie wskazań temperatury przyrząd sam skompensuje zależny od temperatury uzyskany wynik wilgotności.

Kolejną szeroko stosowaną metodą pomiaru wilgotności materiałów sypkich jest pomiar pojemnościowy. Tego typu czujniki wykorzystuje się przede wszystkim w branży spożywczej, przemyśle betoniarstwie, gipsowym i chemicznym, a także w pomiarach biomasy. Pomiar pojemnościowy jest metodą kontaktową, a więc wymaga ciągłej styczno-

ści sensora pomiarowego z mierzonym materiałem. Istotne jest to, że metodę tę wykorzystuje się zarówno do jednorazowych pomiarów punktowych, jak i pomiarów ciągłych na linii technologicznej.

Podczas pomiaru mierzony materiał swobodnie przesuwają się pod czujnikiem, bądź



FOT. 8
Sondy pojemnościowe Siemens SITR ANS LC300

też (w zależności od aplikacji) czujnik może się przesuwac po materiale. Oznacza to, że czujniki pojemnościowe można montować w różnego rodzaju silosach, zsypaniach grawitacyjnych, jak również – przy zastosowaniu odpowiedniej płozy prowadzącej – na taśmociągach, co jest jedną z głównych ich zalet. Co więcej, pomiar wilgotności materiałów sypkich, które transportowane są taśmociągami lub rurociągami, może być dokonywany w czasie rzeczywistym, a mierzony materiał może przemieszczać się z dużą prędkością.

Metoda pojemnościowa pozwala dokonywać pomiarów wilgotności w całym jej zakresie, czyli od 0 do 100%. Pomiar dokonywany jest w głąb materiału, a jego głębokość – w zależności od mierzonego materiału – waha się w granicach od 100 do 150 mm. Dzięki temu uniknąć można błędów związanych ze zmianami wilgotności na powierzchni mierzonego materiału. Istotne może być też to, że wskazania przyrządu pomiarowego mogą być skalibrowane zarówno na procentowy udział wody w materiale, jak i zawartość suchej masy. Pomiary te są też niewrażliwe na wiele czynników materiałowych, takich jak np. niewielkie zmiany składu surowca, zanieczyszczenia, zmiany barwy materiału czy zmiany jego kwasowości.

Jednak wilgotność nie wszystkich materiałów sypkich da się w ten sposób zmierzyć. W przypadku węgla, wapna, rudy metali, a także dla zboża doskonale sprawdza się metoda mikrofalowa. Co ważne, jest to pomiar całkowicie bezkontaktowy, jednak zupełnie nie nadaje się do mierzenia materia-

łów przewodzących prąd, takich jak np. grafit czy koks. Mikrofalowy pomiar wilgotności pozwala mierzyć zawartość wody z dokładnością dochodzącą do 0,2%. Do wad tej metody należy też zaliczyć wymóg zachowania granulacji mierzonego materiału do ok. 50 mm.

WAŻENIE I DOZOWANIE

Jeśli chodzi o materiały sypkie, to jedną z najczęściej mierzonych i regulowanych dla nich wielkości fizycznych jest ciężar. Precyzyjne ważenie i dozowanie materiałów sypkich pozwala nie tylko wyznaczyć masę wyprodukowanego surowca, ale również niezbędne jest do sporządzenia raportów dotyczących przepływu ilości masy w danym czasie, a co za tym idzie – sporządzania raportów finansowych. Obecnie w procesach przemysłowego ważenia materiałów sypkich korzysta się z czterech głównych rodzajów wag:

- przenośnikowych, zwanych też taśmociągowymi;
- platformowych;
- zbiornikowych;
- przepływomierzy masowych, nazywanych też wagami przepływowymi.

Tensometryczne wagi przenośnikowe stosuje się do pomiaru przepływu i sumowania masy oraz do ciągłego i sekwencyjnego



FOT. 9
Pomost wagowy dwuroolkowy – Siemens

dozowania składników sypkich. Wagi tego typu wykorzystywane są również do zabezpieczenia taśmociągów i środków transportu, na które trafia surowiec przed przeładowaniem. Platformę wagową montuje się na taśmociągu w miejscu jednego zestawu rolek. Warto też wspomnieć, że tego typu rozwiązania wykorzystywane są również przy inwentaryzacji składowanych materiałów oraz do różnego rodzaju rozliczeń.

Typowa waga taśmociągowa składa się z trzech podstawowych elementów [4]:

- pomostu wagowego, na którym zainstalowane są czujniki tensometryczne. Element ten reaguje zatem na obciążenie pochodzące od materiału przenoszonego na taśmie. Czujniki tensometryczne przetwarzają obciążenie na proporcjonalne sygnały elektryczne;

- czujnika prędkości taśmy. Jest to element odpowiedzialny za generowanie sygnałów impulsowych proporcjonalnych do prędkości taśmy. Mogą być to różnego rodzaju czujniki optyczne lub magnetyczne pozwalające rejestrować prędkość jej przesuwu, dzięki znacznikom znajdującym się bezpośrednio w taśmie czy rolkach przenośnika. Wykorzystuje się tu również mierniki obrotu wału. Najczęściej jednak są to różnego rodzaju mierniki mechaniczne wykorzystujące toczące się po taśmie zwrotne koło;

- miernika wagowego, który odbiera sygnały z czujników i przelicza je na natężenie przepływu masy, sumuje przeniesioną masę materiału i generuje sygnał proporcjonalny do natężenia przepływu, który przekazywany jest następnie do systemu sterującego procesem.

Podzespoły mechaniczne wagi muszą uwzględniać parametry konstrukcyjne przenośnika. Bierze się tu pod uwagę długość i szerokość taśmy, a także prędkość oraz wydajność przenośnika. W wagach tych wykorzystuje się od jednego do czterech przetworników siły, z którymi połączony jest element ważący w postaci jednego lub kilku zestawów rolkowych. Pomost wagowy z zabudowanymi tensometrycznymi prze-



- Ultradźwiękowy i radarowy pomiar poziomu
- Pomiar przepływu w kanałach otwartych
- Pomiar przepływu materiałów sypkich
- Bezkontaktowy pomiar temperatury
- Bariery mikrofalowe
- Monitoring szczelności filtrów
- Wagi zbiornikowe i taśmociągowe



MESKON Sp. z o.o.

ul. Bohaterów Warszawy 11
43-100 Tychy

Oddział:

ul. Poleśna 16
41-200 Sosnowiec

Kontakt:

tel.: 32 263-12-00
tel.: 601-417-423

email: meskon@meskon.com.pl
www.meskon.com.pl

twornikami siły wraz z impulsatorem odpowiedzialnym za prędkość taśmy instalowany jest w poprzek przenośnika, w miejsce jednego lub dwóch zestawów odpowiednio od siebie oddalonych rolek. Terminal wagowy wyświetla informacje dotyczące ilości materiału na jednym metrze taśmy, sumy zbilansowanego materiału oraz wartości wskaźników dodatkowych [4].



FOT. 10
Waga platformowa [Kersh Wagi]

Jeśli chodzi o wagi platformowe i pomostowe, to obecnie są to najczęściej stosowane typy wagi w przemyśle. Znajdują one zastosowanie wszędzie tam, gdzie konieczny jest pomiar masy przedmiotów bądź surowców, w tym materiałów sypkich, położonych bezpośrednio na pomost wagi. Wagi platformowe charakteryzują się stosunkowo prostą konstrukcją. Platforma spoczywa na tensometrycznych przetwornikach siły, których liczba uzależniona jest od konstrukcji platformy, cechującej się małym wymiarem wysokościowym. Ważenie możliwe jest przez załadunek towaru suwnicą, wózkiem widłowym lub bezpośredni wjazd na wagę, co wykorzystywane jest przy ważeniu materiałów sypkich podczas ich transportu. Dzięki temu ważone surowce czy towary nie muszą być podnoszone na znaczne wysokości. Waga może być wyposażona w najazdy lub zagłębiona w nawierzchni. Specjalne najazdy ułatwiają transport ważonego surowca, bez konieczności rozładowywania wózka, co znacząco przyspiesza i ułatwia proces pomiaru. Odmianą wag platformowych są najazdowe wagi samochodowe, pozwalające szybko zważyć załadowany na ciężarówkę towar [5, 6].

Wagi zbiornikowe z kolei montowane są na nowo projektowanych lub istniejących zbiornikach, gdzie istotna jest informacja o ilości materiału znajdującego się wewnątrz. W zależności od konstrukcji zbiornika, do prawidłowej pracy wagi wykorzystuje się od trzech do czterech czujników tensometrycznych, na których wspiera się zbiornik. Wagi zbiornikowe umożliwiają ważenie materiałów zarówno sypkich, jak i płynnych, w stanie spoczynku oraz w ruchu, co umożliwia rozbudowanie systemu wagowego w układ sterujący oraz dozujący zadaną wartość. Roz-

wiązanie takie pozwala na bieżący podgląd ilości znajdującego się w zbiorniku surowca oraz kierowanie procesem produkcji [5].

Zastosowanie technologii ważenia materiału sypkiego w zbiornikach ma wiele zalet w porównaniu z innymi technologiami pomiarowymi. Uwalnia od konieczności brania pod uwagę rodzaju materiału oraz jego właściwości – nie ma znaczenia, czy jest to płyn, proszek, czy gaz; nie ma również znaczenia, czy materiał powoduje korozję, pienia się, ma małą stałą dielektryczną, czy też pyli się. Jest to jedna z najdokładniejszych metod pomiaru ilości materiału w zbiorniku [7].

Do ważenia zbiorników od 10 kilogramów do 1000 ton lub więcej wykorzystuje się czujniki wagowe na ściskanie lub moduły wagowe na ściskanie. Sworzeń wahliwy zapewnia największą dokładność w przypadku występowania zjawisk rozszerzania lub kurczenia cieplnego. Moduły wagowe na ściskanie idealnie nadają się do przekształcania zbiorników w wagi zbiornikowe. Wagi zbiornikowe lub koszarowe można podwieszać do czujników lub modułów wagowych na rozciąganie, uzyskując dokładność podobną do osiąganą z systemami pracującymi na ściskanie. Ta metoda montażu bywa wygodna, jeśli konstrukcja podwieszona już istnieje lub gdy przestrzeń pod wagą musi pozostawać wolna. Można ją stosować do wag o nośności od ok. 20 kg do 30 t [8].

Ostatnim wykorzystywanym w branży materiałów sypkich typem wagi są przepływomierze masowe. Zasada ich działania oparta jest na pomiarze siły wywieranej przez przepływający produkt. Całkowicie zamknięta konstrukcja wyklucza wydostawanie się na zewnątrz pyłów, redukuje obsługę, zmniejsza koszty czyszczenia oraz chroni otoczenie. Materiał jest tu kierowany na płytkę czujnika i uderzając w nią, powoduje jej mechaniczne ugięcie. Następnie strumień materiału opuszcza przepływomierz w taki sposób, że jego pomiar nie powoduje ani zakłóceń, ani przerwania procesu produkcyjnego. Składowa siła działająca na płytkę czujnika jest przetwarzana na sygnał elektryczny. Sygnał ten jest wykorzystywany przez współpracujący z przepływomierzem integrator do bieżącego wyświetlania wartości przepływu oraz do sumowania masy przepływającego produktu [4].

POMIARY ZAPEŁNIENIA ZBIORNIKA

Określanie poziomu zapełnienia zbiornika silosu, w którym przechowywane są materiały sypkie, pozwala uniknąć jego przepiętlenia, co mogłoby doprowadzić do katastrofy budowlanej, a także pozwala na prowadzenie racjonalnej polityki magazynowej. Techniki pomiaru poziomu materiałów sypkich polegają głównie na pomiarze odległości

w kierunku pionowym w zbiorniku. Ze względu na sposób prowadzenia pomiaru wyróżnia się tu metody kontaktowe i bezkontaktowe. W przypadku pomiarów kontaktowych mierzony surowiec znajdujący się w zbiorniku ma zawsze bezpośredni kontakt z urządzeniem pomiarowym.

Jeśli zaś chodzi o metody kontaktowe, to wyróżnić tu można proste metody mechaniczne, które polegają na pomiarze napełnienia silosu za pomocą elementów mechanicznych, np. wycechowanych listew pomiarowych przykręconych do ścianek zbiornika lub – w wypadku materiałów o małej granulacji – sond z przymiarem kreskowym. Niestety metody te są bardzo mało dokładne. Inne pomiary kontaktowe korzystają z sond elektromechanicznych, pojemnościowych, a także z sond mikrofalowych z falowodem.

Pierwsza z metod polega na sprawdzeniu poziomu zasypu za pomocą ciężarka umieszczonego na końcu liny, która jest rozwijana i zwijana na bębnie umieszczonym u góry zbiornika. Specjalny układ wykrywa moment, w którym ciężarek dotknie powierzchni materiału sypkiego i osiadzie na niej, i przelicza liczbę wykonanych obrotów bębna na poziom zasypu ziarna w silosie. Użycie wózków poruszających się po podwieszanych szynach pozwala przemieszczać sondę w różne części zbiornika, dzięki czemu pomiary wykonane w różnych punktach pozwalają wyznaczyć rzeczywiste napełnienie zbiornika.



FOT. 11
Radarowy miernik poziomu zasypu ziaren [Auto Instruments]

W wypadku pomiaru zapełnienia zbiornika za pomocą sondy pojemnościowej mierzona jest pojemność elektryczna pomiędzy elektrodą kablową, którą stanowi stalowa lub miedziana lina o średnicy ok. 10 mm, a ścianą zbiornika. Warunkiem poprawnej pracy sondy jest tu brak kontaktu elektrody ze ścianą lub dnem zbiornika. Z najmniejszą pojemnością elektryczną mamy do czynienia w chwili, gdy zbiornik jest pusty, a z największą – po jego całkowitym wypełnieniu.

Jeśli chodzi o metody bezkontaktowe, to tutaj najczęściej mają zastosowanie pomiary ultradźwiękowe. Pomiar ten polega na tym, że z nadajnika wysyłana jest fala ultradźwiękowa o częstotliwości z zakresu od 10 do 50 kHz, która po odbiciu się od powierzchni nasypu dociera do odbiornika. Dokonując pomiaru czasu przelotu wiązki, a więc czasu, w którym ultradźwięki pokonały fizyczną drogę od nadajnika do odbiornika, oraz biorąc pod uwagę prędkość propagacji fali, można bez problemu określić odległość pomiędzy nadajnikiem a powierzchnią utworzoną przez zgromadzony w silosie materiał. Po uwzględnieniu rozmiarów zbiornika elektronika sterująca urządzeniem oblicza rzeczywisty poziom zasypu.

Drugą, dokładniejszą bezkontaktową metodą pomiarową są sondy radarowe. Zasada ich działania bazuje – podobnie jak w wypadku ultradźwięków – na pomiarze czasu przelotu impulsów mikrofalowych o częstotliwości od 5,8 do 78 GHz, emitowanych przez specjalną antenę. Czas od momentu wysłania impulsu do jego odbioru zależy bezpośrednio od poziomu zasypu w silosie. Radary pracujące na niższej częstotliwości są mniej wrażliwe na zapylenie bądź zaparowanie zbiornika, natomiast wyższa częstotliwość fali radiowej zwiększa dokładność pomiaru.

Kolejnym rodzajem pomiarów radarowych są pomiary sensorem mikrofalowym z falowodem, które w literaturze nazywane są też czujnikami z sondą przewodzącą. Zasada działania sondy mikrofalowej z falowodem przypomina pomiar sondą radarową. Podstawowa różnica polega na tym, że sygnał przesyłany jest falowodem występującym w postaci pręta lub stalowej liny. W miejscu, w którym zmieniają się właściwości dielektryczne ośrodka,

a w którym to umieszczony jest falowód, następuje częściowe bądź całkowite odbicie fali. Moc odbieranego sygnału jest ściśle związana ze stałą dielektryczną i im jest ona wyższa, tym sygnał jest silniejszy. Podobnie jak w standardowej metodzie radarowej, mierzony jest czas przelotu fali od detektora do zintegrowanego z nim odbiornika i na tej podstawie wylicza się wypełnienie silosu.

POMIARY TEMPERATURY

Ostatnim ze standardowo mierzonych parametrów są pomiary temperatury. Także i te pomiary wykonywane są w sposób kontaktowy i bezkontaktowy. Najczęściej do tego celu wykorzystuje się rezystancyjne czujniki temperatury. Pozwalają one mierzyć temperaturę materiałów sypkich na hałdach i składowiskach oraz w silosach i kontenerach. Elementem pomiarowym jest tu zazwyczaj termopara Pt100, Pt500, Pt1000 lub dowolny inny element rezystancyjny. Czujniki temperatury wyposażone są w stalową osłonę zakończoną szpikulcem, który ułatwia wkładanie czujnika w mierzony materiał. Oprócz tego posiadają one przyłącze elektryczne, w którym zabudowane są zaciski do podłączenia przewodów sygnałowych. Często taka głowica może być wyposażona w przetwornik temperatury, przetwarzający wartość mierzoną na standardowy sygnał prądowy 4...20 mA.

Bezkontaktowe termometry, nazywane pirometrami, dokonują pomiaru temperatury poprzez detekcję natężenia promieniowania podczerwonego emitowanego przez badany obiekt. W najprostszej konfiguracji detektora soczewka skupia padającą na jej powierzchnię wiązkę promieniowania i kieruje ją na obszar detekcji, gdzie konwertowana jest na sygnał elektryczny o określonych

parametrach. Po wykonaniu korekty związanej m.in. z temperaturą otoczenia sygnał ten przetwarzany jest na odczyt temperatury.



FOT. 12

Pirometr stacjonarny Optris CT – dwuczęściowa konstrukcja, z odseparowaną elektroniką sterującą, wyposażoną w wyświetlacz i klawiaturę funkcyjną [ŹRÓDŁO: AUTEMO]

Metoda taka pozwala na pomiar temperatury obiektu z pewnej odległości, bez konieczności bezpośredniego kontaktu z jego powierzchnią. Urządzenia do bezkontaktowego pomiaru temperatury znajdują zastosowanie wszędzie tam, gdzie wykorzystanie tradycyjnych sensorów, takich jak np. termopar rezystancyjny, nie jest możliwe lub nie daje wystarczająco precyzyjnych wyników. Doskonale sprawdzają się też w pomiarach ciągłych. Warto podkreślić, że detekcja podczerwieni IR zapewnia bardzo krótki czas reakcji, co pozwala dokonywać pomiarów dużo szybciej niż w przypadku rozwiązań kontaktowych. ■

LITERATURA

- [1] Praca zbiorowa pod kierunkiem prof. Bogusława Stefańczyka, *Budownictwo ogólne – materiały i wyroby budowlane* – tom 1; Arkady, Warszawa 2005.
- [2] T. Majcherczyk: *Zarys fizyki skał i gruntów budowlanych*. Biblioteka Szkoły Eksploatacji Podziemnej. Seria z Lampką Górniczą, Kraków 2000.
- [3] Laboratorium z nauki o materiałach. Skrypt AGH pod redakcją J. Lisa. SU 1566. AGH Uczelniane Wydawnictwa Naukowo-Dydaktyczne, Kraków 2000.
- [4] Materiały firmy Meskon dostępne na stronie <http://www.meskon.com.pl/>.
- [5] Materiały firmy Progress-Wagi dostępne na stronie <http://wagi.pl/>.
- [6] Materiały firmy Procelwag dostępne na stronie <https://procelwag.com.pl/>.
- [7] Materiały firmy InterProcess dostępne na stronie <https://interprocess.pl/>.
- [8] Materiały firmy Mettler-Toledo dostępne na stronie <https://www.mt.com/>.

Producent urządzeń
do przetwarzania
materiałów sypkich
www.wakro.com.pl

Centrum Badawczo-Rozwojowe



PRODUKTY:

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

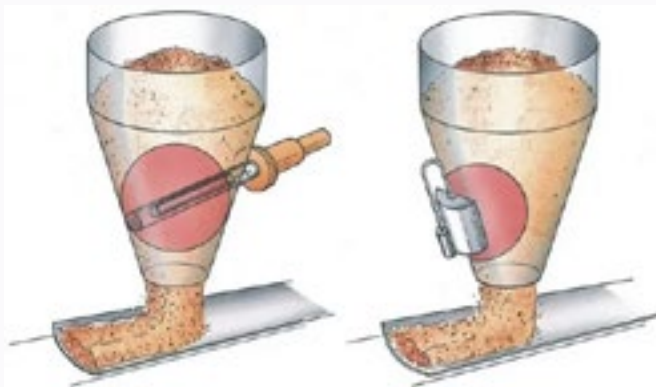
INNOWACJA
JAKOŚĆ
PRECYZJA

Neutronowy miernik wilgotności materiałów sypkich LB350

Izotopowy miernik wilgotności LB350 przeznaczony jest do bezkontaktowego pomiaru wilgotności materiałów sypkich w ciężkich warunkach pracy. Pomiar może być realizowany w zbiorniku lub na taśmociągu.

Układ pomiarowy LB 350 składa się z jednostki sterującej, detektora He3 spowolnionych neutronów oraz źródła szybkich neutronów Be-Am. Źródło neutronowe i detektor są umieszczone w jednej obudowie i tworzą sondę pomiarową. Konfiguracja układu jest zawsze dostosowywana do konkretnej aplikacji. Miernik realizuje pomiar w oparciu o zjawisko spowalniania szybkich neutronów przez atomy wodoru tworzące cząsteczki wody w mierzonym produkcie. Koncentracja spowolnionych neutronów jest zależna tylko od ilości atomów wodoru i jest proporcjonalna do zawartości wody w produkcie.

Wilgotnościomierz LB 350 stosowany jest do pomiaru wilgotności koksu, rudy i piasku. Jest odporny na ciężkie warunki przemysłowe.



Miernik nie nadaje się do pomiaru produktów zawierających wodór w swoich wiązaniach chemicznych.

Dystrybutorem urządzenia jest firma INTROL Sp. z o.o.

www.introl.pl

FL-Basic - mikrofalowa sonda wilgotności kruszywa



Czujnik wilgotności FL-Basic służy do pomiaru takich materiałów, jak piasek czy kruszywa. Sprawdza się on również w branżach związanych z produkcją betonu, w odlewnictwie, przemyśle szklarskim, ceramicznym, chemicznym, farmaceutycznym, spożywczym, rolnym i wielu innych.

Mikrofalowa sonda FL-Basic do pomiaru wilgotności różni się od innych sond oferowanych na rynku, bowiem wilgotność nie jest mierzona w oparciu o zasadę przewodności lub pojemności, lecz za pomocą mikrofal wysyłanych przez sondę. Fale te, w zależności od stopnia wilgotności, są w proporcjonalnej części odbijane przez molekuly wody zawarte w badanym materiale. Różnica pomiędzy sygnałem wysłanym a powracającym służy do wyliczenia wilgotności.

Zastosowanie sondy mikrofalowej pozwala na istotne zwiększenie dokładności pomiaru w całym przedziale wilgotności badanego materiału.

Oferowana sonda nie posiada wbudowanych filtrów sygnału. Na wyj-

ściu z sondy otrzymujemy sygnał analogowy 0–20 mA. Dlatego potrzebny jest sterownik PLC i system, który przeskala sygnał na wartości procentowe wilgotności oraz zapewni możliwość kalibracji sondy.

Główne cechy:

- szybkie skanowanie gwarantujące dokładny pomiar;
- stabilność temperaturowa (0–80°C);
- głęboka penetracja materiału;
- małe wymiary dzięki nowoczesnej elektronice;
- szerokie możliwości montażu.

Dane techniczne:

- zasilanie: +24 V DC (+/-25%);
- wyjścia (analogowe): wilgoć 2 x (0–20 mA);
- zużycie energii: 1.5 W;
- częstotliwość: 433.92 Mhz;
- zakres temperatur: 0–80°C;
- połączenie kablowe: 5 x 0,25 mm² ekranowany (ekran foliowy), długość 2 m z 5-biegunowym miniaturowym złączem okrągłym;
- wymiary: Ø 75 mm, długość 90 mm;
- waga: 0,83 kg;
- obudowa: wysokowytrzymałe aluminium;
- stopień ochrony: IP68.

www.fludwig.com/en/ludwig

Bezkontaktowe, akustyczne sygnalizatory poziomu Gladiator

Czujniki Gladiator przeznaczone są do ciągłej pracy w trudnych warunkach zapylenia lub zawilgocenia, w których urządzenia działające na bazie innej technologii nie sprawdzają się lub mogą ulec uszkodzeniu. Wykorzystuje się je do detekcji zatkania zsypu, sygnalizacji poziomu, pozycjonowania pojazdów i maszyn lub wykrywania przeszkód pomiędzy nadajnikiem a odbiornikiem.

Sygnalizatory Gladiator wykorzystują technologię fali akustycznej (15 kHz), której nie należy mylić z technologią ultradźwiękową (powyżej 20 kHz). Silna fala o niskiej częstotliwości znakomicie pokonuje zapylenie oraz wilgoć (brak dyfrakcji na cząstkach), a przy tym sama oczyszcza powierzchnię nadajnika i odbiornika urządzenia.

Zastosowanie:

- przemysł chemiczny i petrochemiczny;
- przemysł spożywczy;
- przemysł papierniczy;
- produkcja i przetwórstwo tworzyw sztucznych;
- energetyka;
- górnictwo i hutnictwo;
- przemysł cukrowniczy;
- cementownie.

Główne cechy:

- odporność na zawilgocenie i zapylenie;

- samoistne oczyszczanie czujników – nie wymagają przedmuchu;
- prosta, 1-minutowa kalibracja;
- dwa wyjścia przekaźnikowe;
- regulowane opóźnienie zadziałania;
- dostępna wersja z czujnikami oddalonymi o 500 m;
- dostępna wersja w wykonaniu z tytanu;
- opcjonalna możliwość zdalnej komunikacji przez GSM 3G.

www.mercon.pl



Przyrządy do pomiaru poziomu z oferty firmy KOBOLD

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

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

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

Wirnikowy sygnalizator materiałów sypkich NIR

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

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



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

Wibracyjny sygnalizator stanu napełnienia NVI

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

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



www.kobold.com

Od ponad 40 lat firma KOBOLD produkuje najwyższej jakości urządzenia pomiarowe



NMF - Membranowy sygnalizator poziomu

Sygnalizacja poziomu materiałów sypkich

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

SPECYFIKACJA

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

RÓŻNORODNE ZASTOSOWANIA

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

www.kobold.com

Inteligentne Systemy e-prowadników – i.Sense EC.P

www.igus.pl

Awaria to przykra sprawa dla operatorów maszyn. Bardzo często wydatki na naprawę czy konserwację nie są tak istotne, jak koszty związane z przestojami oraz niewyprodukowanym materiałem. Rozwiązaniem z pewnością jest system monitorowania e-prowadników i.Sense EC.P, który nie tylko pozwala zaoszczędzić pieniądze, ale też redukuje liczbę awarii i przestojów.



FOT. 1 (ZŹRÓDŁO: igus)

Siła ciągnąco-pchająca e-prowadnik musi być kontrolowana. Wszędzie tam, gdzie rośnie siła, zwiększa się też ryzyko awarii. Technologia i.Sense EC.P (EC = e-prowadnik, P = siła ciągnąca) pozwala w pełni kontrolować system oraz odpowiednio wcześniej informować o zalecanym wyłączeniu maszyny. Czujnik monitorowania stanu można zastosować w każdym e-prowadniku – niezależnie od serii, samonośnie lub ślizgowo, również przy zmieniających się obciążeniach i parametrach środowiskowych.

JAK DZIAŁA INTELIGENTNY SYSTEM MONITOROWANIA I.SENSE EC.P?

Pomiar siły ciągnąco-pchającej używany jest głównie do przesuwów od 15 m. Czujnik i.Sense EC.P mierzy siłę mechaniczną ciągnąco-pchającą, która występuje w e-prowadniku. Podczas ruchu ślizgowe-

go e-prowadnika siła rozciągająca działająca na koniec ruchomy rośnie lub maleje, w zależności od położenia na przesuwie. Po jednej stronie przesuwu koniec ruchomy musi pociągnąć cały ciężar e-prowadnika (pozycja końcowa 1 = duża siła rozciągająca). Jeśli koniec ruchomy znajduje się po drugiej stronie przesuwu (pozycja końcowa 2), siła rozciągająca działająca na e-prowadnik kablowy jest minimalna.

Kiedy granice sił są zdefiniowane dla odpowiedniego zastosowania systemu, czujnik może być do nich dostosowany i zainstalowany na końcu ruchomym, a następnie podłączony do modułu EC.P, który znajduje się w szafie sterowniczej maszyny.

Jeśli od tego momentu siły ciągnąco-pchające e-prowadnika z jakiegokolwiek powodu przekroczą ustawione wartości graniczne (lód, śnieg, ciało obce, niewspółosiowość czy odkształcone lub luźne rynny prowadzące),

wyświetlony zostaje komunikat ostrzegawczy lub – jeśli to konieczne – system może zostać natychmiast zatrzymany, aby zapobiec kosztownym uszkodzeniom.

CO ZROBIĆ GDY SYSTEM I.SENSE EC.P ZADZIAŁA?

Zasady są proste. Po wyświetleniu komunikatu ostrzegawczego o zatrzymaniu maszyny należy jak najszybciej ponownie aktywować system i.Sense EC.P (ponieważ monitorowanie stanu może być realizowane przez cały okres eksploatacji prowadnika kablowego). Dlatego, kiedy uruchomi się i.Sense EC.P, należy wykonać krok po kroku następujące czynności:

- sprawdzić system e-prowadnika w poszukiwaniu kolizji (awarii);
- usunąć przyczynę awarii;
- wyregulować przesuw, rynny prowadzące;
- wykonać jazdę próbną.



FOT.2 (ZŹRÓDŁO: igus)

Po zastosowaniu tej procedury inteligentne monitorowanie stanu jest ponownie w pełni operacyjne i chroni aplikację przed dalszymi problemami.

KOMPONENTY SYSTEMU I.SENSE EC.P

- Czujniki. Dostępne są dwa warianty, których można używać w zależności od środowiska aplikacji. Czujnik tensometryczny w postaci kostek, jest odpowiednim standardem dla większości zastosowań, pomiędzy mocowaniem ruchomym a ramieniem ciągnącym. Tensometr zabudowany to alternatywa, która zwykle jest częścią kompletnego projektu inżynierskiego i jest on zintegrowany z ramieniem pływającym również na końcu ruchomym.
- Moduł ewaluacyjny. Wszystkie dane dostarczone z czujnika siły pchająco-ciągącej są analizowane w sposób ciągły za pomocą modułu i.Sense II, który jest zamontowany w szafie sterowniczej maszyny, która ma być monitorowana i podłączony za pomocą przewodów chainflex. Moduł wykrywa wszelkie anomalie ruchu i przesyła je bezpośrednio do użytkownika lub systemu sterowania maszyny za pośrednictwem styku NC. Zgłoszenie awarii może również być wyświetlane poprzez lampkę kontrolną.
- Łączność. Moduł i.Sense oferuje wiele typowych zastosowań Przemysłu 4.0, m.in. zdalne resetowanie, ustawianie lub funkcję alarmu SMS/e-mail. Oprócz bezpośredniej integracji z systemem sterowania PLC, moduł umożliwia inne opcje sieciowe,

aby zapobiec całkowitemu uszkodzeniu maszyny w sytuacji awaryjnej.

KIEDY WYMAGANY JEST INTELIŻENTNY SYSTEM MONITOROWANIA STANU?

- Gdy regularne prace konserwacyjne wymagają całkowitego zatrzymania produkcji;
- Kiedy anomalie ruchu nie mogą zostać wykryte w odpowiednim czasie;
- Jeśli instalacje lub maszyny wymagają częstego lub ciągłego monitorowania;
- Jeśli przesuw systemy zasilania są trudno dostępne lub praktycznie niewidoczne;
- Jeżeli prace konserwacyjne stwarzają zagrożenie dla zdrowia lub bezpieczeństwa;
- Jeśli koszty konserwacji mają zostać zmniejszone, a żywotność zwiększona. ■

Inteligentne polimery

Unikaj nieplanowanych przestoju



Przemysł 4.0: smart plastics eliminują nieplanowane przestoje.

Inteligentne komponenty z wyprzedzeniem informują o wymaganej konserwacji i mogą być zintegrowane ze standardowymi systemami kontroli urządzenia. Pozwalają Twoim maszynom pracować nieprzerwanie, a także obniżyć koszty utrzymania ruchu.

Tel. 22 316 36 30
info@igus.pl
plastics for longer life®

igus.pl/smartplastics



THE 6X®: Prosta formuła radaru dla optymalizacji procesów

Dzięki sondzie radarowej VEGAPULS 6X, VEGA otwiera nową erę w dziedzinie pomiaru poziomu.



RYS. 1

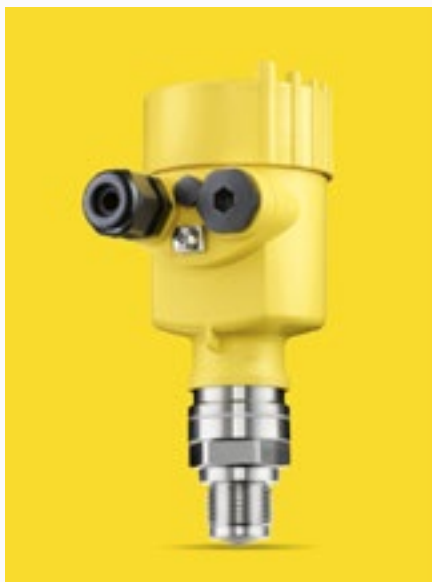
Z VEGAPULS 6X firma VEGA zmieniła klasyczny dobór urządzeń: Występuje już tylko jedna sonda radarowa – pasująca do wszystkich zastosowań.

Radar VEGAPULS 6X wie, co ma robić. Rezultat: Nowa sonda radarowa, która mierzy poziom we wszystkich warunkach procesowych. Czasy, w których użytkownik musiał wybrać właściwe urządzenie spośród wielu różnych modeli to już przeszłość.

Zwykle poszukiwania odpowiedniej sondy radarowej do pomiaru poziomu zaczynają się od postawienia pytania o częstotliwość, która w konkretnym przypadku mogłaby się sprawdzić najlepiej, ale także właściwości medium, zakres temperatury i przyłącza procesowe. O ile wybór urządzenia był dotąd złożony, to VEGA oferując VEGAPULS 6X zmienia ten proces od podstaw. – *Ostatecznie nie liczy się sonda, lecz to, co użytkownik chce osiągnąć w swoich procesach technologicznych* – mówi Florian Burgert, który jako Product Manager od początku był zaangażowany w rozwój nowego radaru. – *Pewność, że przy wyborze sondy nie tylko szybciej dotrzesz do celu, ale także wdrożysz najlepsze rozwiązanie, robi różnicę w codziennej pracy.*

PONAD MILION URZĄDZEŃ DZIAŁAJĄCYCH NA CAŁYM ŚWIECIE

30 lat temu rozpoczęła się historia sukcesu dzisiejszego światowego lidera w radarowej technologii pomiaru poziomu. Jego sondy przez ten czas zoptymalizowały ponad milion procesów. Historia jest bogata



RYS. 2

Nowa sonda radarowa do pomiaru poziomu VEGAPULS 6X jest rezultatem 30 lat doświadczeń i ponad 1 miliona sond działających na całym świecie.

ta w kamienie milowe, takie jak pierwsza na świecie sonda radarowa w systemie dwuprzewodowym lub pierwszy czujnik radarowy 80 GHz do pomiaru poziomu cieczy. Stoi za tym wielu ludzi, których łączy wspólna pasja: – *W firmie VEGA nie robimy stu różnych rzeczy, lecz skupiamy się na tym, co potrafimy najlepiej. Jest to radar* – reasumuje Product Manager Jürgen Skowaisa.

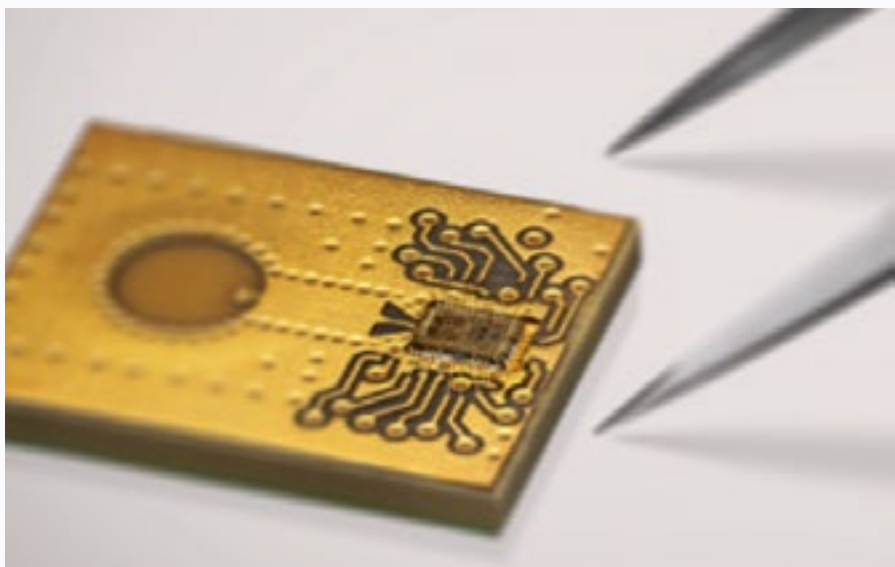
W PEŁNI ZABEZPIECZONA

Nowa sonda VEGAPULS 6X oferuje to, co jest obecnie najlepsze i technicznie możliwe: system do samodiagnozowania, który natychmiast rozpoznaje usterki i wykazuje wyraźnie wyższą niezawodność, nową technologię chipów radarowych, rozszerzone możliwości zastosowania i prostszą obsługę. Oprócz certyfikacji SIL, uwzględniono również aspekt bezpieczeństwa cybernetycznego: zgodnie z normą IEC 62443-4-2 z rygorystycznymi wymaganiami w zakresie bezpiecznej komunikacji i kontroli dostępu.

WARTOŚĆ TKWI W NAJLEPSZEJ APLIKACJI

Czujniki poziomu mają za zadanie ułatwić operatorom monitorowanie procesów przemysłowych. VEGAPULS 6X oferuje maksymalne ich uproszczenie. Jest to uniwersalna sonda do wszystkich zastosowań. Docelowo użytkownik nie będzie musiał zastanawiać się nad technologią, częstotliwością lub wersją wykonania. Także uruchomienie zostało ograniczone do minimum – wystarczy podanie podstawowych informacji i kilka kliknięć. VEGAPULS 6X często może być sparometryzowana fabrycznie i dostarczona jako gotowa do użytku. Zamontować, podłączyć i gotowe: prościej się nie da. ■

WWW.VEGA.COM/RADAR



FOT. 1

VEGA jest dumna szczególnie z wewnętrznych wartości VEGAPULS 6X: Specjalista w zakresie pomiaru poziomu przedstawia opracowany we własnym zakresie chip radarowy, który wytycza nowe standardy pod względem funkcjonalności i bezpieczeństwa.

System napędowy w terminalu zbożowym

NORD DRIVESYSTEMS jest jednym ze światowych liderów w branży napędowej. Firma dostarcza efektywne przekładnie, silniki i przetwornice częstotliwości, które składają się na czyste i bezpieczne rozwiązanie, zastępując napędy pasowe i odsłonięte, wirujące elementy. Silniki elektryczne NORD z nadwyżką spełniają globalne standardy i normy efektywności energetycznej, przyczyniając się swoją efektywnością do obniżania kosztów zużycia energii. Rozwiązania napędowe zgodne z wymaganiami ATEX stanowią zabezpieczenie przed wybuchem gazu lub pyłu. Z zalet napędów NORD skorzystała firma Lachenmeier Monsun, wykonując system silosowy do terminala zbożowego duńskiej firmy Federisia Shipping. Firma specjalizuje się w planowaniu i budowie obiektów logistycznych dla materiałów sypkich, takich jak: zboża, nasiona oleiste i pasze, i preferuje technologię napędową firmy NORD DRIVESYSTEMS.

Powstały w 2019 r. terminal odbiera ziarno bezpośrednio z pól lub z terminali śródlądowych w Danii za pośrednictwem ciężarówek. Ziarno zostaje oczyszczone, wysuszone i natychmiast zmagazynowane, a później prze-



transportowane i ładowane na statki. Placówka może przyjąć do 10 ładunków ciężarówek na godzinę. To ok. 300 ton. W przypadku załadunku statków z silosów można pobrać do 600 ton na godzinę. Wymaga to wydajnego i niezawodnego systemu przenośników. Najdłuższy przenośnik poziomy w terminalu pokonuje odległość 130 metrów. Pozostałe przenośniki mają ok. 60 metrów długości. Do pionowego transportu ziarna oraz załadunku silosów i suszarni od góry stosuje się podnośnik kubelkowy o wysokości 45 metrów. W procesie doboru przekładnie NORD przekonały inwestora zarówno pod względem ekonomicznym, jak i technicznym. Systemy NORD są używane jako główne napędy do transportu poziomego i pionowe-

go – ale także w sterowaniu zasuw, zaworów i wentylatorów. Przekładnie walcowe w korpusie płaskim są stosowane w przenośnikach łańcuchowych, kubelkowych i suszarniach. Są niedrogie i mają niemal uniwersalne zastosowanie. Z kolei reduktory walcowo-stożkowe są używane głównie w przypadku braku miejsca, ponieważ są bardziej kompaktowe. Reduktory ślimakowe zaś są używane do mniejszych zastosowań na filtrach i do załadunku statków. W terminalu zbożowym palny pył może stanowić problem w pomieszczeniach zamkniętych, dlatego wszystkie motoreduktory wewnętrzne należą do kategorii ATEX (strefa 22 lub strefa 21). W przypadku napędów zewnętrznych firma Lachenmeier Monsun wybrała odporne na korozję powłoki malarskie do zastosowań morskich. Dzięki zabezpieczeniu powierzchni odpowiednią powłoką wilgoć, deszcz, sól, kurz i brud w porcie morskim nie mogą uszkodzić napędów.

Dzięki wieloletniemu doświadczeniu i dogłębnej wiedzy NORD oferuje kompletne rozwiązania dla specjalnych wymagań przemysłu zbożowego i dla ponad 100 innych branż. ■

WWW.NORD.COM

PRZEKŁADNIE PRZEMYSŁOWE MAXXDRIVE®

**WYDAJNE NAPĘDY
DO CIĘŻKICH WARUNKÓW**

- ▶ Różnorodność opcji dostosowanych do indywidualnych potrzeb aplikacji
- ▶ Wysokie wyjściowe momenty obrotowe i moce napędowe
- ▶ Kompleksowe warianty konfiguracji i montażu



NORD
DRIVESYSTEMS

Nowa seria przeciwwybuchowych silników ognioszczelnych (wg ATEX) w klasie sprawności IE3

Adam Owczarzy

Ogólnosiwiatowy trend ograniczania emisji szkodliwych gazów, będących skutkiem ubocznym procesów wytwarzania energii (np. z węgla), jest głównym bodźcem do poszukiwania nowych źródeł energetycznych (m.in. odnawialnych) oraz ulepszenia aktualnych urządzeń i procesów przemysłowych w celu ograniczenia zużycia produkowanej energii.



Dodatkowym czynnikiem determinującym ww. działania jest znaczący wzrost zapotrzebowania na energię elektryczną w stosunku do możliwości wytwórczych. Uwzględniając, że ok. 50% energii elektrycznej wyprodukowanej w Polsce wykorzystywane jest przez układy napędowe z silnikami elektrycznymi, zastosowanie energooszczędnych układów napędowych z silnikami elektrycznymi o wysokiej sprawności może przynieść znaczące efekty w ograniczaniu ww. negatywnych skutków rozwoju naszego kraju, przy jednoczesnym zapewnieniu wymiernych oszczędności dla użytkownika.

Do roku 2021 wymagania odnośnie do minimalnego poziomu sprawności silników wprowadzanych na rynek UE nie obejmowały

swoim zakresem silników przeciwwybuchowych, dla których jedynym obowiązkowym aspektem konstrukcji było zapewnienie odpowiedniego poziomu bezpieczeństwa użytkownikom w strefie zagrożonej wybuchem.

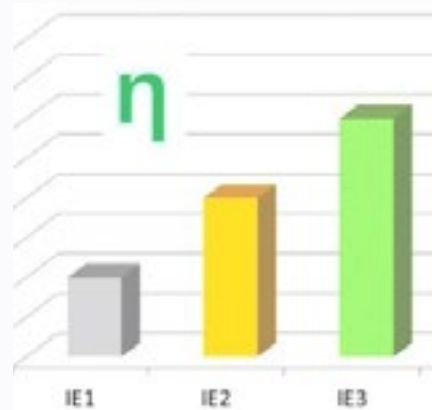


Od 1 lipca 2021 r. wszystkie silniki przeciwwybuchowe, z wyjątkiem silników górniczych przeznaczonych do eksploatacji w podziemiach kopalń oraz silników

budowy wzmocnionej, muszą spełniać wymagania dla klasy sprawności IE3.

CELMA INDUKTA SA to wieloletni producent szerokiej gamy trójfazowych silników elektrycznych, w tym silników o konstrukcji

Nowe Rozporządzenie Komisji Europejskiej 2019/1781 & 2021/341 wprowadza rewolucyjne zmiany w powyższym



przeciwwybuchowej przeznaczonych dla przemysłu górniczego i chemicznego. Pierwsze wytwarzane przez tę firmę silniki do stref zagrożonych wybuchem zostały wprowadzone do produkcji już w latach 50. ubiegłego wieku.



- połączenia śrubowe tarcz łożyskowych z kadłubem;
- dostępne wykonanie z oddzielną skrzynką pomocniczą dla wyposażenia dodatkowego (np. czujniki temperatury, grzałki itd.);
- zoptymalizowany układ chłodzenia – pozwalający na ograniczenie temperatur uzwojenia i łożysk, a tym samym na podwyższenie czasu MTTF (średni czas do wystąpienia uszkodzenia);
- szerokie spektrum wyposażenia dodatkowego (niezależne chłodzenie, enkoder, hamulec itd.) oraz odmian wykonań (do zasilania z przemiennika częstotliwości, do niskich temperatur, do środowisk pyłowych, ze specjalnym uszczelnieniem wału, do pracy wałkiem w górę bez zadaszenia itd.);
- możliwość przełączenia Y/Δ wewnątrz skrzynki zaciskowej.

Uwzględniając ponad 50-letnie doświadczenie w produkcji silników Ex oraz biorąc pod uwagę nowe wymagania w zakresie minimalnego poziomu sprawności wynikające z Rozporządzenia Komisji Europejskiej 2019/1781 & 2021/341, CELMA INDUKTA SA zaprojektowała od podstaw, a następnie zaatestowała nową serię silników ognioszczelnych Ex db (eb) z zakresu 90...315 przeznaczonych dla przemysłu chemicznego w klasie sprawności IE3 – serię (E)cSTe(b).

Konstrukcja silników nowej serii (E)cSTe(b) została opracowana w oparciu o najnowsze światowe trendy w zakresie silników przeciwwybuchowych – z uwzględnieniem sugestii klientów, dotyczących poprzednio produkowanej serii (E)cSg:

- dopuszczenie do grupy gazowej IIC (spełnia wymagania również dla grupy IIA i IIB) z klasą temperaturową T5 lub niższą;
- bezstykowe uszczelnienia węzłów łożyskowych dla zakresu wielkości 160...315;
- unowocześnione węzły łożyskowe dla zapewnienia wysokiej żywotności łożysk;



Silniki posiadają aktualne dopuszczenia wg międzynarodowych wymagań dla urządzeń przeciwwybuchowych. ■

WWW.CANTONIGROUP.COM
AUTOR JEST DYREKTOREM DS. ROZWOJU PRODUKTU
W FIRMIE CELMA INDUKTA SA
NALEŻĄCEJ DO GRUPY CANTONI

DEMANDING APPLICATIONS
OUR MOTORS – YOUR SUCCESS
POWER OF EXPERIENCE
DEMANDING APPLICATIONS
CHALLENGING PROJECTS
IDEA TURNED INTO ENERGY

Cantoni®
GROUP



Silniki przeciwwybuchowe
ognioszczelne
w klasie sprawności IE3
(E)cSTe(b)
produkcji Celma Indukta S.A.

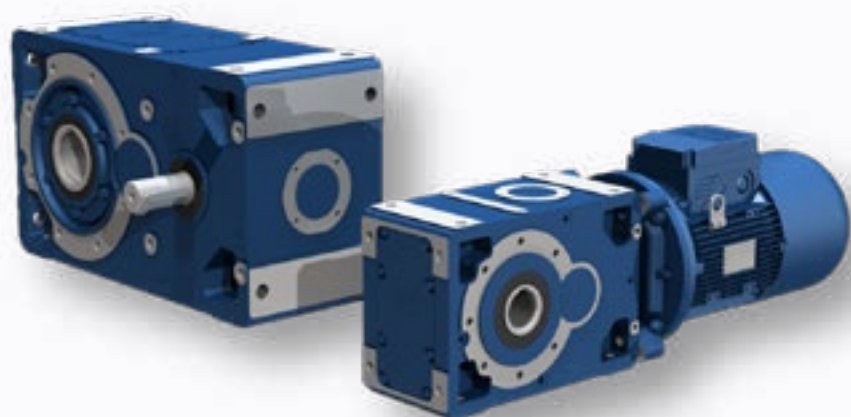


POWER OF EXPERIENCE
OUR MOTORS – YOUR SUCCESS
DRIVING MOST DEMANDING
INTO YOUR ENERGY GLOBAL
ENERGY BUSINESS POWER
WWW.CANTONIGROUP.COM

Przekładnie serii G marki Rossi – optymalne rozwiązanie dla wymagających użytkowników

www.rossi.com

Firma Rossi już od 70 lat dostarcza rozwiązania napędowe do najbardziej wymagających zastosowań przemysłowych. Oferta firmy obejmuje bardzo szeroki asortyment przekładni, silników i motoreduktorów zaprezentowany w 17 katalogach produktowych.



FOT. 1
Przekładnie walcowe i stożkowo-walcowe serii G

Jedną z czołowych grup produktowych firmy Rossi są przekładnie walcowe płaskie oraz walcowo-stożkowe serii G. W porównaniu z wyrobami konkurencji wyróżniają się one zwartą budową, uniwersalnym korpusem oraz najwyższym przenoszonym momentem obrotowym w stosunku do masy napędu.

Ich najważniejszymi cechami konstrukcyjnymi są:

- uniwersalne wykonanie do montażu łopowego lub kołnierowego, dzięki czemu taki sam napęd można zamocować w pozycji normalnej lub odwróconej, a także po lewej lub po prawej stronie maszyny – co ułatwia unifikację napędów;

- sztywny korpus monolityczny (tzw. monoblok), wykonany z żeliwa dla wszystkich wielkości mechanicznych;
- w przypadku motoreduktorów – silniki kołnierowe wg standardu IEC, co daje prosty montaż oraz ułatwiony późniejszy serwis napędów;
- relatywnie lekkie korpusy, wzmocnione wewnętrznym ożebrowaniem;
- utwardzane termicznie i szlifowane wszystkie koła zębate.

Ponadto w katalogu można znaleźć informacje o wielu dodatkowych wariantach, np. o niestandardowych akcesoriach, specjalnych opcjach wyjścia, wzmocnionych powłokach lakierniczych, wykonaniach do niskich temperatur czy otoczenia silnie zapyłonego, czy też do strefy ATEX. Poza tym istnieje również możliwość wykonań pozakatalogowych.

Ciekawą opcją, dostępną dla przekładni walcowych, jest wykonanie z korpusem wydłużonym. W tej samej wielkości mechanicznej reduktora, co przy wykonaniu stan-



FOT. 2
Motoreduktor w wykonaniu wydłużonym zastosowany w układzie plastyfikującym



FOT. 3
Napęd ciężkiego przenośnika w gdańskim porcie



FOT.4

Napęd przenośnika taśmowego w kopalni kruszyw

dardowym, przekładnia ta ma znacznie większy rozstaw pomiędzy wejściem a wyjściem, co daje możliwość zainstalowania silnika po stronie maszyny oraz znaczącego ograniczenia jej gabarytów. Rozwiązanie to – dostępne u nielicznych konkurentów – jest często stosowane np. w układach wytłaczarek, napędach jazdy, mieszadłach czy też układach wciągnikowych.

Przez wzgląd na swoją dużą wytrzymałość, zwarte gabaryty oraz bardzo dobre parametry pracy przy relatywnie niskiej masie przekładnie Rossi są regularnie wykorzystywane w bardzo wielu wymagających zastosowaniach przemysłowych. Przykładem takiej

aplikacji jest system ciężkich przenośników pracujący w porcie w Gdańsku. Odpowiada on za rozładunek i załadunek statków, transport placowy oraz dostawę lub odbiór materiałów sypkich z wagonów – głównie węgla oraz kruszyw. System ten współpracuje m.in. z największą ładowarko-zwałowarką placową w Polsce (o wydajności 4000 t/h) i w całości bazuje na napędach Rossi.

Kolejnym ciekawym zastosowaniem jest wykorzystanie tych przekładni w systemie transportu w kopalni kwarcytu – jednego z najbardziej odpornych na obróbkę kruszyw

– zlokalizowanej pod Kielcami. Również w tym przypadku napędy Rossi wyjątkowo dobrze sprawdzają się w trudnych warunkach otoczenia.

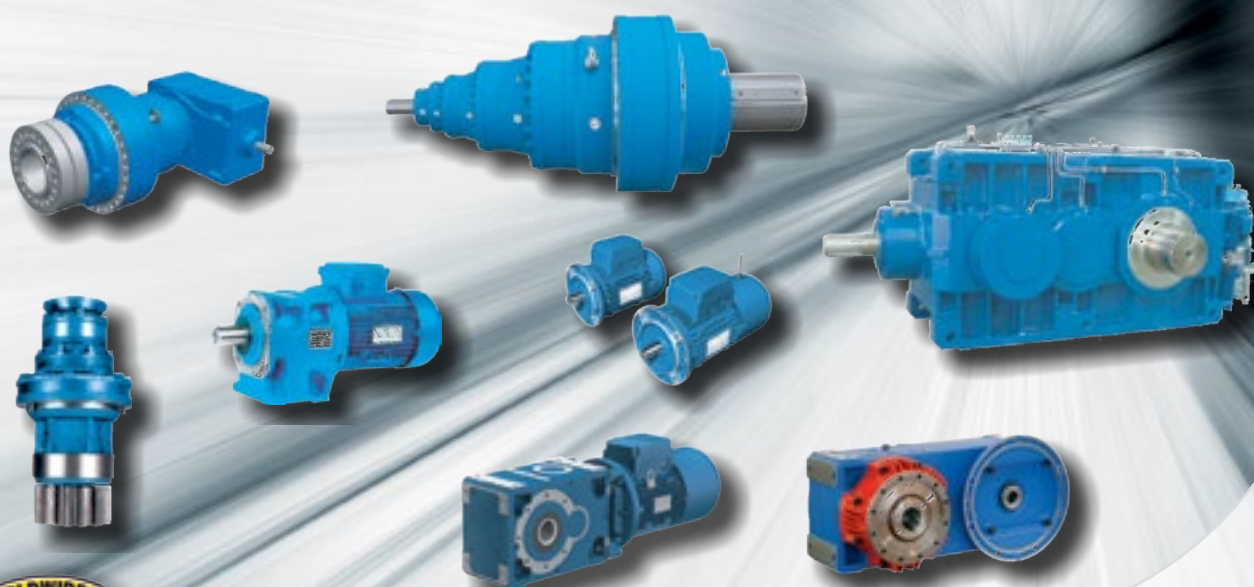
Rozwiązania napędowe Rossi sprawdzają się podczas wieloletniej eksploatacji w różnorodnych, często bardzo wymagających zastosowaniach w Polsce i na świecie. W powiązaniu z konkurencyjnymi parametrami technicznymi oraz wysoką jakością wykonania, popartą trzyletnią gwarancją producenta, stanowi to najlepszą rekomendację do ich stosowania. ■



FOT.5

Motoreduktory Rossi wykorzystywane w kopalni kwarcytu

Sprawdzone rozwiązania napędowe



Rossi ... ponieważ liczy się doświadczenie

Rossi Polska Sp. z o.o.
Równinna 31, 87-100 Toruń
tel. +48 56 6 490 450
+48 56 6 490 451
email info.poland@rossi.com
www.rossi.com



Wybrane typy napędów

dr inż. Marcin Bieńkowski

Jeśli chodzi o systemy napędowe stosowane w branży materiałów sypkich, mamy tu do czynienia przede wszystkim z napędzaniem maszyn wydobywczych (np. koparki, zwalówarki), przetwórczych (w tym młyny, przesiewacze i kruszarki) oraz transportowych, do których zaliczają się wszelkiego rodzaju przenośniki taśmowe, kubełkowe czy pneumatyczne. Maszyny te mogą być napędzane różnego rodzaju systemami napędowymi.

SERWONAPĘDY

Trudno wyobrazić sobie współczesne, zautomatyzowane systemy napędowe maszyn i urządzeń bez możliwości wykorzystywania w nich tzw. serwonapędów. Najogólniej rzecz biorąc serwonapęd to układ służący do pozycjonowania osi według założonych parametrów ruchu, takich jak np. prędkość, przyspieszenie czy pozycja. Ruch osi wykonywany jest za pomocą silnika elektrycznego, a ruch obrotowy zamieniany jest na ruch liniowy, wykorzystując np. śrubę pociągową, co dodatkowo zwiększa możliwości zastosowania serwonapędu i jest chętnie wykorzystywane w maszynach stosowanych w branży materiałów sypkich. Ważną cechą serwonapędów jest także możliwość takiej regulacji, aby utrzymywały odpowiednią pozycję, prędkość czy moment, niezależnie od zaistniałych zakłóceń.

W wypadku serwonapędów należy przede wszystkim zwrócić uwagę na zakres dynamiki napędu i dokładność realizacji ruchu. Coraz bardziej istotne są też takie parametry, jak sprawność silnika, która bezpośrednio przekłada się na zużycie prądu. Nowoczesne systemy serwonapędowe charakteryzują się możliwością adaptacji do zmiennych warunków obciążalności, co może mieć szczególne znaczenie w systemach, w których urobek lub nosiwo są dostarczane nierównomiernie.

NAPĘDY BEZPRZEKŁADNIOWE I NIE TYLKO

W systemach transportu urobku w kopalniach głębinowych i odkrywkowych coraz częściej wykorzystuje się bezprzekładniowe napędy do przenośników taśmowych dużej mocy. Tego typu rozwiązania eliminują kłopotliwe w obsłudze przekładnie mechaniczne, co podnosi niezawodność i obniża koszty eksploatacji urządzenia. W wypadku przenośników dużej mocy, tego typu napęd wykorzystuje silnik synchroniczny, który podłączony jest do odpowiednio przystosowanego wału napędowego.

Innym rozwiązaniem stosowanym w tego typu systemach transportowych są przekładnie walcowo-stożkowe. Największą zaletą tych przekładni jest to, że dzięki wysokiej odporności na skręcanie i niskim luzom skrętnym umożliwiają one wyjątkowo dokładne i powtarzalne pozycjonowanie. W połącze-



FOT. 1
Przekładnia stożkowo-walcowa Lenze

niu z silnikami trójfazowymi i serwonapędami tworzą wyjątkowo kompaktowe jednostki pozwalające z dużą mocą napędzać praktycznie dowolną maszynę czy taśmociąg. Tego typu przekładnie stosuje się m.in. w przenośnikach kubełkowych.

NAPĘDY HYDRAULICZNE

Jak wiadomo, w napędach przenośników taśmowych występuje wysoki rozruchowy moment obrotowy i częste skoki obciążenia. To dlatego w takich systemach bardzo dobrze sprawdzają się chętnie wykorzystywane są napędy hydrauliczne zamiast tradycyjnych napędów elektrycznych.

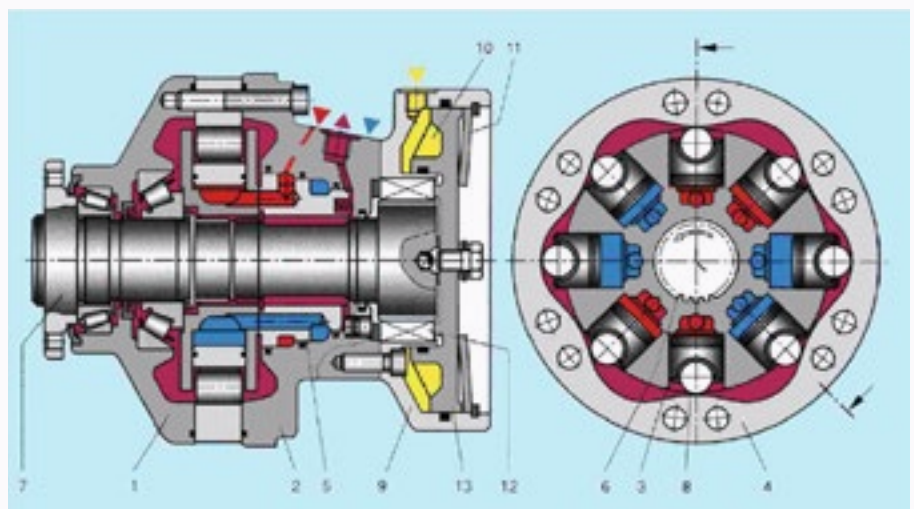
Jedną z głównych zalet systemów napędów hydraulicznych jest możliwość łatwego sterowania momentem obrotowym – wystarczy doprowadzać ciecz hydrauliczną pod odpowiednim ciśnieniem. Co ważne,

napęd hydrauliczny pozwala też na rozruch przenośnika taśmowego czy kubełkowego z pełnym momentem obrotowym, a następnie na utrzymanie tego momentu przez dowolnie długi czas. W praktyce oznacza to, że przenośnik można od razu uruchomić pod pełnym obciążeniem, co jest istotne wszędzie tam, gdzie mamy do czynienia z częstymi zatrzymaniami i nosiwo pozostaje na taśmie.

Silnik hydrauliczny ma też niewielkie wymiary, nie wymaga stosowania elementów osiujących i – co ważne – jest montowany osobno w stosunku do pozostałych części napędu. Istotne jest też to, że silnik hydrauliczny udostępnia dużą moc przy niewielkich wymiarach własnych, bez zastosowania jakichkolwiek przekładni, sprzęgieł, dodatkowych fundamentów i elementów osiujących. Można też bez ograniczeń uruchamiać i zatrzymywać przenośnik taśmowy wyposażony w napęd hydrauliczny, a taśma przenośnika może poruszać się z dowolną dozwoloną prędkością.

MOTION CONTROL, CZYLI STEROWNIKI RUCHU

Sterowniki ruchu, określane też angielskim terminem *motion control*, wykorzystuje się zarówno w systemach pneumatycznych, hydraulicznych, jak i elektrycznych. Najszersze zastosowanie sterowniki znajdują w kontroli położenia ruchomych elementów napę-



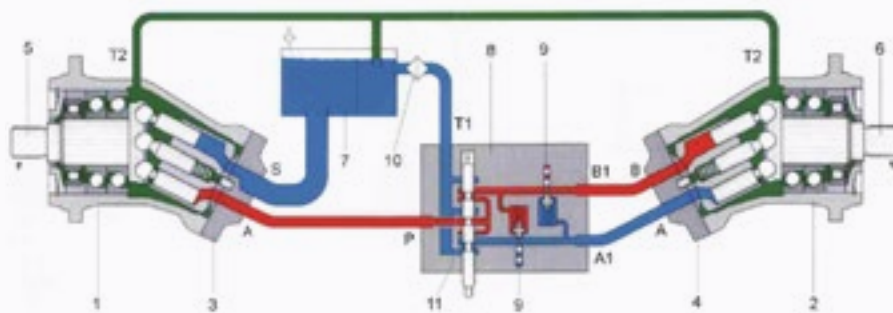
RYS. 1
Schemat silnika wolnoobrotowego, wysokomomentowego, promieniowego: 1, 2 – korpus, 3 – tłok, 4 – pierścieni z bieżnią, 5 – tuleja sterująca, 6 – połączenie wielowypustowe, 7 – wałek odbiorczy, 8 – rolka, 9 – korpus hamulca, 10 – komora hamulca, 11 – sprężyna talerzowa, 12 – płytki hamulcowe, 13 – tłok hamulca

dzanych silnikami elektrycznymi, co wynika z faktu, że systemy elektryczne są po prostu najbardziej rozpowszechnione i bardzo łatwo jest je pozycjonować.

Do sterowania różnego rodzaju silnikami elektrycznymi wykorzystuje się obecnie, odchodzące powoli do lamusa, sterowniki analogowe lub coraz bardziej popularne sterowniki cyfrowe. Oferują one łatwą kontrolę procesu, a także umożliwiają bezpośrednie zadawanie i zmianę parametrów pracy układu napędowego. Istotna jest tu również łatwość zapamiętania nawet kilkuset położeń. Nie bez znaczenia jest tu łatwa komunikacja z systemami automatyki przemysłowej i firmową siecią IT. Obecnie obowiązującym standardem w systemach sterowania jest przemysłowy Ethernet z zaimplementowanymi na jego bazie protokołami transmisji, takimi jak: Modbus TCP czy Profinet, co właśnie pozwala na stworzenie jednego, spójnego systemu automatyki w zakładzie. Najpopularniejsze cyfrowe systemy sterowania napędami to oczywiście mikroprocesorowe sterowniki PLC.

ATEX, CZYLI COŚ DLA BRANŻY MATERIAŁÓW SYPKICH

Oczywiście techniki napędowe wykorzystywane w branży materiałów sypkich, ze względu na swoją specyfikę związaną z możliwością powstawania dużej ilości pyłów, muszą niejednokrotnie spełniać wymogi dyrektywy unijnej ATEX 2014/34/UE. W dokumencie



RYS. 2

Schemat konstrukcyjny układu z silnikiem obrotowym (przekładni hydrostatycznej): 1 – pompa, 2 – silnik hydrauliczny, 3 – płyta przyłączeniowa pompy, 4 – płyta przyłączeniowa silnika, 5 – wałek napędowy pompy, 6 – wałek odbiorczy silnika, 7 – zbiornik, 8 – blok elementów sterujących, 9 – zawory maksymalne, 10 – filtr sphywowy, 11 – rozdzielacz, A-P – przewód tłoczny pompy, B1-B – przewód tłoczny silnika, A-A1 – przewód sphywowy silnika, T1 – przewód sphywowy układu, T2 – przewody odprowadzenia przecieków, S – przewód ssawny pompy

tym wyróżnia się dwie grupy urządzeń, które mogą być używane do pracy w atmosferze wybuchowej.

Pierwsza z nich to wszystkie urządzenia, które można wykorzystać w górnictwie, a więc tam, gdzie występują zagrożenia wybuchem metanu lub pyłu węglowego. W skład drugiej grupy wchodzi sprzęt, który może być używany w atmosferach wybuchowych, ale już poza górnictwem. Mogą to być różnego rodzaju cementownie, silosy, przemysł zbożowy, a nawet spożywczy. Oczywiście, najważniejszym kryterium dla systemów napędowych używanych tam, gdzie występuje zapylenie i tworzy się atmosfera wybuchowa, jest to, aby ich konstrukcja była iskrobezpieczna. W obwodach tych urządzeń nie mogą zatem występować zjawiska, które mogłyby dopro-

wadzić bezpośrednio do zapłonu mieszaniny wybuchowej. W praktyce iskrobezpieczność realizuje się przez odpowiedni dobór zespołów elektrycznych i elektronicznych montowanych w sterownikach i zespołach napędowych. Istotna jest też szczelna, iskrobezpieczna obudowa sterownika i samego napędu. W wielu wypadkach oba urządzenia sprzedawane są jako zespół napędowy, co zmniejsza liczbę dostępnych z zewnątrz kontaktów i zacisków. Oczywiście obowiązkowo wykorzystuje się tutaj zaciski i połączenia beziskrowe. ■

LITERATURA

[1] Gozlińska E., *Maszyny Elektryczne*, WSiP Warszawa 2009

[2] Jedrzykiewicz Z., Pluta J., Stojek J., *Napędy i sterowanie Hydrauliczne*, AGH Kraków 2004

powder&bulk
MATERIAŁY SYPKIE I MASOWE

Zasypujemy informacjami!

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

Czujnikowe systemy sortowania STEINERT – klucz do zwiększenia efektywności wzbogacania rudy

www.steinert.de

Firma STEINERT jest światowym liderem w dziedzinie technologii sortowania opartej na czujnikach w przemyśle górnictwem.



FOT. 1
Czujnikowy system sortowania nie wymaga wody. Ułatwia to korzystanie z takiej maszyny w trudnych warunkach pogodowych, a także pozwala na uniknięcie szkód środowiskowych.

Technologia sortowania czujnikowe-
go umożliwia efektywne wzbogacanie
wstępne materiału, zanim trafi on do dalszego
przetwarzania, poprawiając jakość koncentra-
tu na wczesnym etapie i zwiększając rentow-
ność procesu. Ponadto technologia ta umoż-
liwia wzbogacanie surowców o bardzo niskiej
zawartości użytecznych minerałów, takich
jak hałdy. Otwiera ona zatem nowe możliwo-
ści dla bardziej efektywnej i opłacalnej pracy
oraz wydłużania okresu eksploatacji obszarów
wydobywczych, a także stanowi ważne ogni-
wo pomiędzy procesami wydobycia i wzboga-
cania różnych rodzajów kopaliny użytecznych.

Modułowy kombinowany system sorto-
wania STEINERT KSS jest mobilnym rozwią-
zaniem do sortowania rudy. Głównym jego
elementem jest system analizy rentgenow-
skiej (XRT): promienie rentgenowskie prze-
nikają przez materiał, są analizowane przez
czujniki na wyjściu, przetwarzane w module
komputerowym zgodnie z wymaganymi
parametrami gęstości, a następnie produkt
lub odpady są odrzucane przez wiązkę spręż-
onego powietrza, dzięki czemu następuje
oddzielenie rudy od skały pływnej.

System sortowania może być wyposażony
w czujniki do otrzymywania kolorowych i trój-

wymiarowych obrazów materiału, a także
w czujnik indukcyjny i aparaturę do analizy
w bliskiej podczerwieni. To połączenie wielu
czujników w jednym urządzeniu zapewnia
lepsze wyniki w porównaniu z wielostopnio-
wymi systemami sortowania wyposażonymi
w jeden czujnik.

W przypadku sortowania minerałów taka
technologia otwiera szereg nowych możli-
wości. Przykładowo, w rudach złotonośnych,
gdzie mineralizacja związana jest z gęstymi
siarczkami, system sortowania może wyko-
rzystywać czujniki XRT do odróżniania siarcz-
ków od mniej gęstej skały pływnej. Jednak-



że tam, gdzie mineralizacja złota występuje w żyłach kwarcowych, które mają taką samą gęstość jak skała płonna, laser i/lub kamera kolorowa mogą wykrywać kwarcyt. Pozwala to na wykrywanie zarówno gęstych siarczków, jak i jasnych kwarcytów w jednej operacji na jednym systemie sortowania o wysokim stopniu uzysku.

Obecnie przedsiębiorstwa górnicze na całym świecie wykorzystują czujnikowe systemy sortowania STEINERT do następujących zadań:

- poprawa jakości materiału zasilającego młyny ze stref o niskiej jakości;
- wyeliminowanie „wąskich gardeł” w procesie technologicznym, np. ograniczonej wydajności młyna lub obszaru wydobywczego;
- poprawa opłacalności przerobu niskogatunkowych rud i hałd;
- usuwanie wapienia/kalcytu w celu zmniejszenia zużycia kwasu w dalszym procesie;
- produkcja produktu końcowego, gotowego do wysyłki.

Wysokowydajne systemy sortowania STEINERT są obecnie z powodzeniem stosowane na całym świecie w celu wzbogacania różnych rodzajów rud, np. przy wydobywaniu diamentów w kopalni Letšeng (Lesotho) czy manganu przez firmę Element25 (Australia), przy sortowaniu siarczków i kwarcytów

w kopalniach złota Navachab (Namibia) oraz przy wydobywaniu rud polimetalicznych przez firmę Prognoz (Rosja) i fosforanów przez firmę EuroChem (Kazachstan).

Wymagania stawiane zakładom wzbogacania rud stale rosną, co wymaga kompleksowych i elastycznych rozwiązań. Mając na uwadze te wymagania, firma STEINERT

zapewnia techniczne i najnowocześniejsze zdalne wsparcie, które upraszcza oddanie do eksploatacji, monitorowanie i sterowanie maszynami na miejscu. Oprócz rozwiązań w zakresie zdalnego serwisu, firma STEINERT stale utrzymuje zapas części zamiennych, aby zapewnić jak najkrótszy czas reakcji działu obsługi klienta. ■



XXIII Konferencja KRUSZYWA MINERALNE SUROWCE - RYNEK - TECHNOLOGIE - JAKOŚĆ

Kudowa Zdrój, 19–21.04.2023

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



Separator elektromagnetyczny taśmowy typu STE



Separatory elektromagnetyczne typu STE przeznaczone są do automatycznego oddzielania metali żelaznych od materiałów sypkich transportowanych przenośnikami taśmowymi. Separacja metali z transportowanych surowców zabezpiecza maszyny technologiczne przed trwałym uszkodzeniem przez zanieczyszczenia metaliczne. Skutecznie działający separator znacząco wydłuża żywotność oraz minimalizuje ilość przestojów awaryjnych instalacji.

Innym zastosowaniem separatorów jest odzysk metali w instalacjach przerobu i sortowania odpadów poddawanych recyklingowi.

Przykładowe aplikacje z udziałem separatora elektromagnetycznego:

- separacja złomu żelaznego z węgla, granitu, wapienia, bazaltu i innych surowców kopalnych w celu ochrony maszyn kruszących i przesiewaczy;
- odzysk odpadów metalowych w instalacjach sortowania odpadów komunalnych;
- usuwanie zanieczyszczeń żelaznych na poszczególnych etapach przerobu wapienia i produkcji cementu;
- separacja żeliwa i staliwa z mas formierskich w odlewniach;

- oczyszczanie zrębków, wiórów i innych rozdrobnionych surowców drzewnych;
- oczyszczanie stłuczki szklanej, gumy, tworzyw sztucznych i innych surowców poddawanych recyklingowi;
- oczyszczanie paliw alternatywnych RDF;
- odzysk metali w instalacjach waloryzacji żużli ze spalarni odpadów;
- oczyszczanie płodów rolnych z zanieczyszczeń metalicznych.

Zalety separatora elektromagnetycznego Magnetix:

- moc elektromagnesu od 3 do 35 kW dostosowana do warunków pracy i wielkości separowanych metali, których masa może przekraczać nawet 40 kg (np. separacja ciężkiego złomu kopalnianego);
- duży zasięg i natężenie pola magnetycznego;
- praca ciągła S1–100%;
- wysoka klasa izolacji uzwojenia elektromagnesu wykonanego z anodowanej taśmy aluminiowej;
- solidna konstrukcja zapewniająca długą żywotność;
- osprzęt renomowanych europejskich producentów;
- polski produkt z pełną gwarancją 24 m-ce.

Dostępne warianty wykonania separatora elektromagnetycznego:

- separator elektromagnetyczny w wykonaniu przeciwwybuchowym zgodnie z wymaganiami dyrektywy ATEX, separator certyfikowany przez jednostkę notyfikowaną do pracy w strefach zagrożenia wybuchem;
- separator elektromagnetyczny wykonany ze stali kwasoodpornej lub ze specjalnym malowaniem, przystosowany do pracy w agresywnym środowisku (porty morskie, instalacje w tropikach);
- separator elektromagnetyczny z układem chłodzenia, przystosowany do pracy w wysokich temperaturach.

www.magnetix.com.pl

Separator metali SWP-SBM

Separator metali typu SWP-SBM przeznaczony jest do kompleksowej separacji metali żelaznych i nieżelaznych z rozdrobnionych surowców poddawanych recyklingowi.

Proces separacji metali ze strumienia surowca odbywa się w ramach jednego urządzenia.

Separator posiada budowę modułową – składa się z podajnika wibracyjnego, obrotowej rolki magnetycznej (separacja metali żelaznych – ferromagnetycznych) oraz separatora wiroprowadowego (separacja metali nieżelaznych). Dodatkowy moduł umożliwia także separację stali nierdzewnej. Zintegrowany podajnik wibracyjny umożliwia zasyp separatora różnego typu przenośnikami, takimi jak przenośniki taśmowe, zgrzeblowe, ślimakowe oraz zsypy grawitacyjne.

Przykładowe aplikacje z udziałem separatora SWP-SBM:

- separacja metali w procesach recyklingu i przetwarzania tworzyw sztucznych;
- kompleksowy odzysk metali w procesach recyklingu urządzeń AGD (separacja metali żelaznych, aluminium, miedzi, mosiądzu oraz stali nierdzewnej);
- separacja metali w instalacjach recyklingu szkła, w tym instalacje oczyszczania stłuczki i zestawu szklarskiego w hutach szkła;
- oczyszczanie zrębków, wiórów oraz przemiałów odpadów drzewnych;
- oczyszczanie paliw alternatywnych RDF;
- odzysk metali z przemiału odpadów komunalnych;
- odzysk metali w procesach waloryzacji żużli w spalarniach odpadów;
- sortowanie surowców w procesach recyklingu samochodów.

Zalety separatora Magnetix:

- szerokość robocza urządzenia od 500 mm do 2000 mm, dostosowana do wydajności;
- wysoka skuteczność odzysku metali dzięki innowacyjnym rozwiązaniom;
- urządzenie przystosowane do pracy ciągłej;
- solidna konstrukcja zapewniająca długą żywotność;
- osprzęt renomowanych europejskich producentów;
- dostęp do części zamiennych przez okres min. 10 lat eksploatacji;
- polski produkt z pełną obsługą gwarancyjną i pogwarancyjną.



www.magnetix.com.pl

magnetix

www.magnetix.com.pl

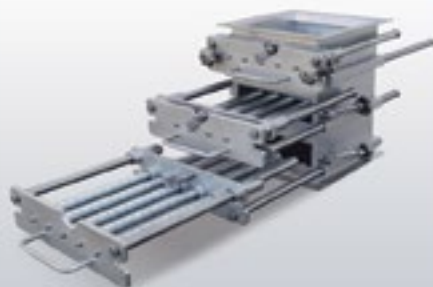
SEPARATORY I WYKRYWACZE METALI DO MATERIAŁÓW SYPKICH



separatory metali nieżelaznych



taśmowe separatory magnetyczne



sita magnetyczne



przesypowe wykrywacze metali



bębny magnetyczne



bramkowe wykrywacze metali



Toruński Park Technologiczny
ul. gen. Marii Wittek 2
87-100 Toruń



+48 56 653 94 40



poczta@magnetix.com.pl



Separatory cząstek stalowych

www.magnepol.pl

Do sortowania materiałów zawierających elementy stalowe najlepiej sprawdza się filtracja magnetyczna. Jest ona zazwyczaj wysoce skuteczna, a utrzymanie jej wydajności nie wymaga wysokich nakładów pracy.



FOT. 1,2
Magnetyczne separatory bębnowe

FOT. 3,4
Magnetyczne separatory szufladowe

Separatory magnetyczne konstruowane są w oparciu o magnesy neodymowe i ferrytowe, zależnie od potrzeb. Ponieważ filtracja wtrąceń stalowych jest konieczna w bardzo wielu gałęziach przemysłu i przetwórstwa (od recyklingu, przez produkcję płynów czy smarów, po branżę spożywczą), potrzeby te mogą być bardzo urozmaicone. Obecnie na polskim rynku istnieje szeroka oferta dostępnych rozwiązań i typów separatorów magnetycznych, poniżej omówimy dwa z nich.

MAGNETYCZNE SEPARATORY BĘBNOWE

Służą one do automatycznego oddzielania stalowych elementów z materiałów sypkich drobno- i średnioziarnistych. Wewnątrz separatora znajduje się obracający się z dostosowaną do odpowiedniej wydajności prędkością bęben magnetyczny z programi zabierakowymi, rozdzielający filtrowany

materiał na dwie frakcje: czysty surowiec oraz frakcje zawierające żelazo.

Takie rozwiązanie stosowane jest bardzo często do oczyszczania rozmaitych materiałów produkcyjnych z elementów i drobin stalowych, ale również znakomicie sprawdza się w branży recyklingu do odzyskiwania stali z surowców odpadowych.

Ruch bębna separatora napędzany jest silnikiem elektrycznym, umożliwiając ciągłą pracę urządzenia, bez zbędnych przestojów na czyszczenie. Samo źródło pola magnetycznego nie wymaga zasilania.

MAGNETYCZNE SEPARATORY SZUFLADOWE

Spełniają one funkcję sita, oddzielającego wszelkie zanieczyszczenia stalowe od filtrowanego materiału, przytrzymując je na aktywnych magnetycznie częściach.

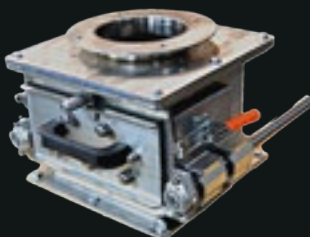
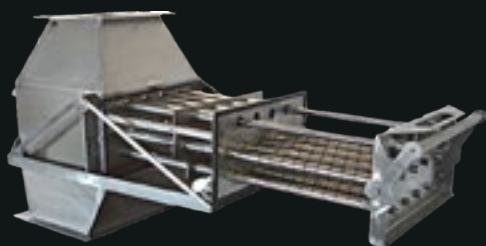
W zależności od zapotrzebowania urządzenia te mogą mieć od jednego do nawet czterech

poziomów aktywnych magnetycznie prętów. Poziomy, jak i same pręty, w modelach oferowanych przez firmę Magnepol mogą być wyciągane w celu czyszczenia – ręcznie albo automatycznie. Pręty magnetyczne składają się z odpowiednio dobranych magnesów neodymowych o indukcji magnetycznej przekraczającej 14000 Gs, zabezpieczonych w cienkościennych rurach osłonowych. Dodatkowo, zależnie od potrzeb i filtrowanego materiału, w separatorach można zastosować również rozdzielacze. Zapewniają one równomierne rozprowadzanie filtrowanego materiału po całej powierzchni sita magnetycznego, aby uzyskać jak najlepszy stopień filtracji i uniknąć powstawania zatorów.

Firma Magnepol produkuje również separatory przeznaczone dla przemysłu spożywczego, w których kwasoodporne osłony magnesów poddawane są starannej obróbce wykańczającej, w celu uzyskania powierzchni aseptycznej, spełniającej normy HACCP. ■

PRODUCENT SEPARATORÓW MAGNETYCZNYCH

- separatory nadtaśmowe
- pułapki magnetyczne
- bębny i wały magnetyczne
- pręty i ruszty magnetyczne
- filtry magnetyczne
- magnesy stałe
- specjalistyczne narzędzia magnetyczne



Magnepol Sp. z o. o.

01-375 Warszawa · Powstańców Śląskich 103/1
tel: 508 609 873 · e-mail: biuro@magnepol.pl

www.magnepol.pl

Rusztowe przesiewacze wibracyjne

Rusztowe przesiewacze wibracyjne stosowane są do transportu materiałów sypkich z jednoczesnym odsiewaniem podfrakcji. Urządzenia te szczególnie zalecane są do materiałów o dużym ciężarze i gabarytach (przemysł wydobywczy, recykling). Mogą służyć jako urządzenie odbierające produkt z zadaną wydajnością pod zbiornikiem lub silosem, do odsiewania wstępnego przed procesem kruszenia (rozdrabniania) w różnego rodzaju ciągach technologicznych i procesach produkcyjnych. Ilustracja przedstawia rusztowy przesiewacz wibracyjny z dodatkową wykładziną z tworzywa sztucznego, stosowany na linii do recyklingu akumulatorów.



Firma INWET SA oferuje wiele rodzajów przesiewaczy wibracyjnych, indywidualnie projektowanych na potrzeby klienta.

www.inwet.eu

Separator automatyczny do pracy ciągłej

System automatycznego rusztu magnetycznego należy do najnowszych rozwiązań technologicznych, który przy pomocy specjalnego oprogramowania ma możliwość pracy ciągłej. Idealnie nadaje się do usuwania drobnych cząstek żelaza lub, ferromagnetycznych spośród przepływającego materiału, takiego jak cukier, zboża, herbata itp.

Automatyczne czyszczenie umożliwia ciągłą pracę separatora, bez konieczności przerywania strumienia materiału w celu oczyszczania rusztu. Ruszt w zadanym przez operatora czasie wykonuje ruchy, zrzucając zanieczyszczenia do leja wysypowego – prawego lub lewego.



www.magnetic-separators.pl

Oddział w Oświęcimiu realizuje już konkretne projekty

Z Marcinem Jaroszem, dyrektorem ds. produkcji w firmie Comex Polska Sp. z o.o., rozmawia Adam Krzyżowski



MARCIN JAROSZ:

Revolucja na rynku surowców energetycznych jest również ważnym aspektem, a z racji tego, że Comex ma gotowe rozwiązania, rynek ten będzie dla nas jednym z głównych kierunków działań

Adam Krzyżowski: Panie Dyrektorze, nad jakimi projektami dotyczącymi separacji obecnie Państwo pracują?

Marcin Jarosz: Nasze działania są podzielone na wiele dziedzin, m.in. na rozwojową, produkcyjną i testową.

W technologii sorterów bazujących na czujnikach wizyjnych rozwijamy i ulepszymy techniki analizy, opracowując np. możliwości zastosowania sztucznej inteligencji. Jedną część działań oparta jest na budowaniu bibliotek sieci neuronowych, a druga część na



FOT. 1,2

Obudowy rentgenowskich sorterów CXR-100 (u góry) i gotowe do odbioru sortery CXR-1000 (na dole) [ŹRÓDŁO: COMEX POLSKA]

pracach programistycznych. Dodatkowo prowadzone są prace konstrukcyjne w celu optymalizacji mechanicznej budowy urządzeń. Wprowadzane unowocześnienia są wynikiem wywiadów przeprowadzanych bezpośrednio z klientami oraz nabytych doświadczeń podczas prac rozruchowych w kopalniach i innych zakładach. W polskiej kopalni EKO-PLUS zainstalowaliśmy sorter do węgla. Prowadzone są prace w celu uruchomienia tam produkcji. Nasze działania skupiają się teraz na promowaniu i dystrybucji tej technologii w przemyśle górniczym. Finalizujemy również

wewnątrzzakładowe odbiory kolejnych sorterów – do afrykańskiego węgla i do brazylijskiej rudy złota. Równolegle Dział Testów prowadzi prace laboratoryjne związane z rozpoznawalnością diamentów w kimberlicie, rozproszonej rudy miedzi oraz badania nad węglem o różnej kaloryczności.

Jeśli chodzi o technologię proskową, to w naszej hali odbywają się testy ruchowe dwóch systemów pilotażowych opartych na młynach kulowych w dwóch różnych konfiguracjach: BMX-400 i BMX-500, a także systemu wielokanałowego pomiaru ziarnowego CMA. Maszyny zostały wyposażone w szeroko rozbudowany algorytm, pozwalający na parametryzowanie oraz kontrolę mikroprocesu z możliwością analizy i skalowania danych w realnych wielkogabarytowych produkcjach.

To nie wszystko. Do separacji sitowych firma Comex nabyła nowy rodzaj sita – VFE. Obecnie prowadzone są badania dotyczące tego zagadnienia. Prezentacja tego produktu wraz z opracowaniem pojawi się niebawem.

A.K.: Wymagania jakich norm technicznych muszą spełniać produkowane przez Państwa maszyny?

M.J.: Muszą one przede wszystkim spełniać wymagania norm zawartych w dyrektywie maszynowej i niskonapięciowej, a także zharmonizowanych norm dotyczących bezpieczeństwa maszyn. Ponadto bardzo ważne jest też spełnienie wymagań Państwowej Agencji Atomistyki związanych z pracą w środowisku jonizującym – i posiadanie odpowiednich pozwoleń.

Projektujemy także systemy do pracy w atmosferze inercyjnej, co wymaga oceny ryzyka i przystosowania układów do pracy zgodnej z dyrektywą ATEX-ową.

A.K.: Jak duże są te projekty? Czy mają też wymiar przemysłowy, czy tylko laboratoryjny?

M.J.: Każdy z projektów można klasyfikować według różnych kryteriów. Pod względem obciążalności pracy wszystkie są duże i zawierają w sobie spory nakład pracy koncepcyjnej. Pod kątem ekonomicznym zaliczamy je do grupy średniej. Są to zarówno pilotażowe rozwiązania, jak i przemysłowe instalacje. Budujemy grunt pod projekty duże. Spodziewamy się rozpocząć takowe już w roku 2023.

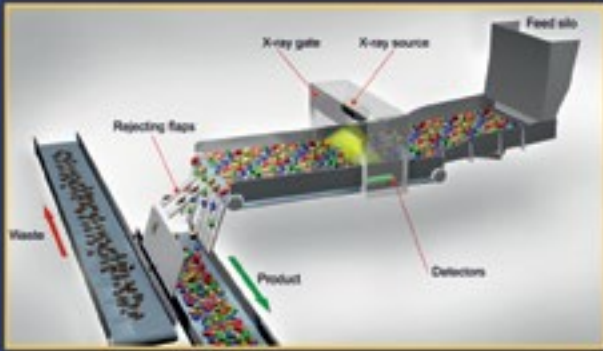


FOT. 3,4

Zdjęcia z prac testowych prowadzonych w oświęcimskim oddziale [ŹRÓDŁO: COMEX POLSKA]

Zaawansowane technologie przeróbki surowców mineralnych

Technologie automatycznego sortowania



Zaawansowane technologie sortowania przy użyciu różnych czujników:

- kolor
- rozmiar
- tekstura
- przezroczystość
- gęstość
- przewodność termiczna
- współczynnik pochłaniania promieni X oraz światła w zakresie podczerwieni

Przykłady zastosowań do wzbogacania lub prekoncentracji:

- rudy żelaza
- rudy chromu
- rudy miedzi
- rudy złota
- apatytu
- grafitu
- diamentów
- węgla kamiennego
- innych materiałów podczas recyklingu



Technologia proszkowa – mielenie i klasyfikacja



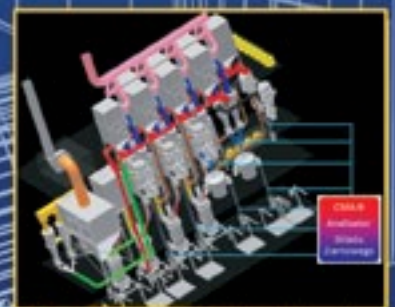
Bardzo drobne mielenie w młynach strumieniowych i klasyfikatorach aerodynamicznych. Kompletny system produkcyjny

- Regulowane uziarnienie produktu: $d_{97}=1,8-300 \mu\text{m}$
- Wydajność: 0,3-100 t/h
- Szeroki zakres uziarnienia uzyskany w tym samym urządzeniu
- Bardzo wysoka sprawność klasyfikacji
- Niskie straty w przepływach powietrza lub gazu
- Bardzo mała ścieralność elementów młyna lub klasyfikatora
- Mała awaryjność i zredukowany czas napraw
- Możliwość ciągłego pomiaru składu ziarnowego „on-line”

Wielokanałowa kontrola procesów technologicznych

Ciągły wielokanałowy pomiar składu ziarnowego metodą „on-line”

- pełna kontrola produkowanego materiału
- możliwość natychmiastowego wykrycia odchyłek od specyfikacji produktu
- możliwość natychmiastowej korekty parametrów procesu w celu utrzymania jakości produktu
- możliwość zapisywania parametrów składu ziarnowego i eksportowania danych do użytkownika





FOT. 5, 6
Pilotażowy system mielenia kulowego BMX-400 (po lewej) i BMX-500 (po prawej) [ŹRÓDŁO: COMEX POLSKA]



FOT. 7
Marcin Jarosz (po lewej) podczas odbioru instalacji do separacji przez zakład w Indiach w 2010 r. [ŹRÓDŁO: COMEX POLSKA]

A.K.: Od ilu lat specjalizuje się Pan w technologiach separacji i w jakim kierunku, Pana zdaniem, zmierza ich rozwój?

M.J.: W mineralurgii pierwsze 15 lat jest najtrudniejsze, a u mnie ten czas minie już w marcu tego roku.

Moim zdaniem rozwój technologii separacji skupi się na przemyśle wydobywczym rud złota, miedzi i srebra, a także na wydobyciu diamentów, na przeróbce węgla lity – czyli na wszystkich surowcach potrzebnych do dwóch branż: półprzewodników i baterii. Rewolucja na rynku surowców energetycznych jest również ważnym aspektem, a z racji tego, że Comex ma gotowe rozwiązania, rynek ten będzie dla nas jednym z głównych kierunków działań. Rynek recyklingu też nie będzie dla nas obojętny, czy to w zakresie metali kolorowych, czy odzysku materiałów pochodzących z wyburzeń lub hałd na wyrobiskach górniczych.

A.K.: W jakim stopniu nowe centrum badawczo-wdrożeniowe w Oświęcimiu ułatwia Państwu realizację tych konkretnych projektów?

M.J.: Wykonywanie nowych konstrukcji oraz elastyczność w planowaniu procesu produkcyjnego są teraz łatwiejsze. Nasze projekty w większości poprzedzone są testa-

mi technologicznymi w małej skali. Hala w Oświęcimiu posiada dedykowane układy walidacyjne, pozwalające na przeprowadzanie symulacji realnych procesów – z zastosowaniem rozwiązania przeznaczonego dla klienta. Posiadamy także w pełni wyposażony układ mielenia strumieniowego, separacji aerodynamicznej. W dziedzinie analizy i separacji rud i węgla w naszym wyposażeniu znajduje się układ pilotażowy w zabudowie kontenerowej pozwalający pracować z większą ilością próbek.

Większa część montażowa oraz modułowy sposób produkcji pozwalają na realizację projektów równolegle. Możemy zarówno montować zestawy separatorów optycznych, jak i budować prototypy maszyn do testów. Na terenie zakładu konstruujemy również układ pilotażowy separatora trzyfrakcyjnego. Jego charakterystykę zaprezentujemy publicznie już latem tego roku.

A.K.: Dziękuję za rozmowę.

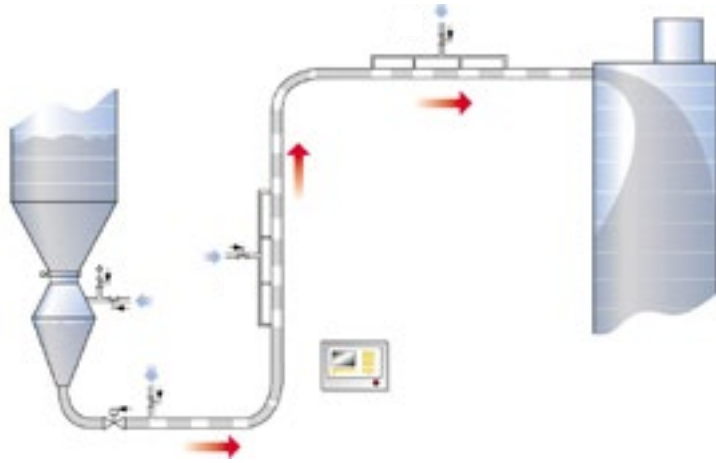


FOT. 8
Układ pilotażowy w zabudowie kontenerowej (separator optyczno-rentgenowski) do koncentracji rud i polepszania kaloryczności węgla [ŹRÓDŁO: COMEX POLSKA]

Transport pneumatyczny surowców sypkich

Transport pneumatyczny surowców sypkich jest to ruch cząsteczek surowca spowodowany ruchem cząsteczek gazu (z regulą powietrza) z rurociągu. Ruch powietrza powstaje w wyniku różnicy ciśnień pomiędzy początkiem transportu (nadawą) a końcem transportu (odbiorem).

Andrzej Żelazo



RYS. 1
Schemat instalacji transportu pneumatycznego z podajnikiem komorowym



FOT. 1
Podajnik komorowy z wagą platformową

Transport pneumatyczny stosuje się do przesyłania surowców (produktów lub mieszanek) w wielu gałęziach przemysłu. Jest to nowoczesny i bardzo elastyczny w zabudowie rodzaj transportu surowców. Szczególnie nadaje się do wszelkiego rodzaju modernizacji, ponieważ ułożony rurociąg potrzebuje najmniej miejsca ze wszystkich urządzeń transportowych.

Zasada funkcjonowania transportu pneumatycznego polega na tym, że na początku mamy oddzielnie produkt oraz powietrze. Następnie w urządzeniu podającym musimy produkt podać do powietrza, przetransportować rurociągami, a na końcu rurociągów oddzielić frakcję stałą od gazowej. Jeżeli wszystkie urządzenia dobrane są poprawnie, to otrzymujemy hermetyczną instalację transportową – pracującą niezawodnie i prawie bezobsługowo.

Do urządzeń podających zaliczamy zasilacze (podajniki) komorowe. Transport nadciśnieniowy z zastosowaniem tych zasilaczy (podajników) komorowych jest najbardziej uniwersalnym typem transportu pneumatycznego. Charakteryzuje się małym zużyciem powietrza i dużym współczynnikiem koncentracji, co pozwala transportować kilkadziesiąt kilogramów surowca jednym kilogramem powietrza. Transport ten cechuje również długa żywotność instalacji. FOT. 1 przedstawia podajnik komorowy stojący na wadze platformowej (w ten sposób można bilansować transportowany surowiec).

Zasadę transportu za pomocą zasilaczy (podajników) komorowych przedstawiają schematy zamieszczone obok:

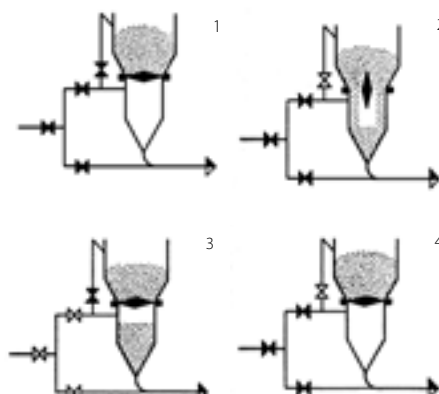
1. Stan gotowości do pracy. Zasilacz (podajnik) komorowy jest pusty, wszystkie zawory są pozamykane, a w podajniku nie ma ciśnienia.

2. Stan zasypywania surowcem. Przepustnica główna jest otwarta, zawór odpowietrzający też jest otwarty, a wszystkie zawory powietrza są pozamykane.

3. Stan pracy. Przepustnica główna jest zamknięta. Zawór odpylający też jest zamknięty, a zawory doprowadzające powietrze są otwarte.

4. Stan odpylania. Otwarty jest tylko zawór odpylający. Otwarcie tego zaworu przed kolejnym cyklem daje pewność, że w zasilaczu nie ma ciśnienia, które mogłoby spowodować wydmuchanie surowca przez silos po otwarciu przepustnicy głównej.

Poprzez odpowiednie sterowanie zaworami powietrza (i ew. dodatkowymi zaworami surowca) można uzyskać tzw. transport korkowy. Charakteryzuje się on przepływem surowca w postaci „korków” rozdzielonych „korkami” powietrza. Dla tak prowadzonego transportu uzyskuje się niewielkie prędkości surowca. Surowiec transportowany jest pełnym przekrojem rurociągu. Powoduje to, że nie ma przedmuchów powietrza zabierającego np. lekkie frakcje.



Podajniki komorowe mogą być produkowane w wersji „tandem” (dwa podajniki transportujące produkt jednym rurociągiem), jak również w wersji mobilnej (jeden podajnik). ■

AUTOR JEST PRZEZEMEM ZARZĄDU FIRMY PROORGANIKA SP. Z O.O. W WARSZAWIE
WWW.PROORGANIKA.COM.PL



FOT. 2, 3
Podajnik komorowy w wersji „tandem” oraz w wersji mobilnej (na dole)

Metody badań środków do prania i mycia

Wiktor Kubiński,
Mariusz Niekurzak,
Ewa Kubińska-Jabcoń

W ramach współpracy z Wydawnictwem PWN SA prezentujemy fragment książki „Badanie towarów przemysłowych”. *

Oznaczanie całkowitej zawartości krzemionki metodą wagową zgodnie normą PN-ISO 8215:2000P polega na jej oznaczeniu we wszystkich rodzajach handlowych proszków do prania, z wyjątkiem proszków zawierających substancje nierozpuszczalne w kwasie inne niż krzemionka. Substancje rozpuszczalne w alkoholu etylowym usuwa się z próbki laboratoryjnej metodą ekstrakcji. Krzemionkę oznacza się wagowo we frakcji nierozpuszczalnej w alkoholu etylowym. Do wykonania badania należy użyć aparatu ekstrakcyjnego Soxhleta, którego schemat przedstawiono na rysunku 4.1, oraz odczynniki: alkohol etylowy, kwas solny o gęstości 1,16–1,19 g/dm³ i azotan(V) srebra.

Próbkę proszku do prania należy przygotować i przechowywać zgodnie z normą ISO 607:1980E. Badanie powinno być wykonane jak najszybciej. Jeżeli jest to niemożliwe, trzeba umieścić próbkę natychmiast w hermetycznej butelce albo w kolbie szklanej lub z tworzywa sztucznego i zmierzyć jej masę. Nie wolno używać metalowych pojemników. Próbka powinna być zachowana w niezmiennych warunkach możliwie jak najdłużej do momentu badania. W celu oznaczenia do zlewki należy odsypać 10 g próbki laboratoryjnej proszku do prania. Do usunięcia substancji organicznych można wykorzystać jedną z dwóch metod. Pierwsza z nich polega na wprowadzeniu 300 cm³ alkoholu etylowego oraz kilku kawałków pumeksu do okrągłodennej kolby Soxhleta, po czym umieszczeniu gilzy z próbką analityczną i zestawieniu aparatu Soxhleta: kolba, ekstraktor, chłodnica. Przez 2 godz. w dość szybkim tempie należy rozpocząć ekstrakcję i kontynuować ją do chwili pierwszego przelania. W tym celu zawartość kolby trzeba ochłodzić, alkohol etylowy pozostały w ekstrakcie przenieść do kolby i odrzucić całą frakcję rozpuszczalną w alkoholu. Drugi sposób – ekstrakcja w zlewce – polega na dodaniu do próbki analitycznej około 250 cm³ alkoholu etylowego. Zlewkę przykrywa się szkiełkiem zegarowym i ogrzewa jej zawartość do wrzenia, mieszając za pomocą mieszadła mechanicznego lub magnetycznego. Po uzyskaniu przez substancję temperatury wrzenia, należy kontynuować podgrzewanie przez 5 min, nieustannie mieszając. Po tym czasie zlewkę należy pozostawić do ochłó-

dzenia i wytrącenia się składników nierozpuszczalnych. Fazę etanolową przesącza się przez sączek z bibuły o średniej gęstości. Ekstrakcję i sączenie należy powtórzyć jeszcze dwa razy, przy użyciu nowej porcji alkoholu etylowego oraz sączka z bibuły z poprzedniej próby. Do zlewki z substancjami nierozpuszczalnymi należy dodać 75 cm³ gorącego alkoholu etylowego (50–60°C), bagietką szklaną rozgnieść pozostałe twarde grudki i pozostawić do opadnięcia składników nierozpuszczalnych. Następnie fazę etanolową przesączyć przez ten sam sączek z bibuły. Czynności te należy wykonać jeszcze dwa razy, a następnie dół sączka przekłuć i do zlewki z substancjami nierozpuszczonymi spłukać z niego wszystkie pozostałości.

Po wykonaniu badania za pomocą ekstrakcji w aparacie Soxhleta należy oczyścić aparat z gilzy, a jej zawartość przenieść z użyciem gorącej wody do zlewki, po czym dodać 10 cm³ kwasu chlorowodorowego (solnego) i mieszać szklaną bagietką. Kolejnym krokiem jest odparowanie substancji do sucha na łaźni wodnej, a następnie dodanie 35–40 cm³ wody i ogrzewanie przez 10 min, stale mieszając. Po chwili trzeba ponownie dodać 10 cm³ kwasu solnego, zamieszać i odparować do sucha. Pozostałość rozpuścić, dodać 10 cm³ kwasu solnego, zamieszać i trzeci raz odparować do sucha. Zlewkę wraz z pozostałością umieścić na 1 godz. w suszarce

laboratoryjnej w temp. 105°C, następnie dodać 50 cm³ gorącej wody i 10 cm³ kwasu solnego i ogrzewać przez 10 min na łaźni wodnej, przez cały czas mieszając. Roztwór przesączyć pod próżnią przez wytarowany porcelanowy tygiel do sączenia lub przez miękką sączkę z bibuły bezpopiołowej. Przed zważeniem tygiel trzeba wyprażyć w piecu w temp. 900°C i ochłodzić go w eksykatorze.

Pozostałość na sączku przemyć gorącą wodą, kontynuować czynność aż do stwierdzenia braku jonów chlorkowych w przesączu za pomocą kilku kropli roztworu azotanu srebra. Sączek z bibuły należy umieścić w tyglu platynowym, uprzednio wytarowanym po wyprażeniu w piecu w temp. 900°C i ochłodzonym w eksykatorze. Tygiel z zawartością należy ogrzewać stopniowo do temp. 900°C i pozostawić go w piecu w tej temperaturze na 30 min, następnie ochłodzić go w eksykatorze i zważyć.

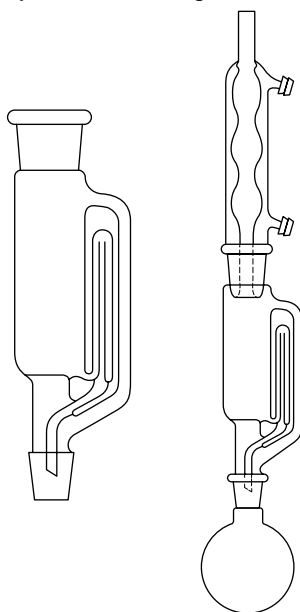
Całkowitą zawartość krzemionki oblicza się ze wzoru

$$\frac{m_1}{m_0} \cdot 100\% \quad (4.1)$$

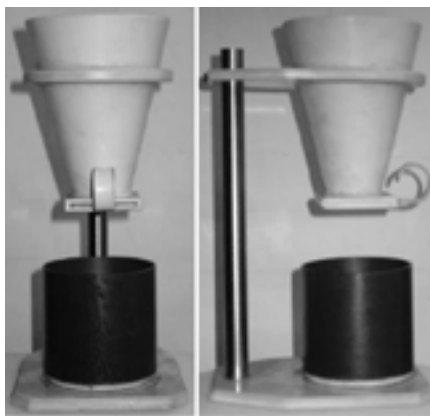
gdzie: m_0 – masa próbki analitycznej, g;
 m_1 – masa osadu, g.

Wynikiem oznaczenia jest średnia z trzech pomiarów.

Oznaczanie gęstości nasypowej proszku do prania i mycia zgodnie z normą PN-C--04829:1992P polega na wyznaczeniu masy proszku swobodnie nasypanego do pojemnika o ustalonych wymiarach oraz proszków wykazujących zdolność do zbrylania się. W przypadku występowania grudek, metodę tę można stosować tylko wówczas, gdy grudki można łatwo rozbić bez zniszczenia struktury proszku. Do oznaczenia gęstości nasypowej służy zestaw składający się z cylindra pomiarowego o pojemności 500 cm³ i lejka z otworem wypływowym $\Phi 4$ cm (RYS. 4.2). Przed oznaczeniem cylinder pomiarowy należy wyskalować. W tym celu waży się pusty i czysty cylinder, ustawia na poziomej płaszczyźnie, napełnia do pełna wodą o temp. 20°C i usuwa z niego pęcherzyki powietrza przez delikatne postukiwanie w ścianki. Następnie wytarowaną płytkę szklaną ustawia się poziomo do górnej krawędzi brzegu cylindra i przesuwają ostrożnie po tej krawędzi, po czym dolewa do niego 1–2 cm³ wody, szczelnie zakrywa płytką,



RYS. 4.1
Aparat ekstrakcyjny Soxhleta



RYS. 4.2
Zestaw do oznaczania gęstości nasypowej

osusza zewnętrzne ścianki za pomocą bibuły do sączenia i ponownie waży. Do oznaczania lejek umieszcza się w uchwycie i ustawia go współosiowo nad suchym zważonym cylindrem pomiarowym. Po zamknięciu otworu wypływowego lejka płytką szklaną, kładzie się ją na górnej krawędzi cylindra pomiarowego i napełnia lejek próbką proszku do górnej krawędzi. Wyrównując ostrożnie powierzchnię proszku, trzeba usunąć jego nadmiar znajdujący się powyżej krawędzi lejka. Następnie szybkim ruchem usuwa się płytkę szklaną i przesypuje proszek do cylindra. Odczytuje się poziom proszku w cylindrze, tj. jego objętość. Po dwukrotnym zważeniu cylindra z proszkiem, każdorazowo z inną próbką badanego proszku, oblicza się jego gęstość nasypową G ze wzoru

$$G = \frac{m_1 - m_0}{V}, \text{ g/cm}^3 \quad (4.2)$$

gdzie: m_1 – masa cylindra badanym proszkiem, g; m_0 – masa pustego cylindra, g; V – objętość nasypanego proszku, cm^3 .

Różnica wyników dwóch oznaczeń nie powinna przekraczać 5% ich średniej arytmetycznej.

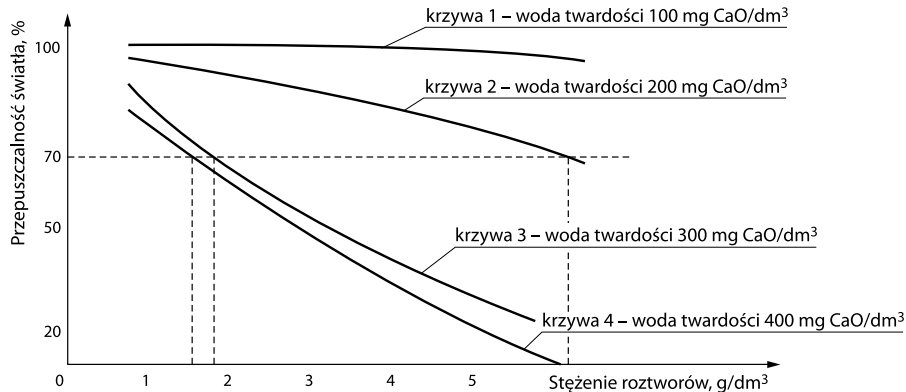
Oznaczanie odporności środków powierzchniowo czynnych na twardą wodę zgodnie z [1] polega na ilościowym pomiarze zmętnienia powstałego w roztworze środka powierzchniowo czynnego w wodzie o określonym stopniu twardości i porównaniu z roztworem tego środka powierzchniowo czynnego w wodzie destylowanej.

Do uzyskania wody o określonej twardości należy przygotować próbki roztworów wodnych A i B. W tym celu w kolbie pomiarowej należy rozpuścić w 1 dm^3 wody destylowanej:

- 40 g uwodnionego chlorku wapnia dla roztworu A,

Objętość roztworu, cm^3	TWARDOŚĆ WODY			
	100 mg CaO/ dm^3 (3,57 mval/ dm^3)	200 mg CaO/ dm^3 (7,14 mval/ dm^3)	300 mg CaO/ dm^3 (10,71 mval/ dm^3)	400 mg CaO/ dm^3 (14,28 mval/ dm^3)
ROZTWÓR A	8,5	17,0	25,5	34,0
ROZTWÓR B	1,5	3,0	4,5	6,0

TAB. 4.1
Tabela twardości wody [14]



RYS. 4.4
Wykres odporności środka powierzchniowo czynnego w wodach o różnej twardości [1]

- 44 g uwodnionego siarczianu(VI) magnezu dla roztworu B.

Z roztworów A i B sporządza się odpowiednie roztwory, posługując się danymi zawartymi w TAB. 4.1.

Przed oznaczeniem należy przygotować roztwór podstawowy środka powierzchniowo czynnego. Do zlewki należy odważyć 5 g badanego środka, a następnie wlać do niej gorącą wodę destylowaną i doprowadzić do jego rozpuszczenia. Otrzymany roztwór przelewa się do kolby miarowej o pojemności 100 cm^3 , uzupełnia wodą destylowaną do granicy pomiaru i miesza. Z uzyskanego roztworu sporządza się roztwory o różnych stężeniach środka powierzchniowo czynnego w wodzie destylowanej i w wodzie o różnej twardości. Po godzinie od sporządzenia roztworów należy zbadać w temperaturze roztworów 20°C ich zmętnienie za pomocą spektrofotometru przy długości fali $510\text{--}570 \text{ nm}$. Typowy spektrofotometr do oznaczenia twardości wody przedstawiono na RYS. 4.3.

Dla każdego stężenia badanego środka powierzchniowo czynnego przyjmuje się przepuszczalność światła przez jego roztwór w wodzie destylowanej jako 100% i w stosunku do niego oznacza się przepuszczalność światła przez roztwory w wodzie o różnej twardości. Przepuszczalność światła odczytuje się ze skali przyrządu, wykonując dla każdego roztworu 3 pomiary i przyjmuje za wynik średnią arytmetyczną pomiarów. Na podstawie wyników należy wykonać wykres prowadząc krzywą przez punkty uzyskane dla roztworów środka powierzchniowo czynnego w wodzie o jednakowej twardości.

Następnie z punktu o przepuszczalności 70% na osi rzędnych wykreśla się prostą rów-

noległą do osi odciętych, a punkty jej przecięcia z krzywymi rzutuje na oś odciętych.

Schematyczny wykres odporności środka powierzchniowo czynnego w wodach o różnej twardości przedstawiono na RYS. 4.4.

Wyznaczone na osi odciętych stężenia roztworów o przepuszczalności światła 70% określają odporność badanego środka powierzchniowo czynnego na wodę o określonej twardości. Jeżeli wyznaczone krzywe dla wszystkich twardości wody przebiegają powyżej punktu odpowiadającego 70% przepuszczalności, to uznaje się, że badany środek jest odporny na twardą wodę.

Oznaczanie szczelności opakowania jednostkowego i zawartości deklarowanej płynu do ręcznego mycia naczyń w jednostkach masy i objętości zgodnie z normą PN-C-77003:1997P polega na badaniu szczelności i czystości opakowania oraz czytelności napisów na nim zamieszczonych. Opakowanie powinno się łatwo otwierać i umożliwiać odpowiednie dozowanie płynu. Na każdym opakowaniu jednostkowym powinny znajdować się następujące informacje: nazwa wyrobu, nazwa i adres producenta, deklarowana zawartość płynu w opakowaniu jednostkowym, wykaz składników i sposób użycia. Wskazane jest podanie przybliżonej liczby możliwych do wykonania procesów mycia. >>>



RYS. 4.3
Spektrofotometr do pomiaru zmętnienia roztworów [2]

CECHA	WYMAGANIA
WYGLĄD	bez obecności: plam, nalotów, zanieczyszczeń na powierzchni, pęknięć i rys, naddatków krawędzi, deformacji kawałka mydła
KSZTAŁT	regularny, bez zniekształceń, zgodny z oferowanym wzorcem: prostokątny, owalny, kulisty, poduszkowy, dostosowany do kształtu dłoni
ZAPACH	bez zapachu, zapach przyjemny charakterystyczny dla danej kompozycji zapachowej, nie może być mdły, ostry, drażniący
PIENISTOŚĆ, SPLUKIWALNOŚĆ	sprawdzić przez umycie rąk pienienie się mydła, łatwość splukiwania oraz skuteczność zmywania skóry (usuwania brudu)
EFEKT PIELĘGNACYJNY	po umyciu i wysuszeniu dłoni ocenić stan skóry: ściągnięta, wysuszona, szorstka, miękka, gładka, uczucie nakremowania, sprawdzić zapach powstały na skórze
OPAKOWANIE	właściwy dobór do rodzaju mydła (kartonik, papier, folia, opakowanie wielowarstwowe), szczelność, trwałość, forma konstrukcyjna, dogodność manipulacji, informacyjność (zakres informacji, rzetelność, czytelność), estetyka (elementy graficzne, dobór kolorów, liternictwo), termin przydatności

TAB. 4.2 Wymagania stawiane mydlom toaletowym [1]

CECHY MYDŁA	OCENA	WSPÓŁCZYNNIK WAGOWY	ILOCZYN 2 · 3
1	2	3	4
KSZTAŁT	3	0,15	0,45
WYGLĄD	3	0,10	0,30
ZAPACH	5	0,25	1,25
PIENISTOŚĆ, SPLUKIWALNOŚĆ	4	0,15	0,60
EFEKT PIELĘGNACYJNY	4	0,20	0,80
OPAKOWANIE	2	0,15	0,30
OCENA OGÓLNA		1,00	3,20

TAB. 4.3 Przykładowa ocena mydeł toaletowych w metodzie ekspertów

Oblicza się ją dzieląc objętość produktu przez jego ilość wymaganą na 5 dm³ wody do mycia brudnych naczyń.

Objętościowy współczynnik opakowania VCP oblicza się ze wzoru

$$VCP = \frac{V_1}{V} \quad (4.3)$$

gdzie: V₁ – objętość najmniejszego prostopadłościanu, w którym może zawierać się opakowanie, cm³; V – objętość zapakowanego produktu odczytana z opakowania, cm³.

Pierwotne opakowanie musi mieć objętościowy współczynnik opakowania VCP ≤ 1,9.

Kryterium nie stosuje się do pierwotnych opakowań wyprodukowanych w 50 procentach lub więcej z materiału z odzysku.

Określenie zawartości masy deklarowanej płynu zgodnie z normą polega na zważeniu opakowania jednostkowego wraz z zawartością, a następnie wylaniu jego zawartości i kilkakrotnym przepłukaniu go ciepłą wodą. Po odsączeniu i wysuszeniu należy zważyć puste opakowanie. Zawartość płynu w opa-

kowaniu jednostkowym X₁ oblicza się ze wzoru

$$X_1 = m_1 = m_2 \cdot g \quad (4.4)$$

gdzie: m₁ – masa opakowania z zawartością, g; m₂ – masa pustego, wyplukanego i wysuszonego opakowania, g.

W celu określenia zawartości objętości deklarowanej płynu zawartość opakowania jednostkowego należy przelać do cylindra miarowego o pojemności dobranej do objętości deklarowanej przez producenta i odczytać objętość. Nie powinna ona być mniejsza niż 96% zawartości deklarowanej na opakowaniu jednostkowym.

Oznaczenie organoleptyczne serii mydeł toaletowych polega na ocenie metodą punktową ich właściwości. Wymagania stawiane mydlom przedstawiono w TAB. 4.2.

Przed oznaczeniem należy sporządzić dla każdego rodzaju mydła oddzielną kartę ocen, wpisując do niej wytypowane cechy i odpowiadające im współczynniki wagowe. Współczynniki ustalające hierarchię ważno-

ści cech w sumie wszystkich w indywidualnej ocenie, powinny być równe jedności. Następnie należy przeprowadzić ocenę właściwą mydła, przyznając odpowiednią liczbę punktów od 1 (niedostateczna) do 5 (bardzo dobra) każdej z cech zawartych w TAB. 4.2.

Przykładową kartę ocen mydła toaletowego przedstawiono w TAB. 4.3.

Po wypełnieniu kart ocen dla każdego rodzaju mydła i obliczeniu oceny końcowej należy wykonać zestawienie zbiorcze dla badanej serii mydeł.

Oznaczenie pH wyciągu wodnego proszku do prania i jego rozpuszczalności w wodzie zgodnie z normą PN-EN 1262:2004E polega na pomiarze w temp. 20°C siły elektromotorycznej elementu galwanicznego zanurzonego w roztworze syntetycznego środka piorącego. Oznaczenie należy wykonywać pehametrem z elektrodą szklaną i chlorosrebrową lub szklaną i kalomelową. Do oznaczenia przygotowuje się 100 cm³ roztworu środka piorącego w wodzie destylowanej o stężeniu 1% (m/m).

Po sprawdzeniu i wyskalowaniu pehametru na bufor o pH najbardziej zbliżonym do przewidywanego pH roztworu badanego, roztwór ten przelewa się do zlewki i zanurza w nim elektrody przemyte wodą destylowaną. Wartość pH roztworu odczytuje się na skali pehametru. Wynikiem końcowym jest średnia arytmetyczna dwóch pomiarów o różnicy do 0,1 jednostki pH.

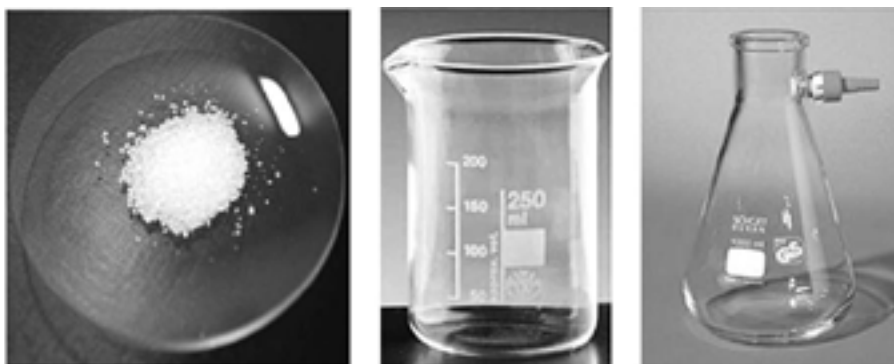
Oznaczenie rozpuszczalności proszku do prania w wodzie zgodnie z normą PN-C-04823:1982P polega na wagowym oznaczeniu środka piorącego, który nie rozpuścił się w wodzie destylowanej w określonych warunkach badania. Do oznaczenia należy odważyć na szkiełku zegarkowym 1 g badanego środka piorącego, przenieść go do zlewki i dodać do niej 100 cm³ wody o temp. 95°C. Całość należy mieszać mieszadłem magnetycznym bez spienienia przez 10 min, po czym pozostawić na 10 min w celu sedymentacji osadu. Następnie roztwór należy przesączyć do kolby ssawkowej, a pozostałość w zlewce za pomocą 50 cm³ wody destylowanej przenieść do tygla i suszyć w suszarce w temp. 105°C do uzyskania stałej masy. Stosowaną do oznaczenia aparaturę badawczą przedstawiono na RYS. 4.5.

Zawartość w badanym proszku substancji nierozpuszczalnych w wodzie X₁ oblicza się ze wzoru

$$X_1 = \frac{b}{a} \cdot 100\% \quad (4.5)$$

gdzie: b – sucha pozostałość w tygla po sączeniu, g; a – odważka badanego środka piorącego, g.

Natomiast rozpuszczalność środka piorą-



RYS. 4.5 Aparatura badawcza do wykonania oznaczenia: a) szkiełko zegarkowe b) zlewka, c) kolba ssawkowa

RODZAJ WYMAGAŃ	CECHA
BARWA	biała do kremowej lub inna wg producenta, dopuszcza się wtrącenia o innej barwie wynikające z receptury
POSTAĆ	sypki proszek, dopuszcza się występowanie grudek rozpadających się pod naciskiem palca oraz wtrącenia pochodzące z użytych surowców
ZAPACH	przyjemny, maskujący naturalny zapach proszku, dopuszcza się produkowanie proszku bez dodatku kompozycji zapachowych
CZYNNIKI pH ROZTWORU PIORAjąCEGO	8,5–11,0
MINIMALNA ROZPUSTCZALNOŚĆ W WODZIE, %	98,0
ZDOLNOŚĆ PIENIENIA W PRALCE AUTOMATYCZNEJ	piana nie wycieka z otworu przelewowego
MAKSYMALNY SPADEK WYTRZYMAŁOŚCI TKANINY NA ROZCIĄGANIE, %	25
ZDOLNOŚĆ PIORAjąCA	109–104

TAB. 4.4

Badanie środków czystości i wyrobów kosmetycznych

cego w wodzie X_2 oblicza się ze wzoru

$$X_1 = 100 - X_2, \% \quad (4.6)$$

Wynikiem końcowym oznaczenia jest średnia arytmetyczna z co najmniej trzech oznaczeń różniących się do 0,5.

Po oznaczeniu proszku do prania poddaje się badaniom organoleptycznym, przyjmując kryteria oceny określone w normie i preferencje osobiste. Wymagania stawiane enzymatycznym proszkiem do prania w temp. 95°C z chemicznymi środkami bielącymi przedstawiono w TAB. 4.4.

Oznaczanie składu ziarnowego proszku do prania zgodnie z normą PN-C-04828:1991P polega na mechanicznym przesiewaniu proszku na sucho przez zestaw sit kontrolnych o standardowych oczkach sposobem odważki i oznaczeniu wagowym uzyskanych frakcji ziarnowych.

Do oznaczenia stosuje się wstrząsarkę elektromagnetyczną. Po ustawieniu i wypoziomowaniu wstrząsarki ustawia się czyste i suche sita w kolejności oczka od góry: 2,5; 1,6; 1,0 i 0,8 mm. W denku umieszcza się dolne sito do zbierania przesiewu. Po odważeniu ok. 100 g proszku, przenosi się jego zawartość na górne sito i przykrywa pokrywą.

Zestaw sit na 5 min umieszcza się na wstrząsarce. Frakcje proszku z poszczególnych sit przenosi się na osobne arkusze papieru i pędzlem usuwa pozostałe cząstki proszku z oczek sita. Poszczególne partie proszku z papieru należy przenieść na szalki Petriego i zważyć. Przesiew zebrany w denku przenosi się na zestaw sit 0,4 mm i 0,2 mm i wykonuje czynności analogiczne do opisanych powyżej. W celu sprawdzenia końca procesu przesiewania wszystkie sita należy wstrząsnąć nad arkuszem gładkiego papieru rozłożonego na stole. Pojedyncze sito wstrząsa się ręcznie przez 1 min, pochylając je pod kątem 30° i lekko uderzając ręką w jego bok. Po 1-minutowym ręcznym wstrząsaniu nale-

ży zebrać ilościowo proszek z arkusza papieru i zważyć. Przesiewanie jest zakończone, gdy przez sito w ciągu 1 min przechodzi nie więcej niż 0,2% odważki proszku. Jeżeli ten warunek nie jest zachowany, uzyskany przesiew (większy niż 0,2%) należy dołączyć do klasy ziarnowej niżej położonego sita. Frakcję ziarnową X oblicza się ze wzoru

$$X = \frac{m_1}{m} \cdot 100\% \quad (4.7)$$

gdzie: m_1 – masa przesiewu lub odsiewu, g; m – masa wyjściowa próbki, g.

Wynikiem końcowym jest średnia arytmetyczna co najmniej trzech równoległych oznaczeń.

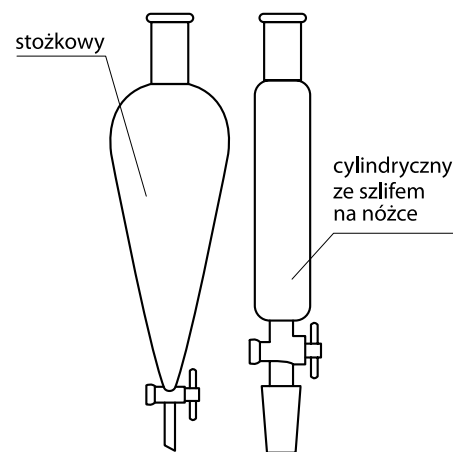
Oznaczanie średniej masy kawałka mydła i jego właściwości pianotwórczych odbywa się metodą zważenia pojedynczo bez opakowania jednostkowego 10 kawałków badanego mydła i obliczeniu średniej masy kawałka jako średniej arytmetycznej wyników. Wartości te trzeba porównać z masą nominalną podaną przez producenta.

Średnią masę kawałka mydła należy przeliczyć na masę nominalną X według wzoru:

$$X = \frac{X_r \cdot m_r}{m} \quad (4.8)$$

gdzie: X_r – wynik oznaczenia w przeliczeniu na masę rzeczywistą; m_r – średnia masa rzeczywista kawałka mydła, g; m – masa nominalna kawałka mydła, g.

Określenie właściwości pianotwórczych mydła zgodnie z normą PN-C-04801:1974P polega na pomiarze objętości piany wytworzonej przez swobodny wypływ z pipety (rozdzielacza) określonej ilości roztworu badanego mydła z wysokości 900 mm na powierzchnię tego samego roztworu znajdującego się w skalibrowanym cylindrze miarowym. Przed oznaczeniem mydło rozdrabnia się na strużyny o grubości 1 mm, z których przygotowuje się 0,2-proc. roztwór w świeżo



RYS. 4.6

Rozdzielacz

przygotowanej wodzie destylowanej.

Do każdego oznaczenia przygotowuje się ok. 1 dm³ roztworu na 0,5–2 godz. przed badaniem. Następnie do cylindra pomiarowego wlewa się 50 cm³ badanego roztworu mydła bez piany. Po 10 min pobiera się pompką ssącą 200 cm³ roztworu i bez tworzenia się piany wprowadza go do rozdzielacza. Typowy rozdzielacz z cylindrem pomiarowym przedstawiono na RYS. 4.6.

Rozdzielacz z roztworem umieszcza się centrycznie nad cylindrem pomiarowym, tak aby jego otwór wypływowy znajdował się 900 mm nad poziomem cieczy w cylindrze. Po otworzeniu kranu rozdzielacza i po wypływie całej objętości roztworu włącza się sekundomierz. Wysokość słupa powstałej piany należy odczytać po upływie 1 min oraz ponownie po upływie 10 min. Na podstawie wykonanego oznaczenia należy obliczyć:

• zdolność pianotwórczą X badanego mydła ze wzoru

$$X = \frac{\pi \cdot d^2 \cdot h}{4}, \text{cm}^3 \quad (4.9)$$

gdzie: d – średnica wewnętrzna cylindra pomiarowego, cm; h – odczytana wysokość słupa piany, cm.

• wskaźnik trwałości piany Y ze wzoru

$$Y = \frac{V_2}{V_1} \cdot 100\% \quad (4.10)$$

gdzie: V_2 i V_1 – objętość piany zmierzona po 10 min i po minucie, cm³.

Wynikiem końcowym jest średnia arytmetyczna z pięciu równoległe wykonanych pomiarów.

Oznaczanie wolnych alkaliów żrących mydła zgodnie z normą PN-C-04804.07:1976P polega na zobojętnieniu jonów wodorotlenowych (OH)⁻ kwasem olejowym użytym w nadmiarze, a następnie odmiareczkowaniu nadmiaru kwasu mianowanym roztworem wodorotlenku potasu. W celu oznacza-

nia należy w naczynku wagowym odważyć 3 g badanego mydła, a do kolby stożkowej wlać 100 cm³ bezwodnego alkoholu etylowego, zobojętnić go alkoholowym roztworem wodorotlenku potasu wobec fenoloftaleiny, po czym dodać pipetą 5 cm³ alkoholowego roztworu kwasu olejowego. Do takiego roztworu należy wsypać odważoną próbkę mydła, a naczynko zważyć powtórnie. Alkohol z próbką mydła doprowadzić do wrzenia pod chłodnicą zwrotną i ogrzewać przez 10 min, po czym roztwór ochłodzić do temperatury pokojowej i miareczkować 0,1 N roztworem wodorotlenku potasu do różowego zabarwienia. Chłodnicę zwrotną do przygotowywania badanego roztworu przedstawiono na RYS. 4.7.

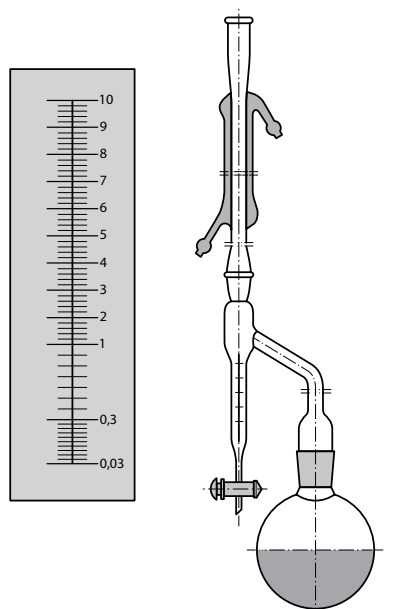
Równolegle należy wykonać ślepą próbę 100 cm³ bezwodnego alkoholu etylowego i 5 cm³ alkoholowego roztworu kwasu olejowego. Z próbą ślepią postępuje się podobnie jak z próbą badaną. Zawartość wolnych alkaliów żrących X w przeliczeniu na NaOH w mydłach sodowych oblicza się ze wzoru

$$X = \frac{0,040 \cdot (V_1 - V_2) \cdot N}{m} \cdot 100\% \quad (4.11)$$

gdzie: V_1 , V_2 – objętość 0,1 N roztworu wodorotlenku potasu zużyta do miareczkowania próby ślepej i próby mydła, cm³; 0,040 – ilość wodorotlenku sodu odpowiadająca 1 cm³ (1 N kwasu olejowego); N – normalność roztworu wodorotlenku potasu; m – odważka badanego mydła, g.

Wynikiem końcowym jest średnia arytmetyczna co najmniej dwóch oznaczeń.

Oznaczanie wyglądu, zapachu i pH płynu do ręcznego mycia naczyń zgodnie z normą polega na badaniu organoleptycznym przygotowanego roztworu w temp. 18–20°C. Całość badania obejmuje dokładne wymieszanie zawartości opakowania jednostkowego, przeniesienie 200 cm³ badanego płynu do cylindra miarowego i po 30 min obserwowanie jego wyglądu nieuzbrojonym okiem. Sprawdza się jednorodność płynu, obecność zanieczyszczeń mechanicznych i osadu. Jeżeli na dnie cylindra pojawi się osad, należy wykonać oznaczenie jego zawartości. Badanie to polega na przeniesieniu dokładnie wymieszanego opakowania jednostkowego do cylindra pomiarowego 500 cm³ i pozostawieniu go w temp. 20°C na 24 godz. do aklimatyzacji. W przypadku opakowań jednostkowych mniejszych niż 500 cm³ należy połączyć zawartość kilku opakowań w celu uzyskania 500 cm³. Następnie w cylindrze miarowym, w którym znajduje się badany płyn, umieszcza się wąż cienkościenny i ostrożnie przelewem zlewa się z osadu około 450 cm³ płynu. Pozostały w cylindrze płyn należy dokładnie wymieszać z osadem i przenieść porcjami do



RYS. 4.7
Chłodnica zwrotna [4]

próbówki wirówkowej, dodając kolejno jego porcje. Po odwirowaniu należy usunąć z próbówki płyn z osadu i wraz z jego zawartością wirować z prędkością 3000 obr/min w ciągu 15 min. Po odwirowaniu ostatniej porcji płynu należy odczytać objętość osadu pozostałego w próbówce, w cm³. Zawartość osadu X oblicza się ze wzoru

$$X = a \cdot 0,2, \% \quad (4.12)$$

gdzie: a – objętość osadu w próbówce, cm³; 0,2 – współczynnik przeliczeniowy.

Oznaczenie pH roztworu badanego płynu o stężeniu 1% (m/m) wykonuje się w wodzie o twardości 5,35 mmol/dm³. Przed wykonaniem badania należy przygotować dwa roztwory (A i B) używając świeżo przegotowanej wody. W celu uzyskania roztworu A należy odważyć 40 g chlorku wapnia CaCl₂·6H₂O i rozpuścić w 1 dm³ wody destylowanej. Do sporządzenia roztworu B należy odważyć 44 g siarczanu(VI) magnezu MgSO₄·7H₂O i również rozpuścić w 1 dm³ wody. Z tak przygotowanych roztworów pobiera się pipetą 12,7 cm³ roztworu A i 2,2 cm³ roztworu B, rozcieńcza je osobno w 450 cm³ wody, przelewa do kolby i dopełnia do kreski wodą. Po wymieszaniu oznacza się ich pH za pomocą odczynników chemicznych. Roztwór płynu do ręcznego mycia naczyń powinien mieć pH 5–8,5. Powinien ponadto być czysty, jednorodny z opalizacją i osadem w ilości do 0,2% (v/v). Zapach badanego płynu sprawdza się organoleptycznie po jego przeniesieniu do cylindra miarowego – powinien być przyjemny, nie wskazywać na przebieg procesu rozkładu.

Oznaczenie zawartości aktywnego tlenu w proszkach do prania zgodnie z normą PN-C-04816:1992P polega na jego określeniu podczas wydzielania się w reakcji nadtlenohydratu z nadmanganianem potasu w kwaśnym

środowisku. Do badania należy użyć kolby stożkowej z szeroką szyjką, mieszadła mechanicznego oraz odczynników: siarczanu glinu w celu poprawy barwy podczas miareczkowania i kwasu siarkowego dla skrócenia długiego etapu indukcji reakcji, który może wystąpić w przypadku niektórych proszków do prania. Z próbki laboratoryjnej pobranej i przygotowanej zgodnie z normą PN-C-04808:1988P należy odważyć 10 g badanego proszku i przenieść do zlewki, po czym wlać 1000 cm³ wody o temp. 35–40°C i mieszać mieszadłem przez 3 min. do rozpuszczenia, dolewając 50 cm³ kwasu siarkowego. Następnie, mieszając, dodawać kroplami roztwór nadmanganianu potasu do momentu pojawienia się trwałego, blad różowego zabarwienia, po czym pobrać pipetą 100 cm³ badanego roztworu rozpuszczonego w zlewce i przenieść do kolby stożkowej z kwasem siarkowym. Roztwór w kolbie stożkowej należy miareczkować mianowanym roztworem nadmanganianu potasu, aż do pojawienia się blad różowego zabarwienia utrzymującego się przez co najmniej 15 s. Jeżeli zmiana barwy w punkcie końcowym miareczkowania jest niewyraźna, należy powtórzyć miareczkowanie z dodatkiem 1 g siarczanu glinu lub 20 cm³ roztworu kwasu siarkowego. Miareczkowanie powinno być przeprowadzone możliwie szybko po rozpuszczeniu próbki proszku do prania w wodzie.

Zawartość aktywnego tlenu X w proszku do prania oblicza się ze wzoru

$$X = \frac{V \cdot c \cdot 0,08}{m} \cdot 100\% \quad (4.13)$$

gdzie: V – objętość roztworu nadmanganianu potasu użytego do miareczkowania, cm³; c – stężenie roztworu nadmanganianu potasu, mol/dm³; m – masa badanej próbki proszku, g; 0,08 – ilość tlenu równoważna 1 cm³ roztworu nadmanganianu potasu o stężeniu c (1/5 KMnO₄) = 0,1 mol/dm³.

Wynikiem oznaczenia jest średnia arytmetyczna z dwóch równolegle wykonanych oznaczeń.

Oznaczanie zawartości chlorków w mydle metodą miareczkowania zgodnie z normą PN-ISO 457:2000P polega na argentometrycznym miareczkowaniu chlorków zawartych w mydle. Do badania należy stosować odczynniki o znanej czystości analitycznej i pobierać próbki zgodnie z normą PN-ISO 8212:2000P. W celu wykonania oznaczenia należy odważyć 5 g próbki laboratoryjnej i w zlewce rozpuścić w 50 cm³ gorącej wody. Roztwór ten przenieść do kolby jednomiarowej, przemywając małymi porcjami wody, dodać 5 cm³ roztworu kwasu azotowego(V) i 25 cm³ roztworu azotanu(V) srebra. Następnie kolbę należy umieścić w łaźni z wrzącą

wodą i ogrzewać do czasu, aż całkowicie wydzieli się kwasy tłuszczowe, a powstały chlorek srebra zbierze się w postaci serowatej masy. Zawartość kolby schłodzić następnie do temperatury pokojowej, rozcieńczyć wodą i mieszać, po czym przesączyć przez suchy, karbowany sączonek z bibuły filtracyjnej i odrzucić pierwsze 10 cm³ roztworu. Następnie pipetą przenieść 110 cm³ przesącza do kolby stożkowej, dodać roztwór siarczanu amonu i żelaza(III) i miareczkować mianowanym roztworem rodanku amonu, energicznie potrząsając kolbą stożkową, do chwili pojawienia się trwałego, czerwono-brązowego zabarwienia. Zawartość chlorków w mydle:

- wyrażoną ułamkiem masowym chlorku sodu NaCl, należy obliczyć ze wzoru

$$0,0585 \cdot (25 \cdot c_1 - 2 \cdot V \cdot c_2) \cdot \frac{100}{m}, \% \quad (4.14)$$

- wyrażoną ułamkiem masowym chlorku potasu KCl, należy obliczyć ze wzoru

$$0,0746 \cdot (25 \cdot c_1 - 2 \cdot V \cdot c_2) \cdot \frac{100}{m}, \% \quad (4.15)$$

gdzie: m – masa badanej próbki, g; V – objętość mianowanego roztworu rodanku amonu użytego do miareczkowania, mm; c_1 – rzeczywiste stężenie roztworu azotanu srebra AgNO₃, mol/dm³; c_2 – rzeczywiste stężenie roztworu rodanku amonu NH₄SCN, mol/dm³; 0,0585 – masa chlorku sodu odpowiadająca 1 cm³ roztworu azotanu srebra o stężeniu c (AgNO₃) = 1,000 mol/dm³, g; 0,0746 – masa chlorku potasu odpowiadająca 1 cm³ roztworu azotanu srebra o stężeniu c (AgNO₃) = 1,000 mol/dm³, g.

Oznaczenie zawartości fosforanów w proszku do prania zgodnie z normą PN-C-04824:1983P polega na określeniu ich ilości metodą miareczkowania pehametrycznego.

Badanie to obejmuje zhydrolizowanie skondensowanych fosforanów do formy orto i miareczkowanie wodorotlenkiem sodu w zakresie pH 4,3–8,8, co odpowiada przejściu ortofosforanu jednosodowego NaH₂PO₄ w ortofosforan dwusodowy Na₂HPO₄.

Do oznaczenia należy ze średniej próbki odważyć 1 g proszku i powoli zwęgląć ją na palniku, nie przekraczając temp. 500°C. Gdy masa w tyglu zwęgli się całkowicie i zakończy się wydzielanie dymów, przenieść ją po ochłodzeniu do zlewki, popłukując tygiel 25 cm³ gorącej wody, po czym dodać 10 cm³ stężonego kwasu solnego, ogrzewać pod przykryciem przy lekkim wrzeniu przez 30 min. Gorący roztwór odsączyć od węgla przez średni sączonek bibułowy do zlewki, przemyć osad i zlewkę gorącą wodą, po czym ochłodzić i przy użyciu pehametru doprowa-

dzić za pomocą roztworu wodorotlenku sodu do wartości pH 4,3, a następnie analogicznie do pH 8,8. W przypadku analizy proszku do prania zawierającego nadboran sodu, próbkę po przesączeniu do zlewki odparowuje się do sucha w łaźni wodnej, dodając 100 cm³ alkoholu metylowego i 10 cm³ stężonego kwasu solnego. Następnie zlewkę należy przykryć szkiełkiem zegarkowym i wygotować do objętości 20 cm³, utrzymując roztwór w stanie wrzenia przez 30 min. Pozostały roztwór odparowuje się w strumieniu powietrza do objętości 10 cm³, a następnie pozostałość rozcieńcza się wodą. Zobjętnienie roztworu i miareczkowanie od pH 4,3 do 8,8 przeprowadza się analogicznie jak dla proszków niezawierających nadboranu sodu.

W przypadku oznaczenia sumy P₂O₅ w samym trójpolifosforanie sodu należy



pominąć proces zwęglania i sączenia próbki. Odważa się 0,35 g trójpolifosforanu sodu, rozpuszcza w 25 cm³ gorącej wody i przenosi do zlewki, po czym dodaje 10 cm³ stężonego kwasu solnego i ogrzewa pod przykryciem przez 30 min. Następnie do zlewki dodaje się 80 cm³ wody, popłukując jednocześnie szkiełko zegarkowe i ochładza do temperatury pokojowej. Zobjętnienie roztworu i miareczkowanie od pH 4,3 do 8,8 przeprowadza się analogicznie jak dla proszków do prania. Zawartość P₂O₅ oblicza się ze wzoru

$$X = \frac{V \cdot N \cdot 7,098}{m} \cdot 100\% \quad (4.16)$$

gdzie: V – objętość roztworu wodorotlenku sodu zużytego do miareczkowania, cm³; N – stężenie molowe wodorotlenku sodu, mol/dm³; m – masa badanej próbki proszku, g; 7,098 – współczynnik przeliczeniowy.

Wynikiem oznaczenia jest średnia arytmetyczna z dwóch równoległe wykonanych oznaczeń.

Oznaczenie zdolności myjących płynu do ręcznego mycia naczyń zgodnie z normą polega na ocenie mycia w temp. 45°C w roztworze badanego płynu talerzy z naniesionym uprzednio standardowym zabrudzeniem. Czas mycia jednego talerza powinien wynosić 30 s. Po umyciu i wysuszeniu talerze zanurza się w roztworze jodu, który ze skrobą pozostającą na talerzu tworzy związek

o intensywnym zabarwieniu ułatwiający ocenę skuteczności mycia. Przed wykonaniem badania talerze należy umyć gąbką w kąpielii myjącej przygotowanej z wzorcowego środka myjącego zgodnie z normą, używając na 10 dm³ wody ok. 20 g środka. Po umyciu talerze należy dokładnie opłukać pod bieżącą wodą, a następnie odtłuścić je alkoholem etylowym skażonym acetonem. Czyste i odtłuszczone talerze umieszcza się na osączarce i suszy w temperaturze pokojowej. Po wysuszeniu na połowę powierzchni każdego talerza nanosi się 2 g kompozycji brudzącej i rozprowadza ją równomiernie pędzlem. Pierwsze trzy talerze z każdej serii należy odrzucić. Zabrudzone w ten sposób talerze pozostawia się przez 24 godz. w temperaturze pokojowej w celu utrwalenia się naniesionej kompozycji brudzącej. Następnie należy przygotować wzorcową kąpiel myjącą.

W tym celu w zlewce odważa się 17 g wzorcowego środka myjącego, po czym zawartość zlewki przelewa do wanienki emaliowanej zawierającej 10 dm³ wody i płucze. Do badania zdolności myjącej należy użyć 30 sztuk talerzy, które dokładnie przez 30 s myje się po obu stronach powierzchni zabrudzonej i niezabrudzonej. Sposób mycia, siła nacisku i kierunek ruchu ręki powinien być taki sam przy kąpielii wzorcowej i badanej.

Talerze po umyciu umieszcza się w osączarce i suszy w temperaturze pokojowej.

Po ich wysuszeniu zanurza się je zabrudzoną połową w kuwecie z przygotowanym roztworem jodu, a następnie ocenia się je wzrokowo i klasyfikuje według następującej skali:

- talerze czyste bez plam i zacieków – 5 punktów,
- do dziesięciu plam na talerzu – 3 punkty,
- powyżej dziesięciu plam na talerzu – 1 punkt,
- zacieki na powierzchni talerza (bez względu na liczbę plam) – 0 punktów.

Zdolność myjącą badanego płynu do mycia naczyń Z oblicza się ze wzoru

$$Z = \frac{n_2}{n_1} \cdot 100\% \quad (4.17)$$

gdzie: n_1 – maksymalna liczba punktów możliwa do uzyskania podzielona przez liczbę sztuk talerzy mytych; n_2 – liczba punktów uzyskanych podzielonych przez liczbę sztuk talerzy mytych w kąpielii badanej.

Zdolność myjąca płynu do ręcznego mycia naczyń powinna być nie mniejsza niż 70%. Za wynik końcowy należy przyjąć średnią arytmetyczną wyników z trzech wykonanych oznaczeń.

Oznaczenie zdolności emulgowania tłuszczów w kąpielii myjącej płynnych środków do ręcznego mycia naczyń zgodnie z normą

polega na ocenie zdolności emulgowania oleju rzepakowego zabarwionego czerwienią sudanową (Sudan IV) przez wodny roztwór badanego płynu o stężeniu 10 g/dm³. Dodatek do oleju rzepakowego barwnika o intensywnym czerwonym zabarwieniu w ilości 0,1 g czerwieni na 1000 cm³ oleju ma na celu ułatwienie obserwacji punktu granicznego, w którym badany środek nie emulguje już tłuszczu. W celu wykonania badania należy w zlewce odważyć 2 g badanego środka myjącego i 1,4 g oleju rzepakowego, po czym całość wymieszać, ucierając zawartość szklaną bagietką o średnicy 7 mm przez 10 min. Jeżeli po tym czasie nie wytworzy się jednorodna emulsja, badanie uważa się za zakończone – wynik negatywny. W przypadku otrzymania jednorodnej emulsji należy ją przenieść ilościowo kilkoma porcjami wody o twardości 5,35 mval/dm³ i temp. 40°C do kolby miarowej, uzupełnić do kreski wodą, zamknąć szczelnie korkiem i wstrząsać przez 5 min do całkowitego wymieszania, wykonując półobrotu o 180°. Po wymieszaniu na ściankach kolby nie powinno być śladów nierozpuszczonej w wodzie emulsji. Następnie kolbę pomiarową z wymieszaną emulsją wstawia się do termostatu ustawionego na temp. 45°C na 30 min, tak aby cała jej zawartość była termostatowana. Po tym czasie wyjmuje się ostrożnie kolbę z termostatu i ocenia w świetle przechodzącym wygląd emulsji. Za wynik negatywny, kiedy środek nie wykazuje wymaganej zdolności emulgowania tłuszczów, należy przyjąć wydzielenie się różowej warstewki oleju na szyjce kolby lub pojawienie się w górnej części szyjki kolby jednej lub kilku kropeł zabarwionego tłuszczu.

Oznaczanie zdolności piorącej środków do prania delikatnych tkanin i dzianin zgodnie z normą PN-C-04810-03:1987P polega na wypraniu w określonych warunkach odpowiedniej ilości standardowo zabrudzonych tkanin bawełnianych testowych, wypłukaniu ich w wodzie, wysuszeniu, wyprasowaniu i określeniu stopnia ich białości. Przed wykonaniem badania należy przygotować tkaninę, w tym celu należy ją przechowywać w lodówce opakowaną w ciemny papier nie dłużej niż rok. Tkaninę wełnianą należy pociąć na kawałki 7×12 cm, obrębnić i ponumerować kolejno, wyszywając numery białą nitką. Przygotowane w ten sposób kawałki wełnianej tkaniny testowej standardowo brudzonej stanowią kolejne serie przeznaczone do oznaczania zdolności piorącej. Przed badaniem należy dla każdego kawałka brudzonej tkaniny wykonać pomiar leukometryczny, stosując filtr niebieski o maksymalnej przepuszczalności światła. Pomiar stopnia białości wykonuje się, kładąc jeden na drugi dwa kawałki zabrudzonej testowej

tkaniny. Pomiar należy wykonać w czterech miejscach każdego kawałka tkaniny, po dwa pomiary z każdej strony. Z otrzymanych czterech leukometrycznych odczytów oblicza się wartość średnią. Do wykonania oznaczenia należy odmierzyć w kolbie 1 dm³ wody o twardości 5 mval/dm³ i 1 g siarczaniu laurylosodowego, po czym roztwór przenieść do zlewki, podgrzać go do całkowitego rozpuszczenia i pozostawić do czasu obniżenia się jego temperatury do 40°C. Tkaniny testowe brudzi się brudem pigmentowo-tłuszczowym, brudem białkowym i brudem pigmentowo-tłuszczowo-białkowym, po czym poddaje praniu w 1-proc. roztworze środka piorącego w wodzie o twardości 5 mval/dm³, w temp. 40°C, w słoiczkach z 10 kulkami gumowymi o Φ6 mm przez 30 min w laboratoryjnej maszynie pralniczej. Po tym czasie wyjmuje się kawałki tkaniny ze słoików i płucze w następujący sposób:

- jeden raz w wodzie o twardości 5 mval/dm³ i temp. 40°C;
- dwa razy w wodzie o twardości 5 mval/dm³ i temp. 30°C;
- jeden raz w wodzie o twardości 5 mval/dm³ i temperaturze pokojowej.

Płukanie należy wykonać w parownicy, używając na dwa kawałki tkaniny 200 cm³ wody do każdego płukania. Po wypłukaniu

kawałki tkaniny suszy się, umieszcza między świeżymi warstwami bibuły do sączenia i prasuje żelazkiem. Analogicznie należy wykonać 3 serie prania, stosując w każdej z nich oznaczone kolejnymi numerami kawałki tkaniny wełnianej. Zdolność piorącą badanego środka piorącego w stosunku do wzorcowego środka piorącego X oblicza się ze wzoru:

$$X = \frac{(W_b - S)}{(W_w - S)} \cdot 100\% \quad (4.18)$$

gdzie: W_b – średni stopień białości dla 12 kawałków tkaniny wypranej w roztworze badanego środka piorącego w sześciu słoikach; S – średni stopień białości tkaniny standardowo brudzonej użytej w danym oznaczeniu; W_w – średni stopień białości dla 12 kawałków tkaniny wypranej w roztworze środka piorącego w sześciu słoikach.

Wynikiem oznaczenia jest średnia arytmetyczna dwóch równoległych oznaczeń nie różniących się więcej niż 1,5%. ■

*REDAKCJA NIE WPROWADZIŁA ZMIAN DOTYCZĄCYCH NUMERACJI RYSUNKÓW, WZORÓW I CZĘŚCI ODNOŚNIKÓW DO LITERATURY

Wiktor Kubiński, Mariusz Niekurzak, Ewa Kubińska-Jabłoń

BADANIE TOWARÓW PRZEMYSŁOWYCH

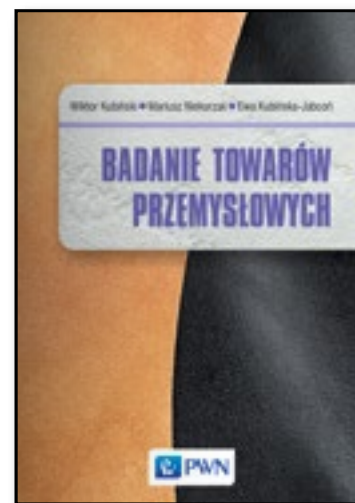
Wydanie 1, Format B5 cm. ISBN: 978-83-01-19417-8, cena: 59 zł

Profesor AGH Wiktor Kubiński z zespołem tym razem przedstawia praktyczne kompendium wiedzy dotyczące zastosowania metod badania towarów niespożywczych – przemysłowych. To druga książka profesora Kubińskiego wydana przez Wydawnictwo Naukowe PWN, po dobrze odbieranej publikacji: „Wybrane metody badania materiałów. Badanie metali i stopów”.

Obecna książka zawiera przegląd bardzo wielu metod badania takich materiałów, jak np.:

- wyroby włókiennicze,
- sprzęt AGD,
- wyroby papiernicze,
- skóry,
- wyroby perfumeryjne,
- meble,
- urządzenia medyczne czy
- spoiwa budowlane.

Przedstawiony w tej publikacji materiał stanowi niezbędne kompendium wiedzy i opis nowoczesnych metod badania towarów niespożywczych. Będzie nieocenioną pomocą dla studentów kierunków technicznych, ekonomicznych, ale również pracowników i menedżerów przedsiębiorstw – technologów, specjalistów ds. kontroli jakości itp.



Etykietowanie opakowań materiałów sypkich

dr inż.
Marcin Bieńkowski

Logistyka, transport oraz magazynowanie materiałów sypkich ma swoje wymagania i różni się od typowych procesów logistycznych spotykanych w przemyśle czy typowym transporcie samochodowym, czy kolejowym, w którym wykorzystywane są kontenery oraz przewóz towarów na paletach. Jednak zarówno w logistyce materiałów sypkich, jak i standardowych procesach logistycznych potrzebne jest znakowanie i automatyczna identyfikacja towarów. Etykiety pozwalają bowiem na precyzyjną identyfikację towaru na składowiskach, szybszy i pozbawiony błędów załadunek oraz bezproblemowy transport do miejsca docelowego.

Najprościej rzecz ujmując, etykietowanie ma na celu właściwe oznakowanie towarów, zarówno pojedynczych paczek, całych palet, jak i opakowań zbiorczych (np. kontenerów czy wręcz całych wagonów), począwszy od etapu produkcji, poprzez magazynowanie i transport, a na dostawie do klienta skończywszy. Tak jak wspomniano, informacje zawarte na etykiecie pozwalają na błyskawiczną identyfikację transportowanych lub składowanych produktów na każdym etapie łańcucha logistycznego. Dlatego etykietowanie transportowanych produktów stanowi jedną z podstawowych czynności wykonywanych przez firmy zajmujące się transportem i logistyką żądz przez osoby zajmujące się tzw. logistyką wewnętrzną. Tak więc etykietowanie, a co za tym idzie – automatyczna identyfikacja towa-

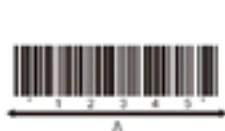


FOT. 1
Coraz częściej do odczytu kodów kreskowych i kodów QR wykorzystuje się smartfony z odpowiednim, przemysłowym oprogramowaniem [Źródło: Shenzhen Blivedream Technology]

ru, dotyczy zarówno producentów, jaki i firm transportowych, a także przedsiębiorstw oferujących usługi konfekcjonowania, pakowania i magazynowania towarów, w tym materiałów sypkich.

Oprócz wymogów narzuconych przepisami etykietowanie niesie ze sobą szereg korzyści wynikających z oznakowania i identyfikacji towarów [1]:

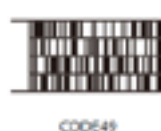
- zdecydowany wzrost efektywności transportu (szybkości realizacji i prawidłowości dostawy);
- usprawnienie procesów logistycznych – ułatwienie planowania wielkości przesyłek, pakowania, komplementacji, a także doboru odpowiedniego środka transportu;
- zwiększona możliwość kontroli ładunków na każdym etapie transportu;



RYS. 1
Kod kreskowy 1D i 2D [Źródło: Keyence]



RYS. 2
Kody piętrowe [Źródło: Keyence]



RYS. 3
Kody macierzowe



JAK DOBRAĆ TAGI RFID?

Przy wyborze tagów RFID należy wziąć po uwagę:

- **region geograficzny, gdzie tagi będą stosowane** – podobnie jak z czytnikami i antenami, tak i tutaj należy dobrać znacznik RFID zgodnie z częstotliwością, która jest prawnie dopuszczona na danym obszarze geograficznym. Dodatkowo należy pamiętać, aby zarówno czytnik, jak i tag RFID były zestrojone w tym samym paśmie, co pozwoli im się komunikować;
- **czynniki zewnętrzne** – jeśli tag RFID będzie musiał być odporny na ekstremalne temperatury, zapylenie, wodę, brud lub intensywny proces prania to konieczny jest wybór takiego znacznika RFID, którego budowa pozwoli wytrzymać takie warunki;
- **powierzchnię montażową, na którą zostanie naniesiony tag RFID** – na ogół znaczniki działają dobrze na powierzchniach, takich jak plastik, drewno, tektura. Tylko niektóre tagi RFID są w stanie pracować na powierzchni metalowej, szklanej lub w otoczeniu cieczy. Tagi przeznaczone do pracy na bardziej wymagającym podłożu kosztują więcej niż typowe znaczniki;
- **ilość dostępnego miejsca na fizyczną aplikację taga RFID** – znaczniki są produkowane w różnych rozmiarach i kształtach, by móc jak najlepiej dopasować je do konkretnych rozwiązań. W zależności od projektu i ilości miejsca na obiekcie, który ma być oznaczony, rozmiar może odgrywać kluczową rolę w doborze idealnego znacznika;
- **sposób mocowania taga RFID** – kształt i materiał, z którego jest wykonany obiekt to dwa ważne aspekty przy wyborze mocowania znacznika RFID. Większość tagów jest mocowana przy użyciu specjalnych klejów (np. na powierzchniach tekturowych), a część z nich wymaga użycia nitów lub śrub by przymocować je np. do metalowych palet;
- **wymagany zakres odczytu** – by dobrać ten najodpowiedniejszy należy przetestować różne znaczniki. Trzeba także pamiętać, że istnieje wiele innych czynników wpływających na zakres odczytu RFID, m.in. wzmocnienie anteny, moc nadawania czytnika czy orientacja samego taga RFID;
- **sposób programowania tagów RFID** – można bazować na danych, które już są zaprogramowane w tagu RFID lub samodzielnie programować tagi konkretnymi danymi. Sposób programowania może determinować wybór znacznika RFID. Tagi, tak jak etykiety, można programować z wykorzystaniem drukarek RFID, a tylko niektóre z nich można zaprogramować z wykorzystaniem ręcznego czytnika RFID.

[Źródło: IBCS Poland+++]

- nadzór nad legalnością wszystkich procesów transportowych, co pozwala zminimalizować ryzyko pojawienia się nieautoryzowanych kanałów sprzedaży;
- umożliwienie wprowadzenia automatyzacji czynności związanych z magazynowaniem przyjmowaniem i transportem towarów oraz usprawnienie powiązanych operacji serwisowych.

Potrzeba zestandaryzowania określonych elementów oznakowania towarów sprawiła, że coraz częściej – zamiast zróżnicowanych i indywidualnie wykorzystywanych etykiet – stosuje się tzw. etykiety logistyczne, powstałe w ramach organizacji GS1, stanowiącej międzynarodowy system standardów pozwalających na efektywne operacje w wielu branżach. Etykiety logistyczne to oznakowania zawierające w sobie szereg informacji, zarówno typowo tekstowych i liczbowych, jak i danych w formie kodów kreskowych, przy czym standardowa etykieta logistyczna GS1 składa się z trzech sekcji istotnych dla każdego z ogniw łańcucha dostaw [1]:

- sekcja przewoźnika – zawierająca informacje, takie jak: numer wysyłki, kod trasy czy dane dotyczące odbiorcy;
- sekcja klienta (odbiorcy) – zawiera informacje oczekiwane przez odbiorcę ładunku, np. numer zamówienia;
- sekcja dostawcy – zawiera informacje o zawartości jednostki logistycznej.

Dodatkowo, gdy przeprowadzane jest konfekcjonowanie towarów, należy zadbać o to, aby etykieta zawierała również informację o odporności towaru na warunki zewnętrzne, takie jak odporność na wstrząsy, temperaturę, nasłonecznienie, wilgoć, czas transportu itp., oraz informacje o sposobie obchodzenia się z nim w trakcie transportu.

AUTOMATYCZNA IDENTYFIKACJA TOWARU – AID

Aby wyeliminować możliwość popełnienia błędów przez człowieka przy etykietowaniu i odczycie informacji oraz po to, aby zwiększyć szybkość wprowadzania danych, co ma znaczenie szczególnie na produkcji, opracowano kilka technologii określanych wspólną nazwą automatyczna identyfikacja, oznaczanych w skrócie jako Auto-ID, AI lub AID. Czasem pojęcie to rozszerza się do automatycznej identyfikacji i automatycznego wprowadzania danych. Do tego typu rozwiązań zalicza się kody kreskowe (ang. *barcode*) – zarówno jednowymiarowe 1D, jak i 2D, w tym kody QR – rozpoznawanie pisma (OCR – *Optical Character Recognition*), identyfikację radiową (*Radio Frequency Identification* – RFID), a także znacznie rzadziej spotykane karty magnetyczne (ang. *magnetic stripes*)



FOT. 2

Przemysłowe czytniki kodów kreskowych Datalogic PowerScan PBT9500 [ŹRÓDŁO: Posnet Polska]

i karty elektroniczne (ang. *smart cards*).

Użycie tych rozwiązań przynosi realne efekty w postaci braku pomyłek przy wprowadzaniu danych oraz szybsze wprowadzanie informacji. To w konsekwencji przekłada się na konkretne korzyści biznesowe, jakimi są m.in.: zwiększenie efektywności pracy przy minimalizacji błędów dotyczących procesów transportu i logistyki. Co więcej, dane wprowadzane są bezpośrednio do systemów informatycznych, przez które są weryfikowane i analizowane, a tym samym usprawniona zostaje praca operatora – na wprowadzenie ciągu znaków i ich weryfikację człowiek potrzebuje kilku sekund. Korzystając z kodu kreskowego 1D lub 2D oraz przenośnego czytnika zintegrowanego z komputerem nazywanego terminalem i współpracującego z bezprzewodową siecią Wi-Fi, potrzeba na to ułamek sekundy.

Najczęściej wykorzystywanym kodem jest jednowymiarowy kod kreskowy 1D, jednak coraz częściej pojawiają się kody 2D. Wymienić tu można takie rozwiązania, jak tzw. piętrowe kody PDF417, CODE49 czy macierzowe kody QR, DataMatrix, MaxiCode i VeriCode. Swoją coraz większą popularność kod 2D zyskuje dzięki możliwości wprowadzania dużo większej ilości danych w porównaniu z kodem 1D. O ile w przypadku kodu 1D przeważnie jest to kilka, kilkanaście znaków

(maksymalnie 30), to wykorzystując kod 2D, możemy wprowadzić wiele informacji na raz. Wynika to stąd, że kody kreskowe zawierają dane tylko w jednym kierunku, natomiast kody 2D zawierają dane zarówno w kierunku poziomym, jak i pionowym, dlatego mogą pomieścić znacznie więcej danych niż standardowe kody kreskowe – kody 2D mogą zawierać do 3000 znaków.

Kody 2D posiadają wbudowaną funkcję korekty błędów, dzięki czemu są w stanie przywrócić dane w przypadku uszkodzenia lub rozmazania kodu. Kody kreskowe 1D mają zazwyczaj czytelne znaki na dole, na wypadek zniszczenia/braku kodu kreskowego. Operatorzy odczytują znaki i wprowadzają dane za pomocą klawiatury tak, że nie ma to wpływu na operację. Kody 2D zawierają bardzo dużą ilość danych, więc czytelne dla człowieka znaki nie są dodawane. Warto jednak pamiętać, że w momencie gdy kod 2D jest zbyt mocno uszkodzony i nie zadziała system korekty błędów, nie ma możliwości odczytania danych. Dlatego jeśli stosuje się kody 2D, należy stworzyć system, który będzie w stanie zapewnić środki zaradcze w przypadku uszkodzenia kodu 2D.

IDENTYFIKACJA RADIOWA RFID

Inną techniką AID cieszącą się dużą popularnością jest radiowa technologia identyfikacji czyli RFID (ang. *Radio Frequency Identification*). O ile wykorzystując kody kreskowe konieczny jest „optyczny” kontakt czytnika kodów kreskowych z kodem, o tyle w przypadku RFID wystarczy, by nośnik informacji określanych mianem etykiet RFID (ang. *RFID tag*) znalazł się w zasięgu anteny systemu RFID. Należy w tym miejscu dodać, że w jednym momencie możliwy jest odczyt informacji z wielu znaczników radiowych, co w wypadku kodu kreskowego nie jest możliwe.



FOT. 3

Wózek widłowy wyposażony w czytnik RFID odczytuje dane z tagów i automatycznie informuje operatora, gdzie ma być przewieziony dany big bag [ŹRÓDŁO: Turck]

DRUKARKI ETYKIET

W systemach identyfikacji towaru ważne jest wytworzenie samej etykiety. Służą do tego urządzenia nazywane drukarkami etykiet. Urządzenia te są stosowane najczęściej do wykonania etykiet samoprzylepnych, łatwych w naniesieniu na określoną powierzchnię. Mogą różnić się od siebie kształtem i kolorem druku uzależnionym od typu danej drukarki. Wybierając drukarkę etykiet należy wziąć pod uwagę technologię wydruku etykiet. Wybrana technologia ma bowiem wpływ na koszty eksploatacji i obsługę drukarki. Obecnie na rynku dostępne mamy kilka technologii w jakich pracują drukarki etykiet. Do najpopularniejszych należą drukarki termiczne (ang. direct thermal printing), termotransferowe (ang. thermal transfer printing) i drukarki do taśm tłoczonych.

Drukarka termiczna wyposażona jest w specjalną głowicę, która w trakcie drukowania podgrzewa się, zaczerniając w ten sposób papier. Ograniczeniem tej technologii jest fakt, że wydruki są możliwe jedynie w kolorze czarnym. Drukarka termiczna korzysta ze specjalnego papieru tzw. „termicznego”, który pod wpływem temperatury zaczernia się. Papier tego typu jest droższy od tradycyjnego, co wpływa na koszty eksploatacji urządzenia. Ponadto etykiety drukowane na takim papierze są wrażliwe na zmianę temperatury, upływ czasu i uszkodzenia mechaniczne. Fakt ten sprawia, iż etykiety z drukarki termicznej wykorzystywane są głównie do drukowania etykiet o krótkim okresie użytkowania. Z tego powodu praktycznie nie nadają się do drukowania kodów kreskowych, które mogłyby być wykorzystywane w przemyśle materiałów sypkich, gdzie towar często składowany jest pod gołym niebem lub tylko pod otwartym zadaszeniem. Zaletą tej technologii jest wysoka trwałość głowicy oraz brak pojemników z tonerem lub tuszem, które należałoby uzupełniać.

Drukarki termotransferowe, podobnie jak drukarka termiczna, posiadają specjalną głowicę, która podczas wydruku podgrzewa się, inicjując wydruk. Podstawową różnicą między drukarką termiczną a termotransferową jest wykorzystanie specjalnych taśm barwiących. Wydruk w drukarce odbywa się poprzez podgrzanie pigmentu zawartego w taśmie termotransferowej. Taśma termotransferowa przesuwa się wraz z taśmą z etykietami, a rozgrzana głowica drukarki termotransferowej uwalnia substancję barwiącą z taśmy i dzięki dociskowi przenosi ją na powierzchnię etykiety [2].

Drukarka termotransferowa ma możliwość druku w różnych kolorach, w zależności od użytej taśmy. Wydruk takiej drukarki możliwy jest na zwykłym papierze wykorzystywanym w konwencjonalnych drukarkach oraz na różnych rodzajach podłoży. Druk termotransferowy cechuje wysoka trwałość, w tym odporność na warunki zewnętrzne. Etykiety wykonane w tej technologii są zbliżone jakością do wydruku laserowego oraz odporne na wilgoć i temperaturę. Wadą drukarek termotransferowych jest z kolei wysoki koszt i konieczność stosowania dodatkowej taśmy barwiącej.

Technologia termotransferowa pozwala drukować na różnorodnym podłożu – etykietach papierowych, samoprzylepnych, foliowych, materiałach tekstylnych czy syntetycznych przywieszkach bezklejowych, zapewniając bardzo wysoką jakość i trwałość nadruków. Drukarki do etykiet dają możliwość druku zarówno dużych nakładów, jak i pojedynczych egzemplarzy. Najczęściej do druku etykiet stosuje się taśmy termotransferowe w kolorze czarnym. Istnieje kilka rodzajów taśm termotransferowych. Do najpopularniejszych należą [2]:

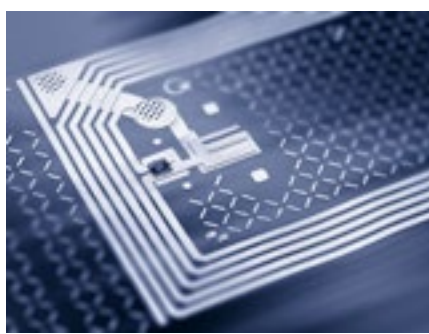
- taśmy woskowe – przeznaczone są do druku etykiet papierowych oraz kartonów. Cechą szczególną jest dość niska temperatura topnienia, dlatego też wydrukowane etykiety mają jedynie ograniczoną odporność na ścieranie. Popularnym zastosowaniem tych taśm jest wydruk elementów grafiki oraz kodów kreskowych;
- taśmy woskowo-żywiczne – wykorzystywane do druku etykiet i kartoników, charakteryzują się odpornością na ścieranie oraz inne czynniki zewnętrzne, takie jak wysoka temperatura i wilgoć;
- taśmy żywiczne – przeznaczone do druku etykiet foliowych i metek wykonanych z tworzyw sztucznych, takich jak np. PET, PP, PVC, czy PE;
- taśmy Textile – przeznaczone do druku materiałów tekstylnych, takich jak nylon czy satyna. Druk ten ma wysoką odporność na ścieranie i bardzo wysokie temperatury. Dzięki temu nadruk nie rozmaże się przy prasowaniu czy praniu.

Szczególnym rodzajem drukarek etykiet są modele do taśm tłoczonych, które wykorzystują do tłoczenia etykiet specjalne taśmy. Podczas procesu drukowania poszczególne litery są tłoczone pod odpowiednim ciśnieniem i stają się widoczne na taśmie. Etykiety z tłoczeniem są dość tanie, ale zazwyczaj mają ograniczone możliwości edycji czcionki i grafiki. Ponadto są one sterowane ręcznie i bardziej podatne na błędy, a co za tym idzie – są dużo mniej elastyczne niż sprzęt elektroniczny do druku metodą transferu termicznego [2].

Wybierając drukarkę do etykiet należy kierować się takimi parametrami, jak rozdzielczość druku, szerokość druku, wielkość drukarki i wydajność – patrz ramka. Na rynku jest szeroki wybór drukarek termicznych i termotransferowych od renomowanych producentów, takich jak: Zebra, TSC, Brother, Casio, DYMO, Citizen, Printronix, Honeywell, Toshiba i inni.

Etykiety RFID, nazywane też często tagami, transponderami, nalepkami RFID, układami identyfikacji radiowej, znacznikami radiowymi bądź inteligentnymi etykietami, są niewielkimi elektronicznymi elementami występującymi najczęściej w formie naklejek lub przyklepanych do znakowanych przedmiotów etykiet bądź metek. Tagi RFID mogą być bez problemu umieszczane zarówno na powierzchni, jak i wewnątrz przedmiotów. Etykiety RFID mogą mieć w zasadzie dowolną wielkość i kształt. Najmniejsze z nich mają rozmiary rzędu zaledwie 0,05 × 0,05 mm i przez to często nazywane są pudrem RFID (ang. RFID powder). Ze względów praktycznych tagi RFID mają jednak zazwyczaj wielkość kilku centymetrów.

Wprowadzenie radiowych identyfikatorów RFID pozwala niemal całkowicie zautomatyzować procesy logistyczne. O ile w przypadku odczytu identyfikatorów z kodem kreskowym



FOT. 4
Antena wraz z układem RFID [ŹRÓDŁO: ITMI]

1D, czy kodem typu DataMatrix, czy MaxiCode wymaga się odpowiedniego ustawienia czytnika, o tyle w wypadku tagów RFID nie jest wymagany optyczny kontakt między czytnikiem a etykietą. Co więcej, informacja może być sczytywana nawet z odległości kilku metrów (o czym za chwilę). Etykiety RFID pozwalają ponadto na łatwy odczyt zawartych w nich informacji, bez charakterystycznych dla kodów kreskowych i kodów macierzowych przestojów spowodowanych np. zabrudzeniem czy naderwaniem nalepki.

DZIAŁANIE SYSTEMU RFID

Systemy RFID do komunikacji między etykietą a czytnikiem wykorzystującą fale radiowe.



NA CO ZWRÓCIĆ UWAGĘ WYBIERAJĄC DRUKARKĘ ETYKIET?

- Drukarki do etykiet posiadają szereg różnych parametrów, które należy wziąć pod uwagę podczas zakupu. Do najistotniejszych należą:
- **metoda druku** – do wyboru mamy wspomnianą termiczną, termotransferową oraz tłoczoną;
 - **szerokość druku** – parametr wskazuje maksymalną szerokość etykiety, która może zostać stworzona przy wykorzystaniu danego typu drukarki. Oczywiście szerokość druku określa maksymalną granicę, dlatego też śmiało przy jej użyciu mogą być drukowane węższe etykiety. Standardowa szerokość wydruku mieści się w przedziale od 30 do ok. 104 mm;
 - **rozdzielczość druku** – parametr ten np. 200 dpi czy też 300 dpi oznacza, ile punktów na jeden cal potrafi wydrukować urządzenie. Najczęściej spotykaną, typową rozdzielczością druku jest parametr 200 dpi. Oznacza on, że najmniejszy piksel, czyli fragment wydruku, będzie miał rozmiar 0,127 mm. Z kolei przy rozdzielczości drukarki 300 dpi wartość ta wyniesie zaledwie 0,0846 mm. Drukarki do zastosowań przemysłowych wyróżniają się rozdzielczością dochodzącą do poziomu 600 dpi. Przy standardowych etykietach z kodem kreskowym wystarcza podstawowa rozdzielczość, natomiast gdy etykiety zawierają drobne litery czy szczegółową grafikę, należy zastosować większą rozdzielczość;
 - **druk czarno-biały lub kolorowy** – wiąże się to nierozdzielnie z wyborem technologii drukowania. Należy pamiętać, iż technologia termiczna drukuje tylko w kolorze czarnym;
 - **szybkość wydruku** – waha się w zakresie 100 mm/s do 250 mm/s;
 - **wydajność drukarki** – przyjmuje się, że drukarki klasy biurowej mogą bez szkody dla głowicy przedrukować do 2-3 tysięcy etykiet dziennie. Nie powinno się używać tej klasy drukarek do przedruków w ilości 10 tys. i większych. Należy pamiętać o przerwach na ostygnięcie głowicy (przynajmniej 10 minut) po ciągłym wydruku 500-1000 etykiet. Drukarki klasy średniej (przemysłowej) są przystosowane do wydruku kilkudziesięciu tysięcy dziennie, natomiast drukarki klasy Highend – do pracy non stop;
 - **mobilność** – do wyboru mamy dwa rozwiązania. Pierwsze oparte jest na przenośnych drukarkach etykiet. Urządzenia takie cechują się niewielkimi rozmiarami oraz zasilaniem bateryjnym. Mogą one być wykorzystane m.in. w sklepie czy na halach produkcyjnych do drukowania etykiet o ograniczonej szerokości. Drugim rozwiązaniem są drukarki stacjonarne. Urządzenia takie są większe i umożliwiają szybszy wydruk etykiet o większych rozmiarach w dużych ilościach;
 - **interfejs** – możliwy jest port szeregowy, USB, LAN, WLAN;
 - **wyświetlacz** – funkcja przydatna szczególnie w przypadku drukarek przenośnych. Należy zwrócić uwagę na maksymalną liczbę znaków, funkcję podglądu i szablonu;
 - **zestaw znaków** – drukarki zawierają zestaw różnych czcionek, znaków specjalnych, formatowania, możliwość drukowania kodów kreskowych;
 - **pamięć wewnętrzna** – do przechowywania etykiet i szybszego druku;
 - **dotatkowe funkcje** – w wielu drukarkach dostępne są dodatkowe funkcje, takie jak automatyczne cięcie etykiet, drukowanie lustrzane, laminowanie oraz możliwość zasilania za pomocą wysokowydajnego akumulatora litowo-jonowego oraz solidna i wytrzymała obudowa.

[Źródło: Conrad Electronic]

Tag RFID składa się z układu scalonego z kilkukilobajtową pamięcią oraz z niewielkiej, zintegrowanej z nim anteny, pozwalającej odbierać sygnały z czytnika i odpowiadać na nie za pomocą fal radiowych. Z kolei czytnik składa się z anteny czytnika, modułu nadawczego komunikacji radiowej RF (ang. *Radio Frequency module*), sterownika anteny oraz układu mikroprocesorowego odpowiedzialnego za bezpośrednie przetwarzanie otrzymanych danych lub interfejsu komunikacyjnego, może być to np. interfejs USB, RS-232C czy Ethernet, który odpowiada za przesłanie odczytanych danych do systemu IT.

Etykiety RFID dzieli się na dwie grupy: tagi aktywne i pasywne. Pierwsze z nich wyposażone są we własne źródło zasilania i stosunkowo dużą pamięć (od 32 do 64 KB). Mają też zastosowanie wszędzie tam, gdzie od etykiety RFID oczekuje się większej „inteligencji”, np. możliwości samodzielnego wykonywania operacji na danych, a nie tylko ich przesyłania. Takie etykiety wykorzystywane są zwykle w logistyce, żegludze towarowej czy transporcie lotniczym, gdzie przytwierdza się je do palet lub kontenerów. Mają one też zastosowanie przy transporcie materiałów sypkich, gdzie trzeba określić rodzaj towaru



FOT. 5
Przemysłowa drukarka etykiet Zebra ZT231

i sposób jego transportu, przyklejając odpowiedni tag do wagonu, kontenera, naczepy, silosu czy po prostu uwieszając go na big bagu. Mogą one rejestrować wówczas np. informacje o załadowanych lub wyładowanych z kontenerów workach, ilości dosypanego lub zsypanego z silosu towaru itp. Aktywne etykiety RFID pozwalają także na szyfrowanie transmisji, autoryzację i przydzielenie uprawnień pozwalających indywidualnie określić, które czytniki mogą wymieniać dane z jakimi etykietami.



FOT. 6
Drukarka do etykiet samoprzylepnych Honeywell PX940

W wypadku tagów pasywnych do ich zasilania wykorzystuje się zjawisko indukcji elektromagnetycznej. Energia na rozruch etykiety oraz do jej pracy przekazywana jest tutaj wprost z czytnika za pośrednictwem fali radiowej. Wysyłany przez czytnik sygnał indukuje w antenie nalepki przepływ prądu, który wystarcza do zasilenia urządzenia. Innymi słowy, antena w etykiecie pełni funkcję nie tylko nadajnika i odbiornika, ale również funkcję urządzenia dostarczającego mocy. W praktyce antena nigdy nie zasil

bezpośrednio układu etykiety RFID, ale najpierw ładuje umieszczony w tagu kondensator. Po jego naładowaniu uruchamiany jest układ elektroniczny etykiety i urządzenie może wysłać do czytnika zaprogramowaną wcześniej wiadomość lub np. zawartość swojej pamięci.

Większość etykiet ma również możliwość odbierania sygnałów, wówczas można jej przekazać także dane do zapamiętania. Informacje te pobierane są z tej samej wiązki fal radiowych, która uruchomiła pasywną etykietę RFID. Jak można się domyślić, operacja odczytu i zapisu w pasywnych etykietach RFID może się odbywać na niewielkich odległościach (maksymalnie do kilku metrów), jednak zwykle jest to kilkadziesiąt centymetrów. Możliwość przynajmniej jednokrotnej zmiany zawartości etykiety RFID jest również wskazana do jej trwałej dezaktywacji – po odpowiednim przeprogramowaniu nie będzie ona wówczas odpowiadać na wezwania czytnika lub będzie przysyłać np. ciąg zer. Najczęściej dezaktywacja etykiety polega jednak nie na wyzerowaniu danych, ale na wydaniu etykietce polecenia „kill”, które fizycznie uszkadza układ tagu.

Pasywne etykiety RFID są również bardzo trwałe i mogą, jeśli nie ulegną zewnętrznemu, mechanicznemu uszkodzeniu, pracować przez wiele lat. Szacuje się, że transpondery mogą być odczytywane kilka milionów razy. Ponadto cechują się bardzo niskim współczynnikiem błędów odczytu – kilkanaście razy niższym niż w przypadku kodów kreskowych. Pasywne tagi takie są też bardzo cienkie – ich grubość nie przekracza zwykle grubości kartki papieru. W przemyśle materiałów sypkich etykiety pasywne przykleja się zwykle na workach np. z cementem, zbożem, polimerami, surowcami chemicznymi, nawozami czy innego rodzaju konfekcjonowanymi materiałami sypkimi, co ułatwia logistykę i gospodarkę magazynową.

Ze względu na redukcję kosztów tagi pasywne wyposażone są w niewielką pamięć (rzędu 64 bajtów), pozwalającą na wysyłanie tylko zaprogramowanego uprzednio numeru ID (tzw. GUID). Najtańsze etykiety RFID kosztują zaledwie kilkanaście groszy, a najprostszy czytnik kilkaset złotych. Zakres temperaturowy pracy etykiet RFID mieści się w przedziale od -25°C do $+70^{\circ}\text{C}$, choć są również produkowane etykiety wytrzymałe na temperaturę rzędu 200°C .

W tym miejscu należy zwrócić uwagę na jeszcze jedną rzecz, a mianowicie znakowanie powierzchni metalowych. Jak wiadomo tego typu powierzchnie odbijają falę emitowaną przez czytnik RFID i powodują zakłócenia, z którymi nie radzą sobie standardowe tagi RFID. W celu pokonania tej przeszkody pro-



FOT. 7
Odczyt danych RFID z kontenera [ŹRÓDŁO: Nexess Solutions]

ducenci tagów stworzyli specjalne znaczniki RFID, w których zastosowano dodatkową warstwę materiału oddzielającą antenę RFID od metalowego obiektu, na którym jest zamontowany tag. Tego typu tagi wykorzystuje się do znakowania metalowych narzędzi chirurgicznych, narzędzi przemysłowych oraz zasobów IT, takich jak laptopy i serwery. Tagi RFID na metal mają także zastosowanie w przemyśle i produkcji, gdzie identyfikuje się metalowe półprodukty. Z racji tego, iż wiele metalowych obiektów oznaczonych RFID jest narażonych na wymagające warunki zewnętrzne, to również same tagi muszą być na nie odporne. Na rynku są dostępne znaczniki RFID, które są w stanie sprostać wysokim temperaturom, są wytrzymałe na uderzenia itp. [3]

DRUKARKI RFID

Drukarki RFID to po prostu standardowe drukarki etykiet, które oprócz wydruku są dodatkowo w stanie zaprogramować tag RFID. Innymi słowy, urządzenia te to czytnik RFID i drukarka połączone w jedną maszynę. Obecnie w tego typu drukarkach można kodować i zadrukowywać etykiety papierowe, foliowe jak i specjalne etykiety na metal. Należy jednak pamiętać, że wszelkie tagi RFID w obudowach przemysłowych muszą być kodowane ręcznie. Czytnik RFID wewnątrz drukarki służy jako koder i weryfikator dla wszystkich znaczników, które przechodzą przez jednostkę podczas odczytu. Koduje on znaczniki nowymi informacjami, a następnie czyta znaczniki przed ich zwolnieniem w celu sprawdzenia, czy tag zawiera prawidłowe, nowe informacje. Drukarki RFID drukują średnio około 20 etykiet na minutę w zależności od ustawionej prędkości drukowania i rozmiaru etykiety.

Koszt drukarki RFID jest stosunkowo wysoki. Przed zakupem drukarki do tagów RFID warto wziąć pod rozważę m.in. [3]:

- ilość czasu spędzanego na ręcznym kodowaniu tagów i koszty kodowania przez zewnętrzną firmę – koszty ręcznego kodowania wraz z kosztami błędów w skali roku mogą być zbliżone do kosztu zakupu drukarki;
- możliwości – może ona szybko kodować znaczniki, a także drukować czytelny numer, logo lub kod kreskowy na przedniej stronie znacznika. Ponadto jest o wiele bardziej dokładna niż tagowanie ręczne, które jest obciążone ryzykiem błędów ludzkiego.

CZYTNIKI KODÓW KRESKOWYCH

Na koniec kilka słów należy poświęcić czytnikom kodów. Skaner kodów kreskowych, 1D i 2D, to urządzenie umożliwiające odczytanie, zdekodowanie i przesłanie danych zapisanych w kodzie kreskowym. W typowych skanerach kod odczytywany jest techniką skanowania. Uformowane w ciekłą wiązkę laserowe światło (lub pochodzące z diody LED), przesuwa się wzdłuż czytanej kreski, oświetlając w danym momencie niewielki punkt kodu. Światło to jest odbijane przez jasne elementy kodu (przerwy), a pochłaniane przez jego ciemne elementy (kreski, pola). Światło odczytuje fotodioda, a odbite ono od przerwy powoduje powstanie w czytniku silniejszych sygnałów elektrycznych, natomiast w wyniku braku odbicia (kreski) powstają sygnały słabsze. W zależności od grubości kreski/przerwy różny jest też czas trwania poszczególnych sygnałów. Czas trwania każdego impulsu koduje informacje, które są tłumaczone przez dekodery czytnika na cyfry, litery lub inne znaki i przesyłane do komputera.

Coraz częściej do odczytu kodów wykorzystuje się matryce CCD, takie jak te, które stosowane są w smartfonach do robienia zdjęć. Tutaj odpowiednie oprogramowanie analizuje obraz i odczytuje zawartą w kodzie zapisaną tam informację. Coraz częściej do odczytywania kodów wykorzystuje się standardowe smartfony z odpowiednim oprogramowaniem, co pozwala obniżyć koszty, zwłaszcza jeśli odczytów dokonujemy sporadycznie. Co ciekawe, na rynku dostępnych jest bardzo wiele aplikacji mobilnych na smartfony służących do odczytywania kodów – począwszy od prostych darmowych, aż do zaawansowanych przemysłowych programów, które sprząc można z firmowym systemem IT. ■

LITERATURA

- [1] Materiały firmy Pol Speed Packaging.
- [2] Materiały firmy Conrad.
- [3] Materiały firmy IBCS Poland.

PRENUMERATA 2023

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

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



Zamów prenumeratę!
Tylko ona daje gwarancję
regularnego otrzymywania czasopisma.

FORMULARZ ZAMÓWIENIA PRENUMERATY

powder & bulk
MATERIAŁY SYPKIE I MASOWE

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

PRENUMERATĘ CHCĘ ROZPOCZAĆ OD NASTĘPNEGO NUMERU
(2/2023)

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:

NR	ZAMKNIĘCIE /UKAZANIE SIĘ	DODATKI TEMATYCZNE	TEMATY GŁÓWNE	TEMATY STAŁE
1	25.01.2023 / 01.02.2023	<ul style="list-style-type: none"> Automatyka i pomiary: <ul style="list-style-type: none"> aparatura kontrolna aparatura pomiarowa czujniki Hydraulika i pneumatyka Napędy, sterowanie, separatory <p>Dodatkowa dystrybucja na targach AUTOMATICON</p>	<ul style="list-style-type: none"> Transport pneumatyczny Opakowania i sprzęt opakowaniowy dla branży Sprzęt i badania laboratoryjne Przemysł chemiczny i farmaceutyczny Ceramika i metalurgia proszków Recykling, utylizacja, separacja (urządzenia i rozwiązania) Bezpieczeństwo sanitarne w zakładach produkcyjnych 	<p>TECHNIKA I TECHNOLOGIA:</p> <ul style="list-style-type: none"> maszyny i urządzenia do wytwarzania i przerobu materiałów sypkich (kruszywa, kopaliny, wapno, cement, żwir, piaski, sypkie produkty rolno-spożywcze, chemiczne, farmaceutyczne, tworzywa sztuczne itp.) mielenie, rozdrabnianie, granulowanie suszenie automatyka napędy, sterowanie aparatura kontrolno-pomiarowa
2	03.03.2023 / 10.03.2023	<ul style="list-style-type: none"> Filtracja, odpylanie, odkurzanie Środki ochrony indywidualnej, ATEX BHP i ppoż. Bezpieczeństwo sanitarne <p>Dodatkowa dystrybucja na targach AGROTECH</p>	<ul style="list-style-type: none"> Przemysł rolno-spożywczy (maszyny, urządzenia, rozwiązania dla branży) Recykling i utylizacja Gospodarka odpadami Finansowanie inwestycji i maszyn dla branży (kredyty, leasing itp.) 	<p>TRANSPORT, LOGISTYKA I MAGAZYNOWANIE:</p> <ul style="list-style-type: none"> silosy, magazyny, terminale urządzenia i technologie transportowe ważenie, dozowanie, pakowanie <p>GOSPODARKA:</p> <p>raporty branżowe wywiady i rozmowy z przedstawicielami instytucji branżowych statystyki, analizy imprezy i wydarzenia branżowe (targi, wystawy, seminaria, kongresy)</p>
3	05.04.2023 / 11.04.2023	<ul style="list-style-type: none"> Sita, przesiewacze, Rozdrabnianie, Kruszenie, Granulowanie <p>Dodatkowa dystrybucja na konferencji KRUSZYWA MINERALNE</p>	<ul style="list-style-type: none"> Sprzęt i pojazdy specjalistyczne Rozwiązania w przemyśle cementowo-wapienniczym – maszyny i urządzenia dla branży, transport Badania kruszyw Urządzenia i rozwiązania dla branży kruszyw Oleje, smary, płyny technologiczne do maszyn drogowo-budowlanych 	<p>BEZPIECZEŃSTWO PRACY:</p> <p>ochrona dróg oddechowych (maski, półmaski) ochrona pracowników (odzież ochronna) zabezpieczenia przeciwwybuchowe ATEX filtracja, wentylacja, odpylanie</p>
4	15.05.2023 / 22.05.2023	<ul style="list-style-type: none"> Młyny i procesy mielenia Urządzenia i systemy ważące i systemy ważąco-dozujące <p>Dodatkowa dystrybucja na targach PLASTPOL</p>	<ul style="list-style-type: none"> Przetwórstwo i recykling tworzyw sztucznych Produkty z tworzyw sztucznych Kompozyty i materiały kompozytowe – nowości w branży Innowacyjne technologie dla branży materiałów sypkich Technologie informatyczne dla branży materiałów sypkich 	<p>UTRZYMANIE RUCHU:</p> <p>oleje, smary, chłodziwa i płyny hydrauliczne do maszyn i urządzeń dla branży materiałów sypkich części zamienne oznakowanie maszyn i urządzeń</p>
5	21.06.2023 / 28.06.2023	<ul style="list-style-type: none"> Zabezpieczenia przeciwwybuchowe ATEX Urządzenia pracujące w strefach ATEX Utrzymanie ruchu w branży materiałów sypkich Szkolenia specjalistów 	<ul style="list-style-type: none"> Surowce energetyczne i nowoczesne technologie w branży Górnictwo podziemne i odkrywkowe (rozwiązania, technologie, maszyny) Części zamienne do maszyn i urządzeń w branży materiałów sypkich ATEX - przepisy, rozporządzenia, regulacje prawne, certyfikaty Smary i płyny hydrauliczne do maszyn i urządzeń w branży materiałów sypkich Biomasa - produkcja, zastosowanie 	<p>OCHRONA ŚRODOWISKA:</p> <p>recykling i utylizacja odpadów (maszyny, urządzenia, technologie) produkcja i wykorzystanie biomasy zagospodarowanie ubocznych produktów spalania</p>
6	04.09.2023 / 11.09.2023	<ul style="list-style-type: none"> Logistyka i magazynowanie materiałów sypkich (silosy, magazyny, big bagi, opakowania specjalne) <p>Dodatkowa dystrybucja na targach AGROSHOW</p>	<ul style="list-style-type: none"> Rozwiązania dla sypkich produktów spożywczych i rolniczych – suszenie (suszarnie) – pakowanie (urządzenia pakujące i opakowania, big bagi itp.) – ważenie i dozowanie Pasze, nawozy, granulaty Rozwiązania dla przemysłu spożywczego Recykling odpadów Zagospodarowanie odpadów i ups (technologie i urządzenia) 	<p>INFORMATYZACJA:</p> <p>oprogramowanie i systemy informatyczne w branży materiałów sypkich</p>
wydanie specjalne	10.2023	<p>Dystrybucja m.in. na targach SYMAS</p>	<p>Katalog produktów i usług dla branży materiałów sypkich</p>	
7	01.12.2023 / 08.12.2023	<ul style="list-style-type: none"> Transport materiałów sypkich (urządzenia, linie, instalacje) 	<ul style="list-style-type: none"> Podsumowanie roku w branży materiałów sypkich – realizacje i osiągnięcia firm z branży Maszyny i urządzenia przerobcze dla budownictwa i branży kruszyw Elementy, części zamienne oraz serwisowanie przenośników (m.in. taśmowych) Pojazdy i sprzęt specjalistyczny – maszyny budowlane 	

Wiemy, że szukasz wydajnych technologii
wydobycia oraz przetwarzania kruszyw i metali.

WYDAJNIE + BEZPIECZNIE

Ekonomicznie eksploatujesz zasoby naturalne,
jednocześnie dbając o bezpieczeństwo
pracowników i środowiska.



Usprawnij swoje procesy, korzystając z naszej kompleksowej oferty przyrządów pomiarowych, rozwiązań i usług:



Micropilot FMR6xB:
Sonda radarowa 80 GHz
z Heartbeat Technology podnosi
niezawodność i wiarygodność
pomiarów poziomych, także
w warunkach silnego zapylenia.



Solitrend MMP:
Radarowy czujnik wilgotności
o wyjątkowej wytrzymałości
i odporności na zużycie,
do minimum ogranicza
konieczność recalibracji.

**Netilion - Inventory
Management Solutions**

Netilion - Inventory Management
Solutions:
zarządzaj wygodnie bazą urządzeń
pomiarowych i zwiększ wydajność
procesu dzięki dostępowi 24/7.

Dowiedz się więcej
www.pl.endress.com/hutnictwo-i-kruszywa

Endress+Hauser 

People for Process Automation