

TEMAT NUMERU:
AUTOMATYZACJA,
BADANIA I POMIARY
strony 8-32



Pomiar wilgotności materiałów sypkich – s. 8

Sztuczna inteligencja już w polskich fabrykach – s. 23

Maszyny i urządzenia do separacji – s. 33-37

SYMAS[®]

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

29-30 września 2021, Kraków

MAINTENANCE

13. Międzynarodowe Targi Utrzymania Ruchu, Planowania i Optymalizacji Produkcji



jesteśmy członkiem:



Polska Izba
Przemysłu
Targowego



symas.krakow.pl / mtc.krakow.pl

5^{lat}
2
Targów w Krakowie

**Targi
w Krakowie**

**Z okazji zbliżających się
Świąt Wielkanocnych**

**składamy wszystkim naszym
Czytelnikom i Klientom
najlepsze życzenia.**

**Niech ten szczególny okres
będzie czasem
zadumy, wyciszenia,
wypoczynku
i prawdziwej radości.**

**Redakcja
Powder & Bulk**



**Przedsiębiorstwo Wdrażania Innowacji
Spółka Akcyjna**

Nasza oferta obejmuje również:

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

PL 41-500 Chorzów, ul. Zgrzebnicka 5

tel. 32 241 13 09 fax 32 247 48 94 kom. 601 701 188
www.inwet.eu e-mail: inwet@inwet.eu



Piasek, zaraz po wodzie, jest jednym z najczęściej pozyskiwanych zasobów naturalnych. To także składnik wielu przedmiotów i chemii użytkowej, takich jak pasta do zębów, urządzenia elektryczne, szkło czy ogniwa słoneczne. Oczywiście największa ilość surowca – nawet do 95% – jest stosowana w budownictwie. Roczne światowe wydobycie piasku przekracza 40 mld ton – to ponad 9 razy więcej niż ropy naftowej. Dlatego tak ważna jest dokładna kontrola jego wilgotności na każdym etapie produkcji. W artykule znajdują Państwo propozycję urządzeń do pomiaru wilgotności piasku.



Zakłady przemysłowe wielu sektorów przemysłu posiadają własne laboratoria na potrzeby kontroli jakości, jak i prac rozwojowych. Podczas przeprowadzanych doświadczeń, w tym procesów fizykochemicznych, powstaje ryzyko bezpośredniego kontaktu ze szkodliwymi pyłami, gazami i oparami substancji niebezpiecznych dla zdrowia pracowników. Muszą być one odpowiednio filtrowane i unieszkodliwiane, co stanowi wyzwanie dla skrojonych na miarę systemów wentylacji. Prawidłowo zaprojektowana i wykonana instalacja wentylacji zapewni bezpieczne i komfortowe środowisko pracy dla laborantów, jak i właściwą jakość powietrza otaczającego przedmiot badawczy.



Recykling jest specyficznym i nie-razem dość skomplikowanym procesem technologicznym. Wymaga specjalistycznych maszyn i urządzeń, które dopasowane są pod konkretnie przetwarzane produkty i odzyskiwane w tym procesie surowce wtórne. Inaczej przebiega recykling metali, a inaczej odpadów organicznych, drewna, kabli, tworzyw sztucznych i opon. Czy da się zatem usystematyzować maszyny wykorzystywane w procesie recyklingu?



Obecny krajowy system nie jest sprawny i nie sprzyja zamkniętemu obiegowi materiałów opakowaniowych, a wąskim gardłem z pewnością jest selektywne zbieranie odpadów z gospodarstw domowych do recyklingu. Rozważając różne aspekty modelu gospodarki opakowaniowej w obiegu zamkniętym, należy uwzględnić wiele zagadnień związanych z odpowiedzialnością określonych ogniw łańcucha opakowaniowego wraz ze sferą organizacyjną, prawną, ekonomiczną, technologiczną oraz produkcyjną.

SPIS TREŚCI

PRODUKTY	5
WYDARZENIA I AKTUALNOŚCI	6-7
TEMAT NUMERU: AUTOMATYZACJA, BADANIA I POMIARY:	
Pomiar wilgotności materiałów sypkich	8
Innowacyjne pomiary wilgotności piasku – większe bezpieczeństwo w produkcji betonu	12
RFnivo® 3000 – uniwersalny sygnalizator poziomu do „wszystkiego”	15
ARMSTRONG STEAM HARNESS – systemowe rozwiązanie dla przemysłu paszowego	16
e-spool flex - bezpieczne zwijanie przewodów do robotów przemysłowych Teach Pendant	18
Badanie gipsu budowlanego	19
Sztuczna inteligencja zarządza już ponad 40 fabrykami w Polsce	23
Instalacje wentylacji dla laboratoriów przemysłowych w portfolio firmy BART	25
Nowoczesny pomiar optyczny kilkakrotnie przyspiesza kontrolę granulacji i kształtu cząstek	28
Procedury metrologiczne	30
TECHNIKA I TECHNOLOGIA	
Magnezy STEINERT chronią przetwórcze urządzenia górnicze przed uszkodzeniami	33
Urządzenia do separacji – przegląd rynku	34-37
Rodzaje rusztowań i ich podział	50
OCHRONA ŚRODOWISKA	
Urządzenia i maszyny do recyklingu	38
Urządzenia do recyklingu – przegląd rynku	42
Model gospodarki opakowaniowej w obiegu zamkniętym	43
TRANSPORT I LOGISTYKA	
Transport pneumatyczny i nie tylko	47
Rozmowa z Romanem Warownym, członkiem zarządu i dyrektorem technicznym firmy WAKRO	
Zastosowanie złączek rurowych Eurac w transporcie pneumatycznym produktów sypkich	48
ROZMAITOŚCI	
Zapowiedź następnego wydania	53
Formularz prenumeraty	54

powder&bulk
MATERIAŁY SYPKIE I MASOWE

Redakcja:

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

Redaktor naczelna:

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

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

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

Dział sprzedaży reklam:

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

Prenumerata:

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

Wydawca:

Śląska Agencja Reklamowo-Dziennikarska

Zdjęcie na okładce:
UIBS Teamwork

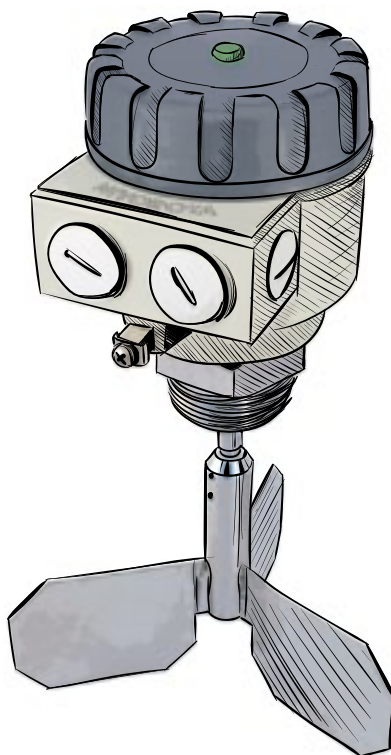
Wszystkie nazwy handlowe i towarów, występujące w niniejszej publikacji, są znakami towarowymi zastrzeżonymi lub nazwami zastrzeżonymi odpowiednich firm ośnośnych właścicieli i zostały zamieszczone wyłącznie celem identyfikacji. Wszelkie prawa zastrzeżone. Przedruk materiałów wyłącznie za zgodą redakcji.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

NIVOROTA – wirnikowy sygnalizator poziomu

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

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

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



CECHY:

- sygnalizacja poziomu materiałów sypkich;
- wersje przedłużone linowe lub prętowe do 3 m;
- automatyczne wyłączenie silnika;
- wykonanie wysokotemperaturowe;
- IP67;
- wykonanie Ex pyłowe;
- moment obrotowy niezależny od napięcia zasilania;
- zbyt niskie napięcie zasilania sygnalizowane migającą LED.

ZASTOSOWANIA:

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

www.nivelco.com

Cardox skutecznie czyści silosy ze stwardniałego popiołu

W firmie Outotec w porcie w Kingston upon Hull w Anglii, zakładzie wytwarzającym energię z biomasy, z powodu wycieku woda przedostała się do popiołu w silosie, co w połączeniu z kilkumiesięcznym okresem jego nieopróżniania spowodowało powstanie w nim zestalonego materiału. Ze względu na duże doświadczenie spółki Cardox International w oczyszczaniu



zbiorników w różnych przedsiębiorstwach specjalizujących się w wytwarzaniu energii z odpadów firma Outotec zdecydowała się na skorzystanie właśnie z jej usług.

Silos był w 100% wypełniony popiołem lotnym, który w wyniku połączenia z wodą zestalił się w całym jego wnętrzu. Spółka Cardox International zastosowała 12 rur z bezogniowymi nabojniami, które zostały wprowadzone do silosu przez specjalne gniazda zamontowane w jego ścianie, i skutecznie usunęła z niego ok. 200 t materiału, skruszonego wcześniej przez nabojnice systemu Cardox.

Przypominamy, że oryginalny system Cardox jest dostępny w Polsce w firmie Endeco w Katowicach.

www.endeco.pl

PROORGANIKA

JACOB

OFERUJEMY:

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



PROORGANIKA Sp. z o.o.

ul. Rogatkowa 34A, 04-773 Warszawa
tel.: +48 22 12 34 435, fax: +48 22 12 34 437
proorganika@proorganika.com.pl
www.proorganika.com.pl

Trwają przygotowania do Targów SYMAS®/MAINTENANCE i KOMPOZYT-EXPO®



6 bloków tematycznych, kilkunastu prelegentów-ekspertów z branży, dwa dni fachowej wiedzy i wirtualnych rozmów ze specjalistami – tak w skrócie zapowiada się konferencja SYMAS®/MAINTENANCE Virtual Talks, organizowana przez Targi w Krakowie oraz magazyn Powder & Bulk. Wydarzenie odbędzie się 14–15 kwietnia.

Spotkania branżowe (na razie) tylko wirtualnie

Nadal nie wiadomo kiedy zostanie zniesiony zakaz organizowania wydarzeń targowo-konferencyjnych w tradycyjnej formie, dlatego Targi w Krakowie od kilku miesięcy wychodzą naprzeciw potrzebom swoich klientów i organizują konferencje online. Po sukcesach takich wydarzeń, jak Packaging ON novations (dla branży opakowań) czy CLICK-WATCH-TALK KOMPOZYT-EXPO® przyszedł czas na pierwsze spotkanie dla branży materiałów sypkich i masowych oraz działów utrzymania ruchu. Dwudniowe wydarzenie zapowiada się bardzo interesująco.



Dla każdego coś ciekawego

Formuła konferencji przypomina tradycyjne spotkania w EXPO Kraków podczas znanych od lat wydarzeń: „Nowoczesne Technologie w Branży Materiałów Sypkich i Masowych” czy „Jesienna Szkoła Utrzymania Ruchu”. Z tą różnicą, że zamiast networkingu, który odbywał się podczas przerw kawowych i odwiedzania stoisk wystawców, pytania będzie można zadawać na czacie w czasie trwania prelekcji. Przygotowywany przez organizatorów program niesie ze sobą wiele ciekawych zagadnień, by każda osoba pracująca na co dzień w przemyśle mogła znaleźć temat dopasowany dla siebie i swoich potrzeb.



Pierwszego dnia omówione zostaną następujące tematy: bezpieczeństwo procesowe, magazynowanie i logistyka oraz rozwiązania i urządzenia do kruszenia, mielenia, granulowania, separacji i przesiewania, czyli wszystkie kluczowe zagadnienia dla branży materiałów sypkich i masowych. Zaproszeni przez organizatorów eksperci – dr hab. inż. Jan Sidor z Akademii Górniczo-Hutniczej w Krakowie oraz dr inż. Przemysław Dominiczak – twórca firmy e-engineer i pracownik naukowy Politechniki Gdańskiej – rozpoczną prezentacje w poszczególnych blokach tematycznych. Kolejne merytoryczne wystąpienia o najciekawszych realizacjach potwierdził już m.in. specjaliści z Grupy Wolff i firmy MESCO Sp. z o.o.

Drugi dzień konferencji odbędzie się pod hasłem „Utrzymaj się w Ruchu” i podczas niego uwaga skupi się na trzech istotnych aspektach, tj.: efektywności energetycznej w utrzymaniu ruchu, redukcji kosztów utrzymania ruchu oraz modernizacji oświetlenia w zakładach przemysłowych. W tych tematach wypowiedzą się m.in.: Wojciech Halkiewicz z firmy 7Bar Sp. z o.o., ekspert z NORD Napędy, przedstawiciel firmy TheusLED oraz specjaliści z BP Techem SA.

Tradycyjne targi już we wrześniu

Rozpoczęły się także przygotowania do zaplanowanych na 29–30 września 13. Targów SYMAS® i MAINTENANCE. Organizatorzy zachęcają do skorzystania z przygotowanej na ten rok wyjątkowej oferty wystawienniczej. Połączenie sił z 11. edycją Międzynarodowych Targów Materiałów, Technologii i Wyrobów Kompozytowych KOMPOZYT-EXPO® stanowi dodatkową szansę na pozyskanie nowych, cennych kontaktów. Współpraca zaowocuje bogatszą ofertą wystawców, szerszym zakresem branżowym odwiedzających i większą liczbą wydarzeń towarzyszących.

www.symas.krakow.pl/pl/virtual-talks



Spotkajmy się w wirtualnej rzeczywistości!

W dniach 13–14 maja br. odbędzie się II Międzynarodowe Forum Czystości Technologicznej i EXPO. Tym razem organizatorzy zapraszają na nie w formie wirtualnej! Podczas dwudniowego forum specjaliści z branży produkcyjnej, inżynierowie procesu, managerowie działów i dyrektorzy produkcji spotkają się z dostawcami maszyn, usług i technologii, które służą zapewnieniu czystości technicznej zgodnie z wymaganiami norm VDA 19 i ISO 16232 w procesie produkcji i montażu. Spotkania podczas dwóch dni forum odbywać się będą w formie prezentacji najnowszych technologii i innowacyjnych rozwiązań, w ramach



PARTS4ASSEMBLY®

Technical Cleanliness Forum & EXPO

paneli tematycznych, które prowadzą partnerzy branżowi forum, eksperci w swoich dziedzinach. Forum to przede wszystkim okazja do zdobycia know-how od ekspertów na bazie już zrealizowanych projektów.

Czystość techniczna komponentów zgodnie z wymaganiami norm VDA 19 i ISO 16232 to obecnie jeden z najważniejszych tematów w firmach produkujących części dla branży samochodowej i lotniczej. Wprowadzenie jej i utrzymanie w procesie produkcyjnym stanowi nie lada wyzwanie.

Nie tylko proces gratowania i mycia mają wpływ na ostateczny poziom czystości technicznej komponentów, które są dostarczane na montaż finalny. Kluczowe znaczenie ma również poziom czystości pomieszczenia w jakim odbywa się produkcja tych komponentów oraz zastosowane opakowania i środki zabezpieczające przed ich ponownym zabrudzeniem.

Laboratorium oraz zagadnienia związane z kontrolą czystości technicznej zgodnie z VDA 19 i ISO 16232 dopełniają całość, dając możliwość uzyskania odpowiedzi na praktycznie każde pytanie w jednym miejscu, podczas dwóch dni spotkania. Dlatego organizatorzy (Parts4Cleaning Poland Sp. z o.o. Sp. k.) już dziś zapraszają do rejestracji.



www.parts4cleaning.eu

www.technical-cleanliness-forum.com

**14-15
kwietnia
2021**

SYMAS®/MAINTENANCE Virtual Talks

wydarzenie online

**Targi
w Krakowie**

**EXPO
KRAKOW**

powder.bulk
MATERIAŁY SYPNE I MASOWE

**więcej na:
www.symas.krakow.pl**



Pomiar wilgotności materiałów sypkich

Wilgotność to szeroko rozumiany parametr fizykochemiczny dotyczący praktycznie każdego materiału sypkiego. Obejmuje on zarówno wilgotność właściwą, określającą procentową, fizyczną zawartość masy wody do masy wilgotnego materiału, jak i wodę związaną chemicznie, w sposób odwracalny, w strukturze materiału.

dr inż. Marcin Bieńkowski

Znajomość zawartości wody w materiale sypkim jest ważna z wielu powodów. Przede wszystkim wpływa ona na jakość przechowywanego w dłuższym okresie materiału (np. zboża czy cementu), powoduje też zmianę jego właściwości (w tym płynięcia), co jest szczególnie istotne ze względu na jego transport, a także decyduje o przydatności materiału do dalszych procesów technologicznych.

Warto w tym miejscu podkreślić, że wszędzie tam, gdzie najmniejsza zmiana wilgotności materiału sypkiego wpływa w jakikolwiek sposób na dalsze jego przetwarzanie czy przechowywanie, a co za tym idzie podnosi koszty produkcji poprzez wydłużenie procesu suszenia, dodawania wody, dodatkowego zużycia energii czy większej masy produktu, konieczna jest kontrola wilgotności. Co więcej, w wypadku materiałów budowlanych – ze względu na dalsze procesy technologiczne – pomiary wilgotności są na tyle istotne, że są jednym z najczęściej wykonywanych badań.

WILGOTNOŚĆ MATERIAŁÓW

Pod pojęciem wilgotności materiału rozumie się zazwyczaj względną zawartość wody w materiale. Woda ta znajduje się w nim może w sposób naturalny lub w wyniku oddziaływania czynników zewnętrznych i związana jest w nim na sposób chemiczny, fizykochemiczny lub fizykomechaniczny. Warto zwrócić uwagę na fakt, że przez wilgotność materiału zazwyczaj rozumie się zawartą w nim wodę związaną fizykochemicznie oraz fizykomechanicznie. Wynika to z faktu, że woda związana chemicznie znajduje się w strukturze materiału w ścisłych stosunkach ilościowych i jest trudna do uwzględnienia przy określaniu jego wilgotności. Oddzielić ją można tylko przez prażenie w odpowiednio wysokiej temperaturze (zależnej od składu chemicznego materiału) lub na drodze reakcji chemicznych.

Woda związana fizykochemicznie występuje zazwyczaj na rozwinętej powierzchni porów i kapilar materiału sypkiego lub w porach ziaren zbóż. Zjawisko to związane jest z istnieniem sił van der Waalsa (przyciąganie międzycząsteczkowe), odpowiedzialnych za adsorpcję cząsteczek wody zawartych w powietrzu, które to znajdują się w pobliżu powierzchni ciała stałego. Woda

związana fizykochemicznie nazywana jest inaczej wodą sorpcyjną lub błonkową.

Ostatni rodzaj wilgotności, czyli woda związana fizykomechanicznie, to z kolei woda, która całkowicie wypełniła makropory i duże pory materiału sypkiego. Takie wypełnienie może nastąpić jedynie w drodze bezpośredniego styku materiału z wodą (np. materiał wystawiony jest na działanie opadów atmosferycznych). W tym wypadku za związanie wody w materiale odpowiadają siły kapilarne.

Przy pomiarach wilgotności bardzo często używa się pojęcia wilgotności masowej W_m (lub U_m) wyrażonej w %. Wartość ta wyrażana jest stosunkiem procentowym masy wody zawartej w badanym materiale do jego masy w stanie suchym [1,2].

$$W_m = \frac{m_w - m_s}{m_s} \cdot 100\% = \frac{m_{wody}}{m_s} \cdot 100\%$$

gdzie:

W_m – wilgotność masowa [%];

m_w – masa próbki wilgotnej [kg, g];

m_s – masa próbki po wysuszeniu

w temperaturze 105°C do stałej masy [kg, g];

m_{wody} – masa wody w próbce [kg, g].

Dodatkowo oznaczana jest również wilgotność objętościowa w postaci procentowego stosunku objętości wody w badanym materiale do objętości materiału [2].

$$W_o = \frac{\frac{m_w - m_s}{\rho_w}}{\frac{m_s}{\rho_o}} \cdot 100\%$$

gdzie:

W_o – wilgotność objętościowa [%];

m_w – masa próbki wilgotnej [kg, g];

m_s – masa próbki o wysuszenia do masy stałej [kg, g];

ρ_o – gęstość objętościowa danego materiału [g/cm^3];

ρ_w – gęstość wody [kg/dm^3 , g/cm^3].

Warto podkreślić, że wilgotność masowa w sposób jednoznaczny nie wskazuje, jaka jest ilość wody w badanym materiale. Z tego też powodu przelicza się ją dość często na wilgotność objętościową.

BADANIA WILGOTNOŚCI

Metody badań wilgotności materiałów można podzielić na takie, w których pomiar odbywa się w sposób bezpośredni lub pośredni. Pomiar bezpośredni to pomiar, którego wynik otrzymuje się na podstawie bezpośredniego wskazania narzędzia pomiarowego, wywzorcowanego w jednostkach

miary mierzonej wielkości. Pomiar pośredni z kolei jest pomiarem, którego wynik otrzymuje się na podstawie bezpośredniego pomiaru innych wielkości, opierając się na znanej zależności między tymi wielkościami a wielkością mierzoną. Do metod bezpośrednich zalicza się jedynie metodę laboratoryjną (wagowosuszkarkową, o której za chwilę). W badaniach wilgotności stosuje się również szereg metod pośrednich, wykorzystujących właściwości fizyczne i chemiczne wody zawartej w materiale [2].

W wypadku pomiarów wilgotności materiałów sypkich wykorzystuje się cztery główne metody pomiarowe. Są to:

- metoda mikrofalowa;
- neutronowa;
- z wykorzystaniem podczerwieni;
- pojemnościowa.

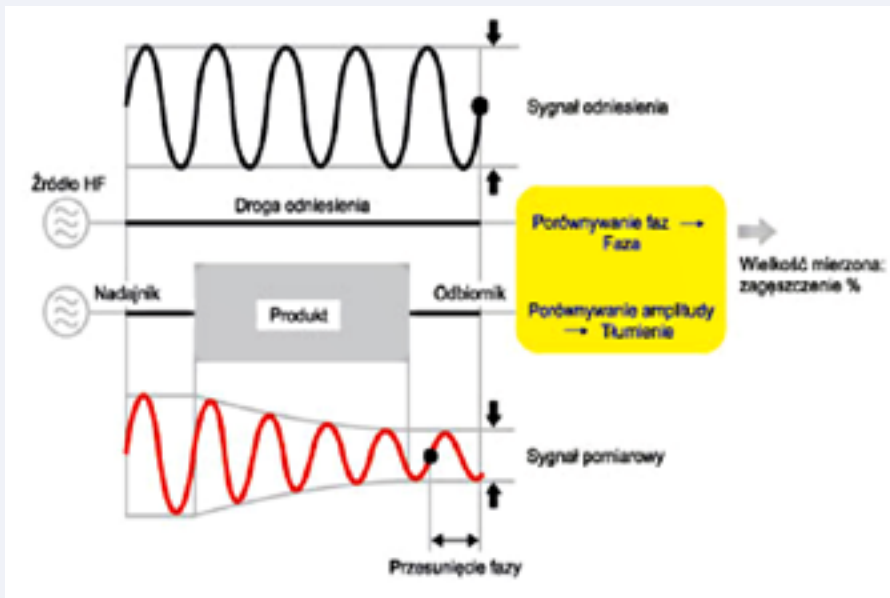


FOT. 1

Meskon M-2 Sens – czujnik mikrofalowy umożliwiający pomiar poziomu wilgotności materiałów sypkich

METODA MIKROFALOWA

Mikrofalowy pomiar wilgotności to metoda zaliczana do metod bezkontaktowych. Stosowana jest w wypadku pomiarów wilgotności materiałów sypkich, które nie przewodzą prądu elektrycznego. Metodą tą można zatem mierzyć wilgotność węgla, wapna, kruszyw, trocin, zboża itp., a nie nadaje się ona z kolei do pomiaru wilgotności koksu, grafitu czy sadzy. W przemysłowych higrometrach mikrofalowych wykorzystuje się mikrofałę o częstotliwości od 3 do 30 GHz. Układ pomiarowy składa się z jednostki sterującej, anteny nadawczej i odbiorczej oraz przewodów łączących anteny z jednostką sterującą.



RYS. 1

Zmiany właściwości mikrofal przechodzących przez materiał sypki [ŹRÓDŁO: Introl]

Sygnał mikrofalowy emitowany przez antenę nadawczą przenika przez produkt i dociera do anteny odbiorczej. W trakcie przenikania mikrofal przez mierzony materiał mamy do czynienia z dwoma zjawiskami – tłumieniem i przesunięciem fazowym nadawanego sygnału. Do tego pomiaru najczęściej wykorzystywane jest zjawisko przesunięcia fazowego. Zdarzają się jednak przypadki, kiedy aparatura pomiarowa korzysta ze zjawiska tłumienia. Ma to miejsce podczas pomiarów wilgotności materiałów o dużej zawartości soli. W praktyce pomiarowo-przemysłowej bardzo rzadko spotyka się systemy, w których aparatura pomiarowa wykorzystuje oba zjawiska jednocześnie.

Metoda mikrofalowego przesunięcia fazowego jest znacznie bardziej dokładna w porównaniu z metodą wykorzystującą do pomiaru zjawisko tłumienia. Można bez problemu za jej pomocą mierzyć wilgotność w warunkach, w których nie da się zapewnić stałej geometrii pomiaru (czego wymaga metoda tłumienia), np. w wypadku materiału transportowanego na przenośniku taśmowym. Pomiar fazowy jest też mniej wrażliwy na takie czynniki zewnętrzne, jak temperatura materiału, wspomniana zawartość soli (przewodnictwo elektrolityczne) oraz wielkość granulacji.

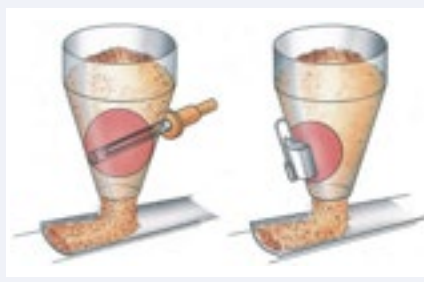
Warto tu wspomnieć, że pomiar mikrofalowy sprawdza się tylko w przypadku materiału homogenicznego o stałej granulacji i – co najważniejsze – dla zawsze stałej grubości warstwy nasypowej. Jest to niezwykle trudne do osiągnięcia w warunkach przemysłu, dlatego często do układu dołącza się pojemnik ze źródłem izotopowym Cs-137 oraz detektor promieniowania gamma. Jest to tzw. izotopowa kompensacja grubości warstwy nasypowej na taśmociągu. Typowym miejscem

aplikacji systemu pomiarowego jest taśmociąg z pasem transmisyjnym, wykonanym z materiału nieprzewodzącego, najczęściej z gumy. Kolejnym rozwiązaniem jest zsyg grawitacyjny lub lej zbiornika z odpowiednimi wziernikami wykonanymi z materiału nieprzewodzącego (np. teflonu lub ceramiki [3]).

Pomiar z wykorzystaniem wilgotnościomierza mikrofalowego ma wiele przydatnych zalet, ale nie jest to metoda uniwersalna. Możliwość prowadzenia bezkontaktowego pomiaru *online*, z dobrą dokładnością, wynoszącą nawet 0,2%, to niewątpliwie istotna zaleta pomiarów mikrofalowych. Należy jednak pamiętać o sporych ograniczeniach tej metody, jak choćby wymogi zachowania granulacji maksymalnej, wynoszącej 50 mm, mierzalny materiał musi być nieprzewodzący, a wilgotność w postaci lodu jest niemierzalna [3].

POMIAR NEUTRONOWY

Neutronowe metody pomiaru wilgotności bazują na pomiarze szybkich neutronów, które spowalniane są przez atomy wodoru tworzące cząsteczki wody. Neutrony szybkie, przechodząc przez mierzony materiał zawierający w sobie cząstki wody, zderzają się z jądrem wodoru i tracą ok. 50% swojej



RYS. 2

Neutronowy pomiar wilgotności za pomocą sondy Introl LB350



FOT. 2

Mikrofalowa kontrola wilgotności węgla opałowego [ŹRÓDŁO: MoistTech]

energii kinetycznej, stając się neutronami spowolnionymi (tzw. termicznymi). Na skutek rozproszenia neutronów wokół źródła neutronów szybkich powstaje chmura neutronów termicznych, których gęstość maleje wraz z rosnącą odległością. Im większa jest zawartość wodoru (wody) w mierzonym materiale, tym większa jest gęstość neutronów wolnych (termicznych) wokół sondy pomiarowej. Wielkość wilgotności materiału jest proporcjonalna do objętościowej zawartości wodoru. Na „hamowanie” wodoru nie ma wpływu temperatura, ciśnienie, wartość pH czy granulacja. Należy jednak pamiętać, że elementem zakłócającym pomiar mogą być atomy wodoru zawarte w wewnętrznej strukturze mierzonego materiału, dlatego może być ona stosowana jedynie do pomiaru wilgotności materiałów niezawierających atomów wodoru. Najczęściej neutronową metodę pomiaru wilgotności stosuje się w pomiarze wilgotności koksu, piasku i rudy żelaza [3].

Jeśli chodzi o układ pomiarowy, to składa się on z nadajnika neutronów szybkich i odbiornika mierzącego gęstość neutronów termicznych (wolnych). Źródło neutronowe i detektor są zazwyczaj umieszczone w jednej obudowie i tworzą sondę pomiarową. Mikroprocesorowy sterownik układu pomiarowego przelicza następnie uzyskane rezultaty bezpośrednio na wilgotność mierzonego materiału. Podobnie jak w przypadku wilgotnościomierza mikrofalowego, do kompensacji zmian ciężaru nasypowego materiału zaleca się zastosowanie pomiaru gęstości używając źródła Cs-137 oraz detektora promieniowania gamma.

Warunkiem koniecznym uzyskania satysfakcjonujących wyników pomiarowych jest zapewnienie sondzie ze źródłem neutro-

nów szybkich „kuli pomiarowej”, czyli sfery z materiału o średnicy minimum 1 m. Sonda ze źródłem stanowi środek sfery. Mierniki neutronowe wykorzystywane są do bezkontaktowego pomiaru wilgotności w trudnych warunkach przemysłu ciężkiego, hutnictwa, energetyki czy przemysłu chemicznego. Z uwagi na to, że metody te wykorzystują źródła izotopowe, ich stosowanie jest zawężone do określonych typów aplikacji [3].

POMIARY BAZUJĄCE NA PODCZERWIENI

Kolejnymi bezkontaktowymi metodami pomiaru wilgotności są metody bazujące na pochłanianiu przez mierzony materiał sypki promieniowania podczerwonego, zazwyczaj w bliskiej podczerwieni (NIR – *Near InfraRed*). Metody te sprawdzają się m.in. w wypadku pomiaru wilgotności biomasy, tytoniu, węgla, rudy cynku, żelaza, miedzi, papieru, tektury, kartonu czy produktów spożywczych i wykorzystywane są do pomiarów wilgotności składników podawanych bezpośrednio do procesu produkcji oraz do kontroli jakości gotowego wyrobu. Bardzo często z wilgotnościomierzami IR spotkać się można również na liniach technologicznych związanych z procesami suszenia.

Promieniowanie podczerwone oddziałuje z materiałami sypkimi na trzy sposoby: jest przepuszczane, pochłaniane i odbijane. W przypadku warstw o grubościach większych niż kilka milimetrów można przyjąć, że występuje tylko pochłanianie i odbijanie promieniowania, a obie wielkości są ze sobą ściśle powiązane. Fale podczerwone o pewnych długościach są silnie pochłaniane przez materiały zawierające określone wiązania chemiczne: O-H występujące w wodzie, C-H występujące w tłuszczach oraz N-H występujące w białkach. Częstotki wody najsilniej pochłaniają fale o długościach 1900 nm oraz 1400 nm. Zmierzenie ilości promieniowania pochłoniętego nie jest możliwe, więc podczas pomiaru wykorzystuje się informacje o ilości promieniowania odbitego. Znając wielkość odbitego promieniowania podczerwonego oraz własności materiału (zależność między pochłanianiem i odbiciem), można określić zawartość wody w produkcie, czyli jego wilgotność [4].

Urządzenie do pomiarów w podczerwieni kieruje wiązkę pomiarową ze źródła w stronę powierzchni mierzonego materiału, który odbija część promieniowania zależną od wilgotności. Odbite promieniowanie trafia na paraboliczne zwierciadło, kierujące je do detektora. Procesor sygnałowy przetwarza otrzymane dane, podając wilgotność przemieszczającego się na taśmie produktu. Technologia NIR zapewnia wysoką dokład-

ność, powtarzalność i stabilność pomiarów. W typowych aplikacjach uzyskuje się dokładność sięgającą $\pm 0,1\%$.

Mierniki NIR są stosowane przede wszystkim do ciągłego pomiaru wilgotności produktów sypkich w różnych postaciach: proszków, granulek, płatków, kryształków, bryłek, liści, wiórów, ścinków itp. Produkty takie mogą być transportowane za pomocą różnego typu przenośników: taśmowych, zgrzeblowych czy ślimakowych. W przemyśle spotyka się także produkty w postaci płyt, arkuszy, taśm i wstęg lub porcji, które przemieszczają się na specjalnych przenośnikach rolkowych, linkowych lub ślizgowych. W tych przypadkach miernik jest montowany stacjonarnie (mierzy wilgotność w jednym, specyficznym miejscu) lub na ruchomym ramieniu (skanowanie wilgotności na całej szerokości taśmy) [4].



FOT. 3

Pomiar wilgotności piasku metoda pojemnościowa [źródło: Mutec Instruments]

METODY POJEMNOŚCIOWE

Jedną z najczęściej wykorzystywanych metod pomiaru wilgotności materiałów sypkich jest kontaktowy pomiar pojemnościowy. Metoda ta może być stosowana do pomiarów ciągłych dla większości materiałów sypkich, które transportowane są różnego rodzaju przenośnikami. Co ważne, mierzony materiał może tutaj przesuwany się po czujniku np. w różnego rodzaju silosach czy zspach grawitacyjnych lub czujnik może przesuwany się po materiale. Dzięki temu bardzo łatwo można zmierzyć w czasie rzeczywistym wilgotność materiałów transportowanych taśmociągami – wystarczy przygotować odpowiednią konstrukcję komórki pomiarowej (np. montując do czujnika płozy prowadzące). Co więcej, mierzony materiał sypki może przemieszczać się nawet z bardzo dużą prędkością. Mierniki pojemnościowe bazują na pomiarze stałej dielektrycznej materiałów sypkich, która określa wilgotność materiału. Jest to najprostsza, ekonomiczna metoda stosowana dla pomiarów wilgotności piasku, piasku kwarcowego, wapna, żwiru, rud, osadu ściekowego, zbóż, kruszywa do betonu, biomasy (trociny, słoma, zrębki), ryżu, gipsu, gliny itp., które pro-

wadzone są w czasie rzeczywistym. Wyjście sygnałowe może być skalibrowane na procentowy udział wody w materiale lub też na zawartość suchej masy. W zależności od rodzaju materiału i jego właściwości głębokość pomiaru kształtuje się od ok. 100 mm do 150 mm w głąb materiału. Oznacza to, że pomiar odbywa się jednocześnie zarówno na powierzchni materiału, jak również w jego wnętrzu [3].

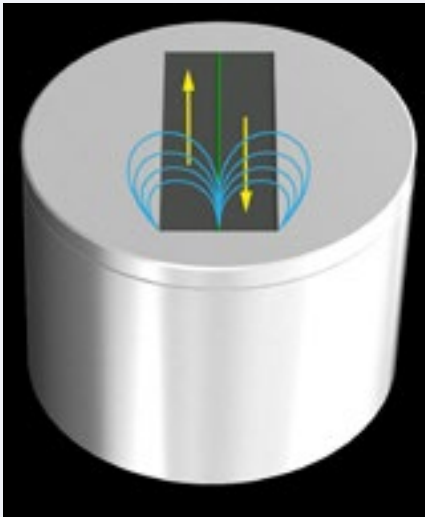
Czujniki wykonane są z wysokiej jakości stali i ceramiki, przez co są bardzo wytrzymałe. Są one przeznaczone do najtrudniejszych miejsc pomiarowych, mogą być instalowane w istniejących miejscach transportu materiału. Ponadto pomiar ten jest niewrażliwy na zmiany barwy czy pH materiału, zawarte w nim minerały lub też zawartość soli. Konstrukcja czujnika jest niewrażliwa na uderzenia, wodę, a nawet na silne wibracje. Czujniki te są bardzo proste i bezproblemowe w obsłudze, bowiem w większości mierzonych materiałów wystarczy jednorazowa kalibracja, bez konieczności kalibracji okresowej. Nie bez znaczenia jest również to, że za pomocą wysokoczęstotliwościowego czujnika pojemnościowego możemy określać i kontrolować wilgotność produktu w całym zakresie od 0 do 100% [3].

Pojemnościowy system pomiarowy można połączyć bezpośrednio z systemem automatyki przemysłowej, który steruje daną linią. Dzięki temu proces technologiczny może być w prosty sposób regulowany w oparciu o dane związane z zawartością wody w surowcu. Wadą tego typu systemów są ograniczenia związane z granulacją materiałów do ok. 8–10 mm i minimalną grubością warstwy nasypowej na przenośniku – zwykle jest to ok. 4–5 cm. Istotnym ograniczeniem jest też brak możliwości pomiaru, gdy w mierzonym materiale znajdują się kryształki lodu, przekłamujące wskazania miernika. W praktyce systemu nie można stosować w temperaturach poniżej 3–4°C. Systemy pojemnościowe stosuje się m.in. w branży spożywczej, przemyśle betoniarским, gipsowym i chemicznym.

INNE METODY POMIARU

Wśród innych, rzadziej spotykanych metod pomiaru wilgotności materiałów sypkich warto wymienić metodę refraktometrii radarowej. Impulsy emitowane przez nadajnik radarowy rozchodzą się z prędkością bliską prędkości światła (tzw. metoda refraktometrii czasowej TDR). Sonda dokonuje pomiarów kolejnych przekrojów materiału, warstwa po warstwie, prostopadłe do powierzchni sondy, podobnie jak np. tomograf komputerowy. W metodzie tej sonda o określonym polu pomiarowym zapewnia dokładny pomiar,

nawet w przypadku materiałów niejednorodnych lub materiałów sypkich o zmiennej granulacji. Mechaniczny stan powierzchni sondy nie ma wpływu na pomiar w płaszczyźnie prostopadłej do jej powierzchni, tzn. okresowe i nieuniknione zużycie ściernie nie powoduje fałszowania wartości pomiarowych. Określone pole pomiarowe umożliwia również dokładny pomiar w aplikacjach, gdzie grubość warstwy materiału jest niewielka lub ulega zmianom. Zapewnia to wysoką elastyczność zastosowań w trudnych warunkach [5].



RYS. 3

Zasada działania czujnika refraktometrii radarowej

[Źródło: Endress+Hauser]

Drugą z niewymienionych wcześniej metod pomiaru wilgotności jest metoda rezystancyjna. Najczęściej wykorzystuje się ją w pomiarach wilgotności drewna, gleby oraz zboża. Ta metoda pomiaru bazuje na

ZALETY REFRAKTOMETRII RADAROWEJ:

- łatwy pomiar wilgotności piasku, żwiru i grys o ziarnistości do 32 mm oraz innych kruszyw;
- preinstalowane krzywe kalibracyjne dla wszystkich typowych kruszyw. Możliwa kalibracja z użyciem nietypowych materiałów;
- długa trwałość i stabilność pracy, nawet w trudnych warunkach środowiskowych;
- zużycie ściernie nie powoduje konieczności powtórnej kalibracji czujnika.

Źródło: Endress+Hauser

określeniu rezystancji pomiędzy dwoma wetkniętymi w mierzony materiał elektrodami. Ponieważ przewodnictwo mierzonego materiału zależy w dużym stopniu od temperatury otoczenia, nowoczesne przyrządy pomiarowe wyposaża się w sondę temperaturową, którą również należy umieścić w mierzonym materiale. Na podstawie jej wskazań mikroprocesor przyrządu pomiarowego może skompensować uzyskany wynik wilgotności.

Najprostszą i najstarszą metodą pomiarów wilgotności jest metoda termograwimetryczna, zwana też niekiedy metodą suszarkową. W metodzie tej pobiera się próbkę materiału, waży ją, a następnie suszy. Pomiar masy suchego materiału pozwala następnie wyznaczyć masę wody, która odparowała, co z kolei umożliwia określenie wilgotności. Obecnie do pomiarów metodą termogravimetryczną wykorzystuje się zazwyczaj dwufunkcyjne urządzenia zwane wagosuszarkami. Wagosuszarka składa się z precyzyjnej wagi laboratoryjnej oraz połączonej z nią komory suszenia, zapewniającej stabilną temperaturę suszenia podczas pomiaru.

Trzeba jednak pamiętać, że w metodach termogravimetrycznych nie tylko woda odparowuje podczas ogrzewania próbki.

„Ulatniają się” również tłuszcze, substancje aromatyczne, rozpuszczalniki organiczne, dodatki chemiczne oraz inne składniki, które mogą powstać w wyniku rozkładu termicznego badanego materiału. Tak więc zmierzona wilgotność próbki zawiera w sobie wszystkie odparowane składniki podczas jej ogrzewania.

Warto zauważyć, że nie ma możliwości określenia ubytku czystej wody w stosunku do ubytku innych składników. Należy przy tym jednak zaznaczyć, że decydujące znaczenie ma w tym wypadku temperatura suszenia. Jeśli jest zbyt wysoka, to powoduje ona niezamierzony ubytek innych składników. W procesach suszenia powszechnie stosowany jest termin „woda wolna”, czyli taka, która usuwana jest z próbki w temperaturze 105°C. Metody termogravimetryczne nie nadają się jednak do pomiaru wilgotności wszystkich materiałów i są kłopotliwe w implementacji bezpośrednio na linii produkcyjnej.

LITERATURA:

- [1] Krzysztof Kamiński, *Wilgotność higroskopijna podstawą diagnostyki stanu zawilgocenia przegrody budowlanej*, Materiały Budowlane 3/2014.
- [2] Maciej Trochonowicz, *Wilgoć w obiektach budowlanych. Problematyka badań wilgotnościowych*, Budownictwo i Architektura 7 (2010) 131–144.
- [3] Materiały firmy Introl zamieszczone na stronie Akademii Automatyki.
- [4] Jerzy Janota, *Pomiar wilgotności materiałów sypkich metodą bliskiej podczerwieni*, Pod Kontrolą 4/2015.
- [5] Materiały firmy Endress+Hauser.

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

Innowacyjne pomiary wilgotności piasku – większe bezpieczeństwo w produkcji betonu

Bartosz Fras

Piasek, zaraz po wodzie, jest jednym z najczęściej pozyskiwanych zasobów naturalnych. To także składnik wielu przedmiotów i chemii użytkowej, takich jak pasta do zębów, urządzenia elektryczne, szkło czy ogniwa słoneczne. Oczywiście największa ilość surowca – nawet do 95% – jest stosowana w budownictwie. Roczne światowe wydobycie piasku przekracza 40 mld ton – to ponad 9 razy więcej niż ropy naftowej. Dlatego tak ważna jest dokładna kontrola jego wilgotności na każdym etapie produkcji

ŹRÓDŁO ZDJEĆ: ENDRESS + HAUSER POLSKA



Ostatnie 30 lat przyniosło ogromny wzrost populacji Ziemi, co wywołało nieproporcjonalne zwiększenie zapotrzebowania na piasek. Budownictwo przeżywa globalny boom, a przecież dwie trzecie budynków tworzone jest z betonu, a ten z kolei składa się w 30–40% z piasku. W kolejnych latach zapotrzebowanie na ten surowiec będzie nadal rosnąć. Jakie właściwości tego kruszywa powodują, że jest on tak pożądanym? Piasek to występujący naturalnie, nie połączony ze sobą osad, składający się głównie z ziaren mineralnych. Do celów budowlanych można stosować jedynie piasek rzeczny, pochodzący ze żwirowni lub morski. Głównym jego składnikiem jest kwarc, będący bardzo ważnym składnikiem nie tylko dla branży budowlanej, ale również kluczowym surowcem w produkcji szkła czy półprzewodników.

WPŁYW WILGOTNOŚCI PIASKU NA JAKOŚĆ MATERIAŁU BUDOWLANEGO

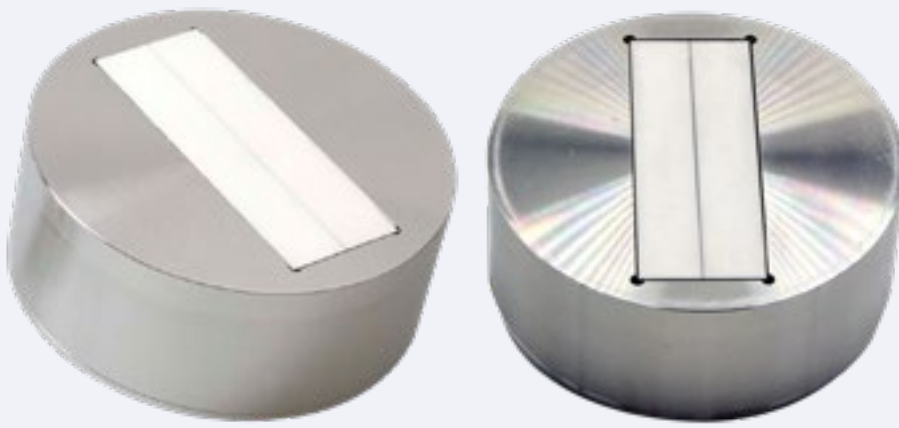
Ziarna piasku mają niewielki rozmiar, typowo 0,1–2 mm, dzięki czemu materiał ten bardzo łatwo chłonie wodę. W przypadku stosowania go w produkcji betonu, poziom wilgotności jest istotnym elementem oceny jakościowej. W zależności od zawartości wody, odpowiednia jej ilość musi być dodana podczas przygotowywania mieszanki betonowej.

Potocznie nazywany współczynnik woda/cement określa stosunek efektywnej zawartości wody do zawartości cementu w mieszance betonowej. Zachowanie odpowiedniej proporcji jest niezwykle istotne dla utrzymania parametrów jakościowych. Zależnie od poszczególnych obszarów zastosowań istnieją stałe, optymalne współczynniki dla różnych mieszanek. Jeżeli ich

wartość jest za niska lub za wysoka, skutkuje to pogorszeniem własności otrzymanego betonu.

Mieszanka wody i cementu tworzy tzw. pastę cementową, która ulega scaleniu do postaci twardego bloku cementowego z mocno związanymi ze sobą składnikami. Podczas twardnienia świeżego betonu pewna część wody jest zużywana do jego związania. Typowa mieszanka cementowa wiąże ilość wody stanowiącą ok. 40% całkowitej masy.

W praktyce, w zależności od wymagań jakościowych dla materiałów budowlanych, współczynnik woda/cement kształtuje się na poziomie 0,5–0,6. Jeżeli udział wody jest za mały dla danego zastosowania, beton będzie zawierał niezwiązany cement. Z upływem czasu, zwłaszcza gdy będzie narażony na kontakt z wodą, pojawią się



FOT. 1
Czujnik radarowy do pomiaru wilgotności Solitrend MMP41

w nim spęczenia, co będzie skutkowało utratą wytrzymałości. Natomiast gdy udział wody w świeżym betonie będzie za duży, jej nadmiar nie będzie mógł być całkowicie związany i uwidoczni się w postaci rozgałęzionych, chłonnych porów. W takiej sytuacji również straci on swoje własności wytrzymałościowe, a przez to nie będzie spełniać wymagań jakościowych. Utworzone pory przez kapilary mogą chłonać znaczne ilości wody, co spowoduje, że produkt będzie bardzo wrażliwy na mróz i łuszczenie się pod jego wpływem.

ZNANE METODY KONTROLI ZAWARTOŚCI WODY

Z wyżej wymienionych powodów współczynnik woda/cement jest sprawdzany w świeżym betonie. Jedną z tradycyjnych i rozpowszechnionych metod pomiarowych jest metoda karbidowa. Próbkę materiału jest ważona i umieszczana w zbiorniku ciśnieniowym ze stalowymi kulkami oraz ampulką zawierającą karbid. Dokładność tej metody oscyluje w okolicach $\pm 1-3\%$, co w zależności od zastosowania mieszanki betonowej może nieść ryzyko utraty jakości gotowego produktu. Dodatkowo pomiar może być obarczony błędami związanymi z niewłaściwym zważeniem próbki, a także błędami wynikającymi z nieprzeprowadzonej całkowicie reakcji z karbidem (z uwagi np. na niepełny kontakt z ampulką). Wyzwaniem jest także czas przeprowadzenia pomiaru, który zajmuje ok. 20 minut. Metoda ta jest dość prosta i łatwa w przeprowadzeniu, wymaga jednak dużego wysiłku związanego z przygotowaniem próbki oraz samym pomiarem.

Inna, powszechnie stosowana metoda pomiaru wilgotności mieszanki betonowej to wygrzewanie. Nawet w przypadku dokładnej znanej ilości dodanej wody do mieszanki współczynnik woda/cement może się różnić z powodu np. niewielkiej ilości wody pozostałej w mieszalniku czy betoniarce, deszczu

podczas transportu lub przeładunku składników. W celu sprawdzenia współczynnika woda/cement w gotowej mieszance wykonuje się test suszenia, pozwalający określić pozostałą ilość wody. W tym celu, co najmniej 5 kg świeżego betonu jest ważone w metalowej misie, a następnie całkowicie suszone w piecu o temperaturze 105°C z ciągłym mieszaniem. Całkowita ilość wody ulega wyparowaniu, gdy masa mierzonej próbki przestaje się zmniejszać. Różnica między masą próbki przed i po wysuszeniu odpowiada zawartości wody. Oprócz określenia zawartości wody konieczne jest dodatkowo wyznaczenie gęstości świeżego betonu w celu obliczenia współczynnika woda/cement.

Wymienione metody są czasochłonne, a co gorsza wrażliwe na błędy. W przypadku poboru próbki istotna jest wilgotność zarówno drobnych frakcji (jak piasek), a także tych o większej ziarnistości (jak żwir). Ponadto taka próbka może być niereprezentatywna ze względu na brak właściwych proporcji między docelowymi składnikami. W rezultacie wyniki takiego testu będą dalekie od rzeczywistych warunków w przygotowanej mieszance. Poziom wil-

gotności poszczególnych składników (jak np. piasek) jest najczęściej szacowany na podstawie doświadczenia obsługi. Może się jednak zdarzyć sytuacja, gdy z powodu warunków składowania czy opadów podczas transportu wilgotność surowców będzie się znacząco różnić od zakładanej. Typowa wilgotność tego surowca waha się w przedziale od 2 do 8%. Taka różnica może mieć znaczący wpływ na jakość betonu. Z tego powodu wilgotność poszczególnych składników mieszanki betonowej powinna być mierzona przed ich wymieszaniem.

SOLITREND - PRECYZYJNE ROZWIĄZANIE DO POMIARU WILGOTNOŚCI

Czujniki Solitrend Endress+Hauser pozwalają dokładnie określić, jak dużo wody zawierają poszczególne składniki mieszanki, jeszcze przed pomiarem wilgotności świeżego betonu. Dzięki tej wiedzy można precyzyjnie oszacować ilość wody, którą należy dodać do przygotowywanej mieszanki, a co za tym idzie zapewnić pożądany poziom wilgotności produktu końcowego. Czujnik Solitrend MMP41 to rozwiązanie stosowane w przypadku różnych materiałów sypkich o wielkości ziaren do 30 mm. Pomiar z wykorzystaniem metody reflektometrii w domenie czasu, zbliżonej co do zasady działania do tzw. radarów falowodowych, umożliwia wykonanie aż 100 interwałów pomiarowych na sekundę, co przekłada się na dokładne i precyzyjne określenie uśrednionej wilgotności dla danej partii materiału. Solitrend może być zainstalowany poniżej wlotu usypowego zbiornika, w przestrzeni gdzie materiał spada swobodnie lub na przenośniku taśmowym przy użyciu ślizgacza. Pomiar tą metodą ma zasadniczą



FOT. 2
Czujnik radarowy do pomiaru wilgotności Solitrend MMP41 (przykład zastosowania)



zaletę – pomaga on w sterowaniu procesem, poprzez zmniejszenie ilości dozowanej wody w przypadku stwierdzenia zbyt dużej wilgotności mieszanki. Zbędne jest też ważenie dodatkowych składników. Pora zatem zapomnieć o czasochłonnych analizach laboratoryjnych i zacząć mierzyć wilgotność w rzeczywistym procesie, a nie tylko w losowej próbce, często nie reprezentatywnej. Taki pomiar jest nie tyl-

ko powtarzalny, ale również wykonywany w sposób ciągły. Zmierzone wartości mogą być widoczne na opcjonalnym wyświetlaczu lub wysyłane bezpośrednio do systemu kontrolnego. Wprowadzając określone wartości graniczne, można także ustawić progi alarmowe do kontrolowania właściwego dozowania wody. Solitrend MMP41 przekonuje również zapisanymi krzywymi kalibracyjnymi dla większości stosowa-

nych surowców, takich jak: piasek, żwir czy inne kruszywa. Po pierwszym uruchomieniu urządzenie nie wymaga ponownej rekaliibracji. Wysokiej jakości materiały zapewniają doskonałą wytrzymałość, a dla kruszyw o wysokich własnościach ścierających dostępne są także wersje wykonane ze stali utwardzanej. W procesach wysokotemperaturowych można zastosować czujnik o wytrzymałości do 120°C.

KORZYŚCI NA WYCIĄGNIĘCIE RĘKI:

- bezpieczeństwo procesu dzięki ciągłości pomiaru;
- inteligentne modele obliczeniowe – filtry m.in. do kompensacji przerw w ciągłości przepływu materiału, zmian w procesie, filtry do zastosowań w wymagających warunkach;
- właściwy czujnik do każdego zastosowania;
- bogaty wybór akcesoriów montażowych;
- wysoka wytrzymałość dzięki specjalnej konstrukcji i wysokogatunkowym materiałom wykonania.

AUTOR JEST MENADŻEREM PRODUKTU
DS. POMIARÓW POZIOMU I WILGOTNOŚCI
W ENDRESS+HAUSER POLSKA
WWW.PL.ENDRESS.COM/SOLITREND

XX/XXI Konferencja KRUSZYWA MINERALNE SUROWCE - RYNEK - TECHNOLOGIE - JAKOŚĆ

Kudowa Zdrój, 22–24.09.2021

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



RFnivo® 3000 – uniwersalny sygnalizator poziomu do „wszystkiego”

Tadeusz Karmaza



TADEUSZ KARMAZA:
Sygnalizator ten
charakteryzuje
się najwyższą
niezawodnością,
stąd pięcioletnia
gwarancja
producenta

Technologia i postęp stawiają przed nami paradoksalnie konieczność coraz większego wyspecjalizowania urządzeń pomiarowych, a z drugiej strony – coraz większej uniwersalności, w celu uproszczenia doboru. Firma UWT sprowadziła to wszystko do jednego urządzenia, które zadziała wszędzie, we wszystkich mediach i w każdych warunkach technologicznych. Jest nim pojemnościowy sygnalizator poziomu RFnivo® 3000, dystrybuowany przez firmę Rekord SA od ponad 10 lat.

DLACZEGO ON?

Producent opracowywał to urządzenie i my w tym uczestniczyliśmy, przekazując swoje doświadczenia, aby stało się ono właśnie takie – uniwersalne i wszechstronne:

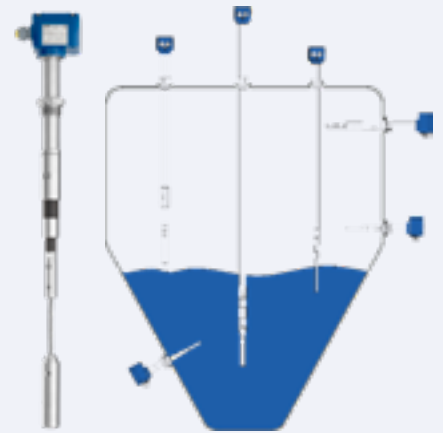
- bez elementów ruchomych;
- wykonane w standardzie ze stali 316L, odporne na abrazję i korozję;
- z powłokami odpornymi na związki żrące (PTFE, PFA);
- z temperaturą procesu 500°C i ciśnieniem 25 bar;
- do materiałów sypkich i cieczy;
- do medium słabo przewodzącego, od stałej dielektrycznej $\epsilon > 1,5$;
- odporne na oklekanie i zmianę stałej dielektrycznej podczas pomiaru;
- z szeroką gamą przyłączy (kołnierze i gwinty);

- z montażem z góry, z dołu i pod kątem, w wykonaniu rozdzielnym i długości na życzenie, bardzo wytrzymałe mechanicznie;
- z uniwersalnym zasilaniem (każde napięcie, zmienne, stałe: 21... 230 V DC / V AC);
- z samokalibracją na obiekcie i bezobsługowe przez lata;
- z wyjściami sygnalizacyjnymi z szybką reakcją: przekaźnik, napięcie, impuls itd;
- z przyjaznym wyświetlaczem;
- z automatyczną diagnostyką;
- z technologią „aktywnego ekranu”;
- z certyfikatami ATEX i EHEDG.

Jeśli dodamy do tych wszystkich zalet bardzo atrakcyjną cenę oraz pięcioletnią gwarancję, to mamy coś do „wszystkiego”.

RFnivo® 3000 można stosować właściwie wszędzie. Sprawdzone przez lata w najtrudniejszych aplikacjach, stało się tam standardem. W wymagających mechanicznej wytrzymałości i niezawodności obiektach strategicznych, takich jak: elektrownie, biogazownie, przy transporcie popiołów, zasypie biomasy, torfu, węgla, wapna, siarki, materiałów sypkich o drobnej gradacji. Stosowane w przemyśle chemicznym przy produkcji granulatów, wyrobów z plastiku, proszków syntetycznych, opakowań foliowych, gumy. We wszystkich gałęziach recyklingu i wielu innych branżach.

Sygnalizator posiada najwyższą niezawodność, stąd pięcioletnia gwarancja producenta. Wykrywa media po ich stałej dielektrycznej. Generowany sygnał częstotliwościowy zmienia się po kontakcie z medium, zmieniając pojemność układu, co uruchamia moduł sygnalizacji. Tak zaprojektowane urządzenie wykazuje bardzo wysoką czułość, brak wrażliwości na oklekanie, zalewanie cieczą czy pylenie.



Parametr różnicy stałej dielektrycznej można dostosowywać do potrzeb, ale tylko w przypadku trudnych do pomiaru i silnie oklejających związków. Można to wykonać już po zamontowaniu lub w trakcie pracy. Bardzo rzadko występuje taka potrzeba. Fabrycznie ustawione i zamontowane na obiekcie urządzenie mierzy praktycznie wszystko. Przy pierwszym podaniu zasilania dokonuje autokalibracji i to wystarczy. Jeśli przenosimy je w inne miejsce pomiaru, można wykonać rekalkulację.

Zapraszamy do bliższego zapoznania się z RFnivo i naszą ofertą na stronie rekordsa.pl.

Jako Rekord SA jesteśmy specjalistyczną firmą zajmującą się kontrolą poziomu i przepływu. Od prawie 25 lat zajmujemy się pomiarem poziomu materiałów sypkich i cieczy, i to we wszystkich gałęziach przemysłu. W ofercie posiadamy nieskomplikowane w budowie czujniki obrotowe, wibracyjne, pojemnościowe, jak i złożone systemy kontroli i wizualizacji.

Gwarantujemy satysfakcję z zaproponowanych przez nas rozwiązań. ■

AUTOR JEST PREZESEM ZARZĄDU
FIRMY REKORD SA Z PRUSZKOWA

- Masz trudny pomiar?
- Inni się nie sprawdzili?
- Zadzwoń do nas!
- Znajdziemy rozwiązanie!

Oferujemy profesjonalne doradztwo techniczne oraz dobór i dostawę urządzeń na bardzo wymagające procesy technologiczne

Tylko teraz na hasło „mierzymy sypkie”
5 lat gwarancji gratis!



Wszystko da się zmierzyć!

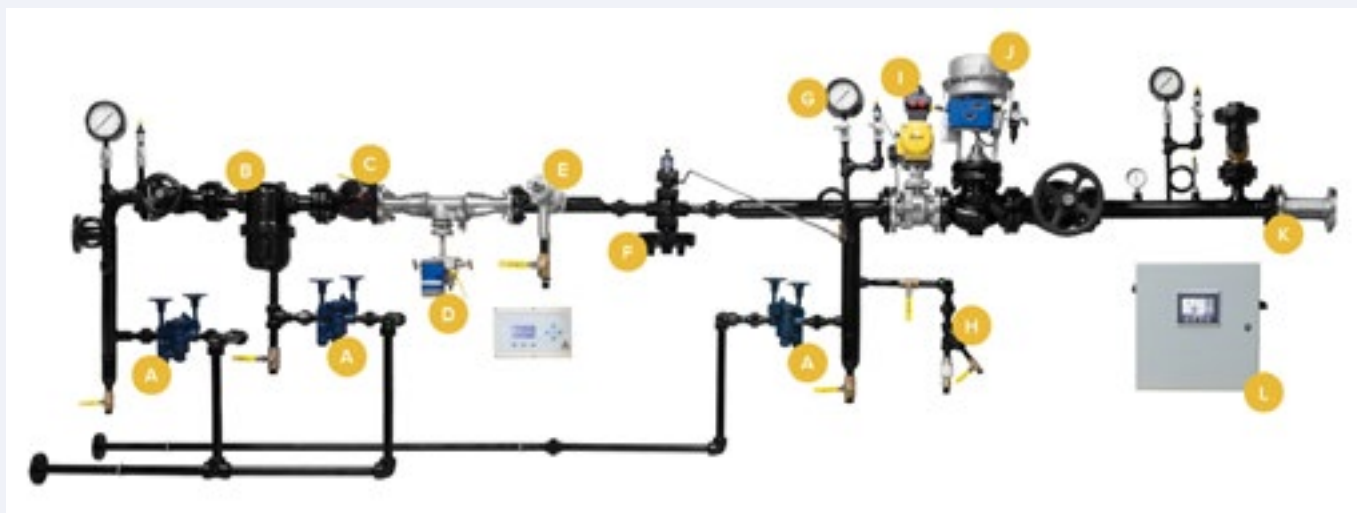
REKORD S.A., 05-800 Pruszków, ul. Sprawiedliwości 6, p. II
tel. 22 759 85 88, 759 85 98, faks 22 759 62 97, www.rekordsa.pl, office@rekordsa.pl

ARMSTRONG STEAM HARNESS

– systemowe rozwiązanie dla przemysłu paszowego

Igor Zotów
www.introl.pl

Granulowanie pasz można zdefiniować jako konwersję drobno zmielonego zacieru paszy na gęste granulki lub kapsułki, w procesie obejmującym bezpośredni wtrysk pary (wilgoć i ciepło) oraz ciśnienie mechaniczne. Kilka czynników ma wpływ na jakość granulatu. Przede wszystkim formuła paszowa (użyte surowce i dodatki). Wcześniej wiadomo było, że skrobia i jej żelowanie są najważniejszymi czynnikami dla osiągnięcia pożądanej jakości granulatu. Ostatnie raporty wskazują jednak, że pozytywny wpływ białka na jakość granulatu jest znacznie ważniejszy niż wpływ skrobi. Włączenie oleju ma niekorzystny wpływ na jakość granulatu. Jest to przypisywane efektowi powlekania olejem cząstek zacieru, które zapobiegają ich penetracji przez parę. Olej zmniejsza tarcie generowane między matrycą a cząstkami zasilającymi, a następnie zmniejsza szybkość żelatynizacji skrobi. W celu optymalizacji procesu warto rozważyć modernizację układu dostarczania pary wodnej do granulatora.



RYS. 1
Przykładowy schemat systemu ASH

WPŁYW PARY NA JAKOŚĆ GRANULATU

Gdy pasza przechodzi przez kondycjoner, narażona jest na działanie pary pod wysokim ciśnieniem. Para ta dostarcza ciepło i wilgoć, które są wymagane do żelowania skrobi, adhezji cząstek, częściowego trawienia paszy i uszkodzenia patogenów paszowych. Temperatura pary i czas, w którym pasza zacierowa pozostaje w kondycjonerze, mają duży wpływ na trwałość produkowanego granulatu. Kondycjonowanie paszy w temperaturze 80°C jest wystarczające, aby wytworzyć granulki o odpowiedniej jakości. Minimalny czas, jaki pasza powinna pozostać w kondycjonerze, aby wytworzyć trwałe granulki, to 30 sekund. Kondycjonery o wydłużonym czasie pracy, w których pasza może pozostawać w kondycjonerze przez ok. 3–4 minuty, mogą być użyte do poprawy lepkości granulatu.

Proces kondycjonowania jest najważniejszą częścią każdego systemu granulowania pasz i zależy od:

- wilgotności;
- ilości jakości pary wodnej;
- blendowania;
- czasu retencji.

Powody stosowania pary wodnej w procesie kondycjonowania:

- smarowanie w celu zwiększenia tempa produkcji;
- smarowanie w celu wydłużenia żywotności matrycy;
- smarowanie w celu redukcji kosztów energii spowodowanych przez tarcie;
- do żelowania skrobi w celu uzyskania odpowiednich wartości odżywczych.

ARMSTRONG STEAM HARNESS

Armstrong Steam Harness (ASH) to kompleksowy, w pełni zintegrowany pakiet systemowy, który łączy niezawodne i trwałe produkty firmy Armstrong z nowoczesną technologią. Powstał po to, aby dostarczać parę wodną o niezmienniej, wysokiej jakości, w celu uzyskania ciągłego i powtarzalnego

poziomu wydajności oraz sprawności. Armstrong Steam Harness jest zawsze dostosowany do indywidualnych wymagań i posiadanych urządzeń, przynosząc wymierne oszczędności energii i podnosząc wydajność procesu. Korzystając z holistycznego systemu, dając eksperci firmy INTROL biorą pod uwagę cały zakład, projektując układ z uwzględnieniem czynników, takich jak poprawne umieszczenie urządzeń z zachowaniem ergonomii i bezpieczeństwa dla operatorów.

ASH został stworzony, aby rozwiązywać problemy oraz im zapobiegać poprzez działania tj.:

- redukcję ilości korków parowych, które powodują „zalepianie” granulatora oraz nieplanowane postoje w produkcji;
- zapewnienie właściwego odprowadzania kondensatu i dostarczanie suchej, mierzalnej, wysokiej jakości pary do granulatora lub ekstrudera;

- grupowanie kosztów energii i sprawności wg poszczególnych formuł (w niektórych przypadkach korelują z parametrami granulowania/wytłaczania);
- podnoszenie bezpieczeństwa i obniżanie strat energii poprzez stosowanie odpowiednich pokrowców izolacyjnych wielorazowego użytku.

ZASADA DZIAŁANIA (RYS. 1)

1. Para wodna zasila ASH.
2. Ręczna przepustnica na wlocie zapewnia całkowitą izolację w przypadku potrzeby odcięcia zasilania.
3. Czujnik urządzenia do monitoringu jakości pary Armstrong Steam QM®-1 można w razie potrzeby przenieść do dostępnego króćca, aby zmierzyć jakość pary na zasilaniu ASH.
4. Kieszeń odwadniająca wychwytuje kondensat i zanieczyszczenia z instalacji dystrybucji pary wodnej; odwadniacz dzwonowy Armstrong TVS odprowadza kondensat z kieszeni odwadniającej; wysokociśnieniowy zawór umożliwia ręczne usuwanie zanieczyszczeń wychwyconych przez nóżkę kropłową. (A)
5. Separator cyklonowy usuwa z pary wilgoć i cząstki większe niż 10 mikronów; odwadniacz dzwonowy Armstrong TVS odprowadza kondensat z separatora do instalacji powrotnej kondensatu pod wysokim ciśnieniem. (B)
6. Manometr i przetwornik ciśnienia zainstalowane przed separatorem dostarczają informacje o ciśnieniu pary wlotowej i przekazują sygnał do PLC/HMI.
7. Para przepływa przez filtr siatkowy typu Y, który wychwytuje cząstki większe niż 0,0055; zawór umożliwia ręczne usuwanie cząstek; zanieczyszczenia zostają odprowadzone do atmosfery. (C)
8. VERIS Accelabar® mierzy przepływ pary i kompensuje zmiany ciśnienia pary, sygnał przekazywany do panela operatorskiego granuladora lub ekstrudera. (D)
9. Armstrong Steam QM®-1 mierzy jakość pary; informacje przesyłane przez Modbus do PLC/HMI dostarczanego przez Armstrong. (E)
10. Zawór redukcyjny Armstrong obniża ciśnienie pary. (F)
11. Zawór bezpieczeństwa.
12. Manometr i przetwornik ciśnienia zainstalowane za zaworem redukcyjnym dostarczają informacje o ciśnieniu pary zredukowanej i przekazują sygnał do PLC/HMI. (G)
13. Kieszeń odwadniająca zbiera i odpro-

wadza kondensat pomiędzy zaworem redukcyjnym, a automatycznym zaworem kulowym z pełnym portem; kondensat odprowadzony jest do powrotu kondensatu o niskim ciśnieniu; odwadniacz termostatyczny usuwa schłodzony kondensat, powietrze i gazy niekondensujące się (NCG), odprowadzenie są do atmosfery. (H)

14. Zawór kulowy kołnierzykowy z pełnym portem i napędem elektropneumatycznym jest sterowany przez panel operatorski granuladora lub ekstrudera; mechaniczne przełączniki potwierdzają całkowite otwarcie zaworu panela operatorskiego granuladora lub ekstrudera. To wyposażenie nie jest standardowe, ale może być dostępne jako opcja. (I)
15. Panel operatorski granuladora lub ekstrudera przesyła sygnał do pozycjonera typu SMART umieszczonego na zaworze regulacyjnym, który doprowadza parę do komory kondycjonera; pozycjoner cyfrowy wysyła sygnał zwrotny do systemu kontroli granuladora lub ekstrudera, potwierdzając procent otwarcia zaworu sterującego; cała para jest wtryskiwana bezpośrednio do komory. Zawór jest wykonany w klasie szczelności VI, przez co może być również używany jako zawór on/off. (J)
16. Wizualny manometr i przetwornik temperatury zainstalowane za zaworem regulacyjnym monitorują dopływ temperatury pary do granuladora lub ekstrudera i przekazują informacje do panelu.
17. Elastyczne złącze wykonane z falistego węża ze stali nierdzewnej i pojedynczego opłotu ze stali nierdzewnej pochłania wibracje z komory kondycjonera. (K)
18. Szafka elektryczna z PLC i HMI dostarczana przez Armstrong. (L)

MONITORING I POMIARY

Dostęp do kluczowych danych w czasie rzeczywistym:

- ciśnienie pary na dolocie do ASH;
- jakość pary;
- jakość pary (średnia) na tonę paszy;
- ilość wody dodanej poprzez parę na tonę produktu;
- zużycie pary na godzinę;
- zużycie pary na tonę paszy;
- skumulowane zużycie pary [kg];
- pobór energii cieplnej [kW];
- energia cieplna na tonę produktu [kW/h];
- koszt pary na godzinę [PLN];
- koszt pary za tonę pasz [PLN];
- natężenie silnika na tonę produktu [amp / tonę produktu];
- natężenie silnika w odniesieniu do przepływu pary;



RYS. 2
2System ASH

- pomiar zredukowanego ciśnienia pary do kondycjonowania produktu;
- dostosowanie ASH według poszczególnej formuły (informacje wymagane od producenta granuladora via Ethernet).

SERWIS I WSPARCIE

– PRZED, W TRAKCIE I PO INSTALACJI

Każda instalacja mediów w otoczeniu granuladora lub ekstrudera, czy to nowa, czy istniejąca, ma unikalną konfigurację rurociągów oraz połączeń mechanicznych, więc dobór rozpoczyna się od oceny faktycznego stanu instalacji. Powinno zmierzyć się fizyczną przestrzeń, zidentyfikować ograniczenia i określić specyficzne potrzeby obiektów otaczających granulador lub ekstruder przed dostosowaniem ASH do istniejącej infrastruktury.

OCENA TERMICZNA POMAGA ZAPEWNIĆ WYDAJNOŚĆ ASH

Posiadanie poprawnie pracującego systemu pary i kondensatu ma zasadnicze znaczenie dla wydajności ASH. Ocena infrastruktury cieplnej w zakładzie pozwala lepiej przygotować się do poprawy instalacji dystrybucji pary oraz maksymalizacji jakości i ilości pary dostarczanej do kondycjonera i/lub komory kondycjonowania.

OD AUDYTU NA MIEJSCU, DO INSTALACJI „POD KLUCZ”

Specjalista od inżynierii termicznej jest obecny na każdym etapie realizacji inwestycji/modernizacji, tj. przed, w trakcie i po instalacji układu ASH, aby upewnić się, że proces uruchomienia i rozruchu jest płynny, a obsługa układu jest wygodna dla personelu. Konsekwentnie koncentrujemy się na bezpieczeństwie operatorów, ergonomii i zapewnieniu, że granulador lub ekstruder utrzymują optymalną jakość i ilość pary. ■

TEKST UKAZAŁ SIĘ W BIULETYNIE „POD KONTROLĄ”

e-spool flex - bezpieczne zwijanie przewodów do robotów przemysłowych Teach Pendant

www.igus.pl

ARAGON Industrielektronik GmbH, integrator robotów przemysłowych, stosuje nowy zwijacz kablowy bez pierścienia stykowego.

Panel operatorski (*Teach Pendant*) stanowi centrum sterowania robotem. Aby zachować jego funkcjonalność, przewód musi mieć nie tylko kilka metrów długości, ale także powinien być ruchomy i bezpiecznie przechowywany. W tym celu firma igus opracowała system e-spool flex. Nowy bęben przewodowy igus nie posiada pierścienia stykowego, dzięki czemu może dostarczać nawet sygnały magistrali bez zakłóceń. Przewód można w bardzo łatwy sposób umieścić w istniejącym systemie. Te zalety przekonały firmę ARAGON, która oferuje kompletny zestaw dla robotów przemysłowych, składający się z e-spool flex ze zmontowanym przewodem oraz panelem operatorskim.

Zadaniem ARAGON Industrielektronik GmbH jest tchnąć nowe życie w stare roboty. Wiodący dostawca rozwiązań z zakresu robotyki przemysłowej oferuje usługi naprawy, konserwacji, modernizacji i ulepszania robotów przemysłowych. Niektórzy z klientów tej firmy to stosunkowo małe firmy, które stosują do dziesięciu systemów robotycznych. Jednak większe firmy i producenci OEM z branży motoryzacyjnej również polegają na wiedzy i doświadczeniu ARAGON. Firma poszukiwała praktycznego rozwiązania przewodowego specjalnie do zastosowania w panelach operatorskich:

– *Zawsze staramy się zapewnić naszym klientom bezpieczeństwo, dzięki innowacyjnym rozwiązaniom. Do tej pory przewód zawsze leżał na podłodze, co mogło skutkować jego uszkodzeniem lub potknięciem się o niego. Zaczęliśmy poszukiwać bębna przewodowego, który działałby szybko, bez przerw i byłby łatwy w modernizacji* – mówi Iryna Geike, Global Country Manager w ARAGON. Firma znalazła to, czego szukała, w ofercie firmy igus.

– *Nowy zwijacz kablowy e-spool flex od razu nas przekonał* – wspomina Geike. Główną zaletą e-spool flex, w porównaniu z innymi bębnami przewodowymi, jest brak pierścienia stykowego. Ponieważ nowe rozwiązanie nie wykorzystuje pier-



FOT. 1

e-spool flex zapewnia bezpieczne zwijanie i rozwijanie przewodów z paneli operatorskich, takich jak te stosowane przez ARAGON Industrielektronik GmbH. (ZŹRÓDŁO: igus)

ścieni stykowych, media, dane oraz zasilanie i sygnały dla wyłącznika awaryjnego mogą być zintegrowane z systemem. Istniejące przewody panelowe można po prostu wprowadzić do spiralnej prowadnicy, a dzięki zintegrowanej sprężynie są automatycznie zwijane. – *Nasi klienci otrzymują teraz zmontowany zestaw składający się z e-spool flex, uchwytu panelowego ARAGON, przewodu i uchwytu montażowego do szaf sterowniczych robota dla ich paneli operatorskich. e-spool flex znacznie wydłuża żywotność używanego przewodu i zapewnia większe bezpieczeństwo oraz porządek w panelu operatorskim* – wyjaśnia Geike.

ZWIJANIE I ROZWIJANIE PRZEWODÓW: RĘCZNIE LUB AUTOMATYCZNIE

Firma igus oferuje e-spool flex w kilku wersjach. Pierwsza to ekonomiczna wersja z pokrętkiem ręcznym lub wkrętarką akumulatorową do zwijania przewodu. Kolejną

jest rozwiązanie ze sprężyną zapewniającą powrót systemu, z mechanizmem blokującym i opcjonalnym hamulcem odciągającym. ARAGON zdecydował się na wariant ze sprężyną. Zwijacz jest dostępny z kolei w trzech rozmiarach, może być zastosowany z przewodami o średnicach od 5 do 15 mm i długości zwijania od 5 do 15 m. Przewody można szybko wymienić w dowolnym momencie. Oprócz późniejszej integracji e-spool flex z istniejącym przewodem igus oferuje również w pełni konfekcjonowany zwijacz kablowy, wyposażony w przewody chainflex, zaprojektowane specjalnie do zastosowań ruchomych. Żywotność przewodu w e-spool flex jest obecnie szeroko testowana w wewnętrznym laboratorium badawczym firmy igus o powierzchni 3800 m².

W imieniu firmy zapraszamy do udziału w bezpłatnym szkoleniu online „Robotyka z rozwiązaniami igus”: www.igus.pl/szkolenia2021

Badanie gipsu budowlanego

Wiktor Kubiński,
Mariusz Niekurzak,
Ewa Kubińska-Jabłoń

W ramach współpracy z Wydawnictwem Naukowym PWN przedstawiamy fragment książki pt. „Badanie towarów przemysłowych”. Poniższy tekst dotyczy pobierania próbek i badania zapraw gipsowych. W następnym wydaniu naszego czasopisma opublikujemy część poświęconą badaniom cementu.



Oznaczanie absorpcji wody przez masę szpachlową zgodnie z normą PN-B-04360:1986P [N19] polega na poddawaniu powierzchni próbki działaniu wody o temp. 23°C przez określony czas, po czym zmierzeniu przyrostu jej masy. W celu wykonania oznaczenia z każdej płyty gipsowo-kartonowej zaliczonej do klasy absorpcji wody: H1, H2, H3 należy wyciąć dwie próbki o wymiarach 125 × 125 mm, z nałożoną badaną masą szpachlową do spoinowania o grubości 2 mm. Próbkę do badania kondycjonuje się w temp. 23°C i wilgotności względnej 50% do uzyskania stałej masy, po czym umieszcza się w aparacie pomiarowym Cobba 100 cm² w taki sposób, aby wyrównana strona z masą szpachlową była najbardziej narażona na działanie wody. Następnie napełnia się pierścień aparatu wodą o temp. 23°C, aż powierzchnia testowa próbki będzie zanurzona w wodzie do głębokości 25 mm. Próbkę pozostawia się w aparacie na 2 godz., po czym wylewa się wodę z urządzenia i wyjmuję próbkę. Nadmiar wody usuwa się za pomocą suchej bibuły i ponownie waży próbkę. Jako wynik oznaczenia podaje się różnicę między suchą a mokrą masą każdej próbki oraz średnią różnicę masy pomnożoną przez 100. W celu określenia całkowitej absorpcji wody należy z każdej płyty wyciąć próbkę o wymiarach 300 × 300 mm z nałożoną warstwą badanej masy szpachlowej grubości 2 mm, w przybliżeniu na środku płyty i co najmniej 150 mm od jej końców. Próbkę kondycjonuje się w temp. 23°C i wilgotności względnej 50% do uzyskania stałej masy, po czym waży się ją i na 2 godz. zanurza w łaźni wodnej o temp. 23°C, tak aby była przykryta warstwą wody 25–35 mm. Po wyjęciu z kąpieli należy wytrzeć nadmiar wody z powierzchni i krawędzi próbki, po czym ponownie ją zważyć i obliczyć przyrost masy każdej próbki jako procent masy początkowej. Średni procentowy przyrost masy zapisuje się jako absorpcję wody przez płytę gipsowo-kartonową z nałożoną masą szpachlową.

Oznaczenie czasu wiązania zaczynu gipsowego zgodnie z normą PN-EN 13279-2:2014-02P [N20] polega na wypełnieniu pierścienia w aparacie Vicata zaczynem gipsowym i swobodnym zanurzeniu w nim znormalizowanego bolca w różnych odstępach czasu. Typowy ręczny aparat Vicata do oznaczania czasu wiązania przedstawiono na RYS. 8.4.

Czas wiązania zaczynu gipsowego jest jednym z podstawowych parametrów normowych i użytkowych, charakterystycznych dla danego rodzaju spoiwa gipsowego. Przy określaniu czasu wiązania spoiw gipsowych wyróżnia się początek i koniec wiązania.

Wynikiem badania jest przedział czasowy liczony od wsypania spoiwa do wody, obejmujący jego nawilżenie i wymieszanie, aż po uzyskanie dostatecznie stwardniałego tworzywa. Przed wykonaniem badania masę szpachlową w zamkniętym pojemniku należy doprowadzić do temp. 23°C. Kompletnie oznaczanie przeprowadza się na dwóch próbkach: pierwsza służy do wyznaczenia przybliżonego czasu wiązania, druga do właściwego oznaczenia. W tym celu należy wlać do zlewki wodę o temp. 23°C w ilości pozwalającej na otrzymanie zaprawy o objętości wypełniającej woskowy kubek papierowy lub plastikowy. Do zaprawy wykorzystać ilość masy szpachlowej zalecaną przez producenta. W ciągu 10 s odmierzonych stoperem należy dodać masę szpachlową do wody i pozostawić na 20 s, po czym mieszać przez kolejne 30 s. Następnie przekłada się zaprawę do dwóch kubków, wypełnia je po brzegi i postawia na powierzchni wolnej od wibracji, bezpośredniego światła słonecznego i przeciągów. Od czasu do czasu zaprawę sprawdza się aparatem Vicata – czubek stożka kładzie się na powierzchni mieszanki zaprawy i pozwala ruchomemu prętowi swobodnie opadać. Punkty nacisku stożka powinny być odległe o co najmniej 12 mm od poprzednich punktów

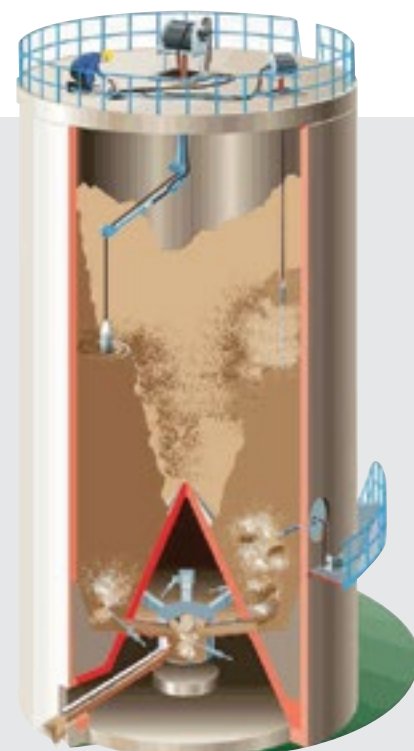


ENDECO

SYSTEM CARDOX

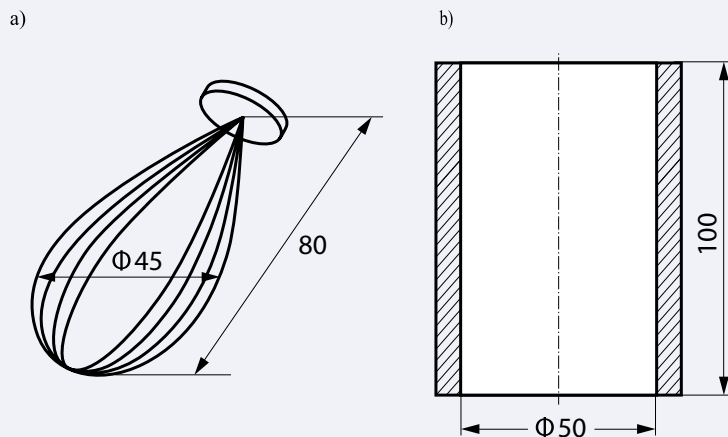
Bezpieczna, szybka i efektywna metoda udrażniania zbiorników: cementu, klinkieru, gipsu, piasku, żwiru, miazgi węglowego, zboża itp., jak i instalacji technologicznych do magazynowania masowych materiałów sypkich.

CARDOX
INTERNATIONAL LIMITED



Szczegółowych informacji udziela
wyłączny dystrybutor systemu Cardox w Polsce:

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



RYS. 8.20

Zestaw do sporządzania zapraw budowlanych [N19]: a) mieszadło metalowe, b) cylinder metalowy

nacisku i ścian kubka. Po każdym zagłębieniu należy oczyścić stożek i zmienić pozycję na powierzchni. Kiedy zbliża się moment wiązania, kontynuować badanie na drugiej próbce, unikając zbyt częstych zagłębień, ponieważ mogą one wpłynąć na wiązanie.

Wynikiem oznaczenia jest czas wiązania masy szpachlowej, licząc od początku wysypywania masy szpachlowej do wody aż do momentu zaprzestania zagłębiania się stożka w zaprawę na 10 mm.

Oznaczanie normalnej konsystencji do sporządzania zaprawy gipsowej zgodnie z normą [N19] polega na sporządzeniu zaprawy gipsowej o takiej konsystencji, by okrągły placek utworzony przez swobodne rozlanie określonej jej objętości miał średnicę 180 mm. Do badania należy odważyć 250 g spoiwa gipsowego i dodać do niego 160 cm³ wody, dokładnie mieszając mieszadłem przez 30 s od wysypania spoiwa do wody w celu do uzyskania jednolitej masy. Tak przygotowany zaczyn trzeba po zostawić na 2 min i wlewać do cylindra umieszczonego współśrodkowo na płycie z narysowanym na jej powierzchni okręgiem. Zestaw do sporządzania zaprawy przedstawiono na RYS. 8.20.

Nadmiar zaczynu należy usunąć nożem i wyrównać z górną krawędzią cylindra.

Czynności te nie powinny trwać dłużej niż 30 s. Następnie cylinder szybkim ruchem trzeba podnieść pionowo do góry na wysokość 150–200 mm i odstawić na bok.

Przygotowany zaczyn należy rozlać równomiernie na płycie w kształcie okrągłego placka i zmierzyć rozplływ zaczynu. Pomiar należy wykonać cyrklem traserskim, mierząc średnicę placka w dwóch prostokątnych do siebie kierunkach. Jeśli rozplływ zaczynu jest większy lub mniejszy niż 180 mm, to oznaczenie należy powtórzyć z inną ilością wody.

Oznaczanie odporności na pękanie mas gipsowych zgodnie z normą PN-EN 13963:2014-10E [N21] polega na nałożeniu

klina z masy szpachlowej na powierzchnię licową kawałka płyty gipsowo-kartonowej, wysuszeniu i zbadaniu pod kątem występowania pęknięć. Do badania mas szpachlowych typu 4 sporządza się grubszy klin w celu symulacji warunków stosowania, ponieważ materiał jest stosowany bez taśm w dużo grubszych warstwach. W tym celu należy przygotować ilość zaprawy dostosowaną do ilości próbek według zaleceń producenta. Kliny ze stali lub twardego tworzywa sztucznego o wymiarach 195 mm długości, szerokości 25 mm i wysokości od 0,3 do 10 mm na krawędziach, należy umieścić równolegle na powierzchni, w odległości około 40 mm od siebie. Nanieść niewielką ilość zaprawy na płytę gipsowo-kartonową pomiędzy klinami. Za pomocą szerokiego noża rozprowadzić zaprawę, wypełniając przestrzeń pomiędzy klinami. Podczas rozprowadzania zaprawy nóż należy trzymać pod kątem mniejszym niż 45° do płaszczyzny płyty i wygładzić powierzchnię 2–4 razy.

Następnie wysuszyć próbkę do stałej masy w temp. 23°C i wilgotności względnej 50%. Sprawdzić wysuszoną próbkę – jeśli występują pęknięcia, zanotować ich rodzaj zarówno w grubej, jak i cienkiej połowie klina.

Do badania mas szpachlowych typu 1, 2, 3 należy przygotować 200 g zaprawy według zaleceń producenta. Umieścić pręt na powierzchni, blisko jednej z krawędzi płyty gipsowo-kartonowej i równolegle do innej, po czym nanieść odrobinę zaprawy na płytę oraz obok pręta. Szerokim nożem rozprowadzić zaprawę, tworząc klin o szerokości 90–100 mm, zwężający się wzdłuż swojej szerokości od 2 mm do zera; stosować pręt jako wyznacznik grubości. Podczas rozprowadzania zaprawy należy trzymać nóż nachylony pod kątem mniejszym niż 45° do płaszczyzny płyty i wygładzić powierzchnię 2–4 razy.

Usunąć pręt i przyciąć klin do długości ok. 130 mm. Wysuszyć próbkę do stałej masy w temp. 23°C i wilgotności względnej 50%. Sprawdzić wysuszoną próbkę i jeśli występu-

ją pęknięcia, zanotować ich rodzaj zarówno w grubej, jak i cienkiej połowie klina.

Odnosić obecność lub brak pęknięć w strefie 50 mm od cienkiego końca klina dla mas szpachlowych typu 1, 2, 3 lub 150 mm od cienkiego końca klina dla mas szpachlowych typu 4.

Oznaczanie przyczepności tynku gipsowego do określonego podłoża zgodnie z normą [N20] polega na określeniu maksymalnej siły odrywającej próbkę od podłoża. Tynk należy przygotować i nałożyć na podłożę zgodnie z zaleceniami producenta. Podczas badania działaniu siły odrywającej prostopadłej do powierzchni podłoża jest poddawany metalowy krążek przytwierdzony do badanej próbki. Po związaniu zaprawy na podłożu, próbki należy pozostawić na okres 7 dni. Następnie w tynku wykonuje się nacięcia o głębokości ok. 5 mm w celu odizolowania badanego obszaru od otaczającego go tynku. Do odizolowanego obszaru przykleja się metalowe krążki z zaczepami przegubowymi, po czym za pomocą urządzenia ciągnącego przykładają siłę rozciągającą działającą prostopadle. Przyczepność tynku R_u oblicza się ze wzoru [N20]

$$R_u = \frac{F_u}{A}, \text{ N/mm}^2 \quad (8.40)$$

gdzie: F_u – siła odrywająca próbkę, N; A – powierzchnia odciętej cylindrycznej próbki, mm².

Oznaczanie stopnia zmielenia spoiw gipsowych zgodnie z normą [N19] polega na wykonaniu przesiewu za pomocą kompletu sit o oczkach 1; 0,75; 0,5 i 0,2 mm umieszczonych na wstrząsarce. Przesiewa się dwie naważki po 50 g pobrane ze spoiwa wysuszonego w temperaturze 500°C. Po około 5 min przesiewania pozostałości na poszczególnych sitach waży się i przenosi na szalki Petriego. Przesiewanie uznaje się za zakończone, jeżeli w ciągu 1 min przez sito nie przechodzi więcej niż 0,05 g spoiwa. Wyniki poszczególnych odsiewów X należy obliczyć według poniższego wzoru [N19]

$$X = \frac{m_1}{m} \cdot 100\% \quad (8.41)$$

gdzie: m – masa próbki spoiwa, g; m_1 – masa poszczególnego odsiewu, g.

Oznaczanie stosunku woda/spoiwo gipsowe metodą zasypywania i stolika dyspersji, zgodnie z normą [N20] polega na określeniu masy spoiwa gipsowego, którym może zostać nasyczone 100 g wody podczas jego zasypywania.

W celu wykonania oznaczenia należy do naczynia szklanego wlać 100 g wody, nie

dopuszczając do zwilżenia górnej części ścianki cylindrycznej. Oznacza się masę m_0 przy całkowitym czasie badania wynoszącym 120 s. Spoiwem gipsowym należy równomiernie zasypywać powierzchnię wody w taki sposób, aby po 30 s zaczyn gipsowy osiągnął pierwsze wskazanie pomiarowe, a po 60 s – drugie. Kontynuuje się zasypywanie do momentu, aż zaczyn gipsowy osiągnie wysokość 2 mm poniżej powierzchni wody po upływie 90 s. Podczas następnych 20–40 s należy wsypać na powierzchnię wody taką ilość spoiwa, aby zakryć całe lustro wody. Zaleca się, aby stożki gipsu, które pojawiają się podczas operacji po 3–5 s nasycali się wodą. W przypadku spoiwa, które wykazuje właściwość powolnego opadania, oznakowane poziomy mogą nie zostać osiągnięte w wymaganym czasie. W tym przypadku spoiwo powinno być sypane tylko na wolną powierzchnię wody, w miarę opadania spoiwa. Należy podać czas zasypywania.

Przed ważeniem usuwa się nadmiar spoiwa z krawędzi szklanego naczynia i oznacza masę m_1 . Badanie powinno być powtarzane co najmniej dwa razy. Należy obliczyć średnią masę spoiwa, którym została zasypała woda. Stosunek woda/spoiwo R oblicza się ze wzoru [N20]

$$R = \frac{100}{m_1 - m_0} \quad (8.42)$$

gdzie: m_0 – masa naczynia szklanego + masa wody, g; m_1 – masa naczynia szklanego + masa wody + masa spoiwa, g.

Oznaczenie rozptyłu zapraw gipsowych metodą dyspersji zgodnie z normą [N20] polega na pomiarze rozptyłu zapraw ze spoiw i tynków gipsowych o ciekłej konsystencji po usunięciu formy wcześniej wypełnionej tą zaprawą. W celu wykonania oznaczenia należy do 500 g wody znajdującej się w misce dodać taką ilość spoiwa gipsowego, która pozwoli na otrzymanie średnicy rozptyłu 150–210 mm. Należy zacząć mierzyć czas od momentu rozpoczęcia zasypywania wody spoiwem gipsowym. Potem spoiwo należy wlać do ściętej formy pierścienia Vicata, która znajduje się na szklanej płytce. Typowy ręczny aparat Vicata przedstawiono na RYS. 8.4. Nadmiar zaczynu usuwa się nożem. Po 3 min 15 s od rozpoczęcia wsypywania spoiwa do wody szybko podnosi się stożek Vicata pionowo do góry, pozwalając mieszance rozpląnąć się na płytce, po czym mierzy rozptyw utworzonego placka w dwóch prostopadłych kierunkach i oblicza się średnią. W przypadku, gdy wynik pomiaru przekroczy zakres 150–210 mm, należy powtórzyć całe badanie od początku, stosując większą lub mniejszą ilość spoiwa.

Jeżeli uzyskany rozptyw mieszanki mieści się w przedziale 150–210 mm, należy oznaczyć tę ilość jako m^2 . Stosunek woda/spoiwo R oblicza się ze wzoru [N22]

$$R = \frac{500}{m^2} \quad (8.43)$$

gdzie: m^2 – masa spoiwa, g.

Oznaczenie stosunku woda/tynk gipsowy do utworzenia placka o określonej średnicy rozptyłu metodą stolika wstrząsowego zgodnie z normą [N20] polega na ustaleniu stosunku woda/tynk metodą prób i błędów do momentu utworzenia placka o określonej średnicy rozptyłu. Metoda ta jest stosowana do tynków gipsowych w postaci suchych mieszanek. Placek powstaje po usunięciu formy stożkowej wypełnionej masą i wstrząśnięciu jej na stoliku wstrząsowym. Stosunek woda/tynk dla tynków gipsowych w postaci suchych mieszanek określa się dla wymaganej konsystencji, która zostaje osiągnięta, gdy placek ma średnicę rozptyłu 165

mm. W celu wykonania oznaczenia odważa się 1,2–1,5 dm³ tynku gipsowego. Do suchej miski do mieszania odważa się ilość wody m_3 ustaloną podczas wstępnych badań, po czym wysypuje do niej tynk gipsowy i miesza ręcznie łopatką przez ok. 1 min, a następnie mieszarką z mieszadłem o niskiej prędkości 140 min⁻¹ ruchów obrotowych i 62 min⁻¹ ruchów planetarnych. Na środku szklanej płytki na stoliku wstrząsowym należy ustawić formę stożkową, przytrzymując ją jedną ręką, po czym wlać do niej zaprawę, a nadmiar zaprawy usunąć za pomocą noża. Po upływie 10–15 s należy formę podnieść pionowo, a wszelką pozostałość zaprawy przylegającą do formy dołączyć do placka zaprawy. Następnie należy uruchomić stół wstrząsowy i wykonać 15 wstrząsów ze stałą prędkością jednego obrotu na sekundę. Rozptyw powstałego placka należy zmierzyć w dwóch prostopadłych do siebie kierunkach. Średni rozptyw powinien wynieść 165 mm. Jeżeli rozptyw różni się od wymaganego dla wyrobu, oznaczanie należy powtórzyć ze zwiększoną lub zmniejszoną ilością wody. Stosunek woda/tynk R oblicza się ze wzoru [N20]

$$R = \frac{m_3}{m_4} \quad (8.44)$$

gdzie: m_3 – masa użytej wody, g; m_4 – masa tynku gipsowego, g.

Oznaczenie twardości mas gipsowych zgodnie z [1] polega na pomiarze twardości badanej próbki metodą wgniatania kulki pod wpływem zadanej siły. W celu przygotowania próbek do miski do mieszania należy wsypać zważone 1,2–1,5 dm³ tynku gipsowego, wlać ustaloną podczas wstępnych badań ilość wody i mieszać ręcznie łopatką przez ok. 1 min. Następnie przez 1 min tynk należy mieszać mieszarką z mieszadłem o niskiej prędkości 140 i 62 ruchów planetarnych na minutę. Po ustawieniu formy stożkowej na środku szklanej płytki na stoliku wstrząsowym, przytrzymywanej jedną ręką, wlać do niej przygotowaną zaprawę, a nadmiar



WAKRO
CENTRUM BADAWCZO-ROZWOJOWE

INŻYNIERIA MATERIAŁÓW SYPKICH
www.wakro.com.pl

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

**INNOWACJA
JAKOŚĆ
PRECYZJA**

Laboratorium Materiałów Sypkich i Procesów Spawalniczych

usunąć nożem. Po 10–15 s formę należy podnieść pionowo, a próbkę dokładnie wysuszyć. Twardość określa się przez wgniecenie w próbkę kulki ze stali hartowanej o średnicy 10 mm za pomocą znanej siły. Badanie należy wykonać na dwóch wzdlużnych przeciwnych ścianach próbek przykładając przyrząd pomiarowy prostopadle do badanej ściany w trzech punktach, tak aby odległość między pomiarami wynosiła 1/4 długości badanej próbki. Do wykonania oznaczenia należy przyłożyć siłę nacisku 10 N, a po 2 s zwiększyć ją do 200 N i utrzymywać przez 15 s. Następnie mierzy się głębokość odcisku. Twardość H oblicza się ze wzoru [N23] 6366, MPa

$$H = \frac{F}{\pi \cdot D \cdot t} = \frac{6366}{t}, \text{ MPa} \quad (8.45)$$

gdzie: F – siła nacisku, N; D – średnica kulki, mm; t – średnia głębokość odcisków, μm.

Oznaczanie wytrzymałości gipsu na ściskanie po 2 godzinach twardnienia zgodnie z normą [N19] polega na ściskaniu w maszynie wytrzymałościowej połówek beleczek otrzymanych po badaniu wytrzymałości na zginanie. Dla uzyskania równych prostopadłościąnów należy wyrównać nierówności bocznych ścianek próbek. Przygotowaną próbkę po zmierzeniu mocuje się w szczękach maszyny wytrzymałościowej i po włączeniu jej napędu doprowadza się do zniszczenia próbki. Po odczytaniu maksymalnej siły, przy której następuje zniszczenie próbki, oblicza się wytrzymałość na ściskanie po 2 godz. Rs z następującego wzoru [N19]

$$R_s = \frac{P}{F} \cdot 10^{-2}, \text{ MPa} \quad (8.46)$$

gdzie: P – siła niszcząca, N; F – powierzchnia ściskana, cm².

Oznaczanie wytrzymałości gipsu na zginanie po 2 godzinach twardnienia zgodnie z normą [N19] polega na wyznaczeniu siły niezbędnej do złamania beleczki z zaprawy gipsowej o wymiarach 160×40×40 mm umieszczonej na wałkach podporowych szczęki do zginania maszyny wytrzymałościowej. Górny trzpień łamiący próbkę powinien działać dokładnie w połowie jej długości. Formę do sporządzania beleczek na ściskanie i zginanie przedstawiono na RYS. 8.21.

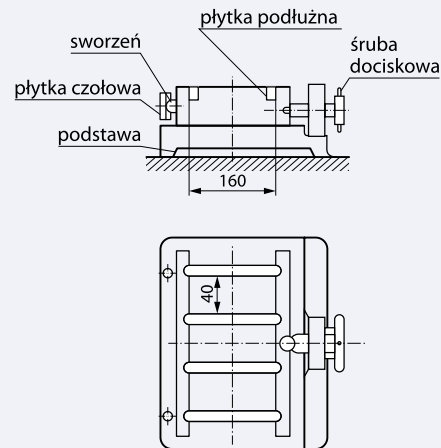
Górna powierzchnia próbki powinna być ustawiona prostopadle do osi trzpieni. Na skali maszyny wytrzymałościowej należy odczytać siłę w chwili złamania beleczki. Urządzenie wskazujące powinno być zaopatrzone we wskazówkę bierną, która wskazuje maksymalną wartość nacisku osiągniętą przy zginaniu po odciążeniu maszyny wytrzymałościowej. Wytrzymałość na zginanie R_{zg} oblicza się z wzoru [N19]

$$R_{zg} = 0,134 \cdot P \cdot 10^{-2}, \text{ MPa} \quad (8.47)$$

gdzie: P – siła niszcząca, N.

Wynikiem końcowym jest średnia arytmetyczna z trzech pomiarów. Jeżeli jeden z wyników różni się od średniej o więcej niż 10%, należy go odrzucić i powtórzyć oznaczenie.

Oznaczanie zmian liniowych związanego zaczynu gipsowego zgodnie z normą [N19] polega na pomiarze wykonanych próbek za pomocą przyrządu Graff-Kaufmana, gdyż zaczyn gipsowy w wyniku parowania wody zmienia objętość. Badanie wykonuje się na beleczkach o wymiarach 4×4×16 mm wykonanych z zaczynu gipsowego o konsystencji



RYS. 8.21

Forma do sporządzania beleczek do badania na ściskanie i zginanie [N19]

normowej, z czopikami umieszczonymi centralnie z obu stron beleczki.

Zaczyn na beleczki sporządza się z 200 g gipsu i odpowiedniej ilości wody, przy czym formy do wykonywania beleczek powinny być natłuszczone. Oznaczenie należy wykonać we wstrząsarce na 6 beleczkach. Po stwardnieniu sprawdza się osadzenie czopików w beleczkach, po czym przechowuje je w temp. 200°C. Pierwszy pomiar wychylenia wskazówek czujnika wykonuje się po 2 godz. od chwili dodania gipsu do wody, po czym próbki suszy się do stałej masy i wykonuje kolejny pomiar. Wyniki należy podać w procentach.

W TEKŚCIE ZOSTAŁA ZACHOWANA ORYGINALNA
NUMERACJA ILUSTRACJI I ODNOŚNIKÓW
DO LITERATURY

Kubińska-Jabcoń Ewa, Wiktor Kubiński, Mariusz Niekurzak

BADANIE TOWARÓW PRZEMYSŁOWYCH

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

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

surowce i wyroby włókiennicze

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

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

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



ro-

Sztuczna inteligencja zarządza już ponad 40 fabrykami w Polsce

www.iposystem.com.pl

Zaspokojenie potrzeb klienta 4.0, szybka odpowiedź na niespodziewane zdarzenia, a nawet skuteczne wsparcie w czasie pandemii koronawirusa - to tylko niektóre korzyści, jakie odnotowują pionierzy wykorzystania sztucznej inteligencji do zarządzania produkcją. Już ponad 40 polskich fabryk wdrożyło IPOsystem, czyli cyfrowego robota, który zastępuje menedżerów i planistów, samodzielnie podejmując decyzje operacyjne w halach produkcyjnych. Firmy, takie jak Promotech czy ICE Group, uzyskały dzięki wdrożeniu kilkudziesięcioprocentowe wzrosty wydajności.



Opublikowane wyniki badania przeprowadzonego przez EY pokazały, że aż 64% zarządzających firmami z całego świata w ciągu najbliższych dwóch lat zamierza zainwestować w sztuczną inteligencję. W tych działaniach upatruje się m.in. szansy na zwiększenie zdolności adaptacji do zmieniających się warunków i oparcie decyzji o analizę Big Data. Okazuje się, że możliwość „zatrudnienia” AI nie jest zarezerwowana wyłącznie dla gigantów technologicznych. IPOsystem – rozwiązanie opracowane przez polskich specjalistów – to pierwszy na świecie autonomiczny system decyzyjny, który samodzielnie, bez udziału planistów, zarządza nawet najbardziej złożoną produkcją. To rozwiązanie Przemysłu 4.0 wykorzystuje wąską sztuczną inteligencję do koordynowania pracy ludzi i maszyn.

Jak mówi Krzysztof Fiegler, członek zarządu, współtwórca rozwiązania, IPOsystem jest pierwszym na świecie autonomicznym systemem decyzyjnym, którego głównym

celem jest terminowa realizacja zleceń, przy jak najbardziej efektywnym wykorzystaniu wszystkich dostępnych zasobów produkcyjnych. – IPOsystem przenosi naszych klientów na wyższy poziom funkcjonowania – staje się jedną z najważniejszych przewag konkurencyjnych. Cyfrowy robot – serce systemu – przejmuje rolę menedżerów w zakresie planowania produkcji i przydzielania zadań pracownikom. Wystarczy wprowadzić zlecenia wraz z termi-

nami ich realizacji, by IPOsystem samodzielnie, bez konieczności harmonogramowania, wydał odpowiednie polecenia i zarządził wszystkimi zasobami – podkreśla.

AUTONOMICZNIE ZARZĄDZANE FABRYKI W POLSCE

System samodzielnie i bezobsługowo analizuje bieżące informacje produkcyjne, by w ciągu maksymalnie 5 sekund podjąć





decyzję i wydać pracownikowi optymalne w danym momencie polecenie pracy. Menedżerowie oszczędzają czas, a zamiast planowania i zarządzania zasobami, kontrolują wydajność i efektywność procesów, rozwiązując problemy technologiczne i podejmując działania usprawniające procesy produkcyjne w oparciu o rzetelne dane generowane przez system.

O kluczowych korzyściach IPOsystem, takich jak wzrost wydajności produkcji o 15–30% po roku od uruchomienia systemu, oszczędnościach czasu pracy managerów o 70% i redukcji kosztów zarządzania produkcją, przekonało się już ponad 40 firm produkcyjnych, które w ostatnich latach wdrożyły rozwiązanie. Autonomiczne zarządzanie procesami produkcyjnymi sprawiło, że firmy, które wdrożyły system, dużo lepiej radzą sobie w czasach pandemii koronawirusa. Dobrym przykładem jest firma ICE Group z Rybnika, polski producent maszyn i urządzeń do przemysłowej produkcji łodów, w której produkcją zarządza cyfrowy robot już od 2014 r.

– Nasza firma była jedną z pierwszych, które wdrożyły IPOsystem. Mimo pewnych obaw związanych z powierzeniem produkcji systemowi, absolutnej wtedy nowości na rynku, nie wyobrażam sobie obecnie funkcjonowania bez niego. Korzyści, które osiągnęliśmy dzięki IPOsystem, m.in. wzrost produktywności zasobów

o co najmniej 20–25%, potwierdza słuszność decyzji o wdrożeniu. Ostatnie lata były dla nas rekordowe pod względem wielkości sprzedaży i jestem przekonany, że terminowa realizacja zamówień bez IPOsystem byłaby niezwykle trudna, a wręcz niemożliwa. Dodatkowo, dzięki możliwości pracy zdalnej i bezpośredniemu wydawaniu zadań pracownikom, system pomógł nam uniknąć większych perturbacji związanych z zakażeniami koronawirusem – mówi Mariusz Goik, dyrektor generalny, wiceprezes firmy ICE Group.

Z kolei w przypadku producenta zaawansowanych technologicznie, profesjonalnych elektronarzędzi i sprzętu dla przemysłu, firmy Promotech z Białegostoku, IPOsystem samodzielnie sterował produkcją pomimo dużych zmian w dostępności pracowników. Artur Zawadzki, dyrektor operacyjny firmy Promotech podkreślił, że ta sytuacja nie wpłynęła

na płynność realizacji zamówień, a funkcjonalność systemu sprawiła, że można było szybko reagować na wszelkie problemy. – Najważniejsze dla nas jest to, że IPOsystem, zarządzając produkcją optymalnie, spowodował 25% wzrost produktywności naszych zasobów. Poza uzyskaniem nowego poziomu efektywności produkcji, stale doskonalimy naszą organizację, rozwijamy sprzedaż i zwiększamy konkurencyjność w oparciu o dokładne i rzeczywiste dane z systemu, zaś możliwość pracy zdalnej pozwoliła uniknąć zagrożeń związanych z pandemią – dodaje.

IPOsystem jest wdrażany w kolejnych firmach, a także stale uzupełniany o nowe funkcje. To innowacyjne polskie rozwiązanie informatyczne wpisuje się w koncepcję Przemysłu 4.0, wspierając odporność firm produkcyjnych na nieprzewidziane zjawiska gospodarcze. ■

UIBS Teamwork Sp. z o.o. to zespół polskich innowatorów, technologów i programistów, który opracował IPOsystem, pierwszy na świecie, system decyzyjny klasy ADS. IPOsystem zarządza już produkcją w 40 przedsiębiorstwach w Polsce, codziennie sterując pracą prawie 10 000 pracowników, dla których generuje ok. 35–45 tysięcy decyzji operacyjnych. IPOsystem jest laureatem godła „Teraz Polska” w kategorii Innowacje, a także zdobywcą wielu branżowych nagród.

UIBS Teamwork Sp. z o.o., ul. Podmiejska 95, 44-207 Rybnik
tel. + 48 502 300 450 e-mail: iposystem@uibs.com.pl

powder&bulk
MATERIAŁY SYPKIE I MASOWE

Zasypujemy informacjami!

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

Instalacje wentylacji dla laboratoriów przemysłowych w portfolio firmy BART

Zakłady przemysłowe wielu sektorów przemysłu posiadają własne laboratoria na potrzeby kontroli jakości, jak i prac rozwojowych. Podczas przeprowadzanych doświadczeń, w tym procesów fizykochemicznych, powstaje ryzyko bezpośredniego kontaktu ze szkodliwymi pyłami, gazami i oparami substancji niebezpiecznych dla zdrowia pracowników. Muszą być one odpowiednio usuwane i unieszkodliwiane, co stanowi wyzwanie dla skrojonych na miarę systemów wentylacji. Prawidłowo zaprojektowana i wykonana instalacja wentylacji zapewni bezpieczne i komfortowe środowisko pracy dla laborantów, jak i właściwą jakość powietrza otaczającego przedmiot badawczy.



SPECJALIZACJA LABORATORIUM A DOBÓR ROZWIĄZAŃ

Wyznacznikiem nowoczesnej firmy oferującej rozwiązania dla rynku przemysłowego jest posiadanie rozbudowanego laboratorium oraz działu badawczo-rozwojowego. W zależności od technologii, przeprowadzanych procesów, używanych odczynników i wymogów branżowych mogą to być laboratoria pomiarowe, fizyczne, mechaniczne, biologiczne, analityczne, laboratoria syntezy związków chemicznych czy też laboratoria „pod specjalnym nadzorem” dla badań mikrobiologicznych lub radiologicznych. Rodzaj laboratorium i wymagany poziom bezpieczeństwa warunkuje użycie różnorodnych urządzeń laboratoryjnych, a tym samym różnych rozwiązań w zakresie uzdatniania powietrza.

WENTYLACJA BYTOWA POMIESZCZEŃ LABORATORYJNYCH

Laboratoria w wielu zakładach przemysłowych ze względu na swoją specyfikę podłączone są do przeznaczonego dla nich układu wentylacyjnego, obsługiwane przez rozbudowane centrale nawiewno-wywiewne z dobranymi urządzeniami filtrującymi, układem chłodząco-grzewczym czy układem odzysku ciepła. Kluczowe bowiem znaczenie ma zarówno przygotowanie odpowiedniej jakości powietrza nawiewanego, jak i filtracja powietrza wywiewanego z laboratorium. Powietrze napływające

do pomieszczeń badawczych musi mieć odpowiedni do wymagań stopień czystości oraz umożliwiać utrzymanie swoich ścisłych parametrów (temperatury i wilgotności), aby zapobiec nieprawidłowościom podczas wykonywania badań i zanieczyszczeniu próbek. Z kolei powietrze usuwane z pomieszczenia musi być uzdatnione tak, żeby ochronić personel i środowisko zewnętrzne przed szkodliwymi substan-

cjami, które mogą stanowić zagrożenie dla zdrowia i życia.

KONTROLA WYDAJNOŚCI STRUMIENIA POWIETRZA I KROTNOŚĆ WYMIAN

Nieodłączną kwestią jest kontrola wydajności wentylacji bytowej. Obliczenie potrzebnej ilości powietrza wentylacyjnego i jego parametrów dokonuje się w oparciu o przeprowadzony bilans ciepła, wilgoci i emisji zanieczyszczeń, czynników powodujących zmianę parametrów powietrza w pomieszczeniu, mając na względzie jego kubaturę, ilość osób obsługi, stężenie zanieczyszczeń. W laboratorium wymagana jest zwiększona ilość wymian powietrza w czasie w stosunku np. do pomieszczeń biurowych – jest to od siedmiu do piętnastu wymian na godzinę. Szczegółowe analizy wskażą potrzebną ilość wymian, w zależności np. od jednoczesności pracy wybranych urządzeń laboratoryjnych. W przypadku zaś wentylacji awaryjnej ilość tych wymian może sięgać nawet 20 i więcej.



WENTYLACJA MIEJSCOWA PRZEZNACZONA DLA URZĄDZEŃ LABORATORYJNYCH

Wszelkie zanieczyszczenia najlepiej wychwytywać już w strefie ich powstawania, lokalnie, aby ograniczać do minimum ich rozprzestrzenianie się, spowodowane wymianą powietrza w pomieszczeniu. Znajdują tu zastosowanie specjalne urządzenia laboratoryjne dostosowane do rodzaju używanych substancji i ich właściwości. W laboratoriach spotykamy więc dygestoria, komory wyciągowe i okapy, ramiona odciągowe, odciągi znad urządzeń technologicznych, neutralizatory oparów czy komory laminarne. Wymagają one niezależnych wyciągów i podłączenia do specjalnych układów wentylacyjnych, które usuwają zanieczyszczone w strefie roboczej powietrze poza pomieszczenie laboratorium lub lokalną ich neutralizację. W zależności od specyfiki stanowiska pracy wyciągi pracują w sposób ciągły lub okresowy, podobnie jak same urządzenia. W sposób ciągły pracują przykładowo odciągi z szaf na odczynniki i chemikalia.

Wymienione urządzenia występują w szerokim wyborze rozmiarów i odmian (wykonanie standardowe, chemoodporne czy antystatyczne, wykonanie EX, wykonanie ze stali nierdzewnej, ze stali o podwyż-

szonej odporności chemicznej lub z chemoodpornego polipropylenu lub PCW) i dobiera się je w zależności od np. rodzaju oparów (nieagresywne, agresywne, palne), wymaganej ilości odciąganego powietrza. Prawidłowa praca odciągów miejscowych wynika z poprawnie określonej minimalnej prędkości powietrza koniecznej do porywania zanieczyszczeń, zasięgu działania, podciśnienia wywołanego pracą wentylatora.

W wielu przypadkach projektuje się także strefy ściśle kontrolowane, oparte na barierze w postaci odpowiedniej różnicy ciśnień, kaskady ciśnień – np. służy bezpieczeństwu osobowe i materiałowe, okna podawcze dla zapewnienia akceptowanych parametrów, usunięcia zanieczyszczeń, ograniczenia migracji i rozprzestrzeniania się zanieczyszczeń pomiędzy strefami.

ZINTEGROWANY SYSTEM WENTYLACYJNY ZESPOŁU LABORATORIUM

Na wentylację zespołu pomieszczeń laboratoryjnych składa się więc system nawiewno-wywiewny wentylacji ogólnej, bytowej wraz z dedykowanymi instalacjami lokalnego usuwania zanieczyszczeń. Prawidłowe jej działanie, jak i redukcję zużycia



SKORZYSTAJ Z REKLAMY W INTERNECIE!

powder&bulk
MATERIAŁY SYPKIE I MASOWE

**Szeroka oferta
banerów
i newsletterów!**



Kontakt:

redakcja@powderandbulk.com.pl

tel. 32 262 76 22, 510 485 880



energii elektrycznej w okresach, kiedy laboratoria i urządzenia laboratoryjne nie są w pełni użytkowane, zapewnia zintegrowanie układu wentylacyjno-klimatyzacyjnego poprzez systemy sterowania i automatyki przemysłowej. Zainstalowane w poszczególnych opomiarowanych węzłach instalacji regulatory VAV (ang. *Variable Air Volume*) płynnie regulują ilość powietrza nawiewanego do pomieszczenia przez wentylację bytową w zakresie pomiędzy zadaną wcześniej dolną i górną wartością, w zależności od sygnału sterującego. Napływ powietrza kompensującego jest dynamicznie zmieniany w zależności od obciążeń termicznych i stopnia użytkowania poszczególnych elementów laboratorium. Możliwa jest wtedy bezpieczna praca użytkowników. Bez takiej kompensacji włączenie lokalnych wyciągów spowodowałoby niekontrolowaną zmianę ciśnienia w pomieszczeniu, jak i możliwość jego przechłodzenia, a w konsekwencji – przenikanie zanieczyszczeń pomiędzy strefami czystymi i brudnymi.

WŁAŚCIWY DOBÓR ISTOTNYCH ELEMENTÓW INSTALACJI

Obliczenia bilansu zysków ciepłych i wydatków powietrza, technologia laboratorium, obecne urządzenia i elementy ssące, jak i ich usytuowanie, decydują o rodzaju i parametrach istotnych elementów instalacji wentylacji mechanicznej. Jest to wielkość i konstrukcja centrali wentylacyjnej, spręż wentylatorów centrali wentylacyjnej, skuteczność filtrów, moc nagrzewnicy centrali, moc chłodnicy centrali, usytuowanie sieci przewodów ssawnych i tłocznych oraz miejsce wylotu na zewnątrz i czerpania powietrza. Wykonane instalacje sanitarne zapewnią odpowiednie warunki higieniczne i termiczne, jak i akustyczne. Tłumienie hałasu i drgań to zadanie dla np. tłumików akustycznych i wibroizolatorów. Wszystkie urządzenia są dobierane zgodnie z wytycznymi obowiązujących norm europejskich i polskich, jak i branżowymi wytycznymi.

KOMPLEKSOWOŚĆ USŁUG OFEROWANYCH PRZEZ FIRMĘ BART

Wiedza i doświadczenie specjalistów firmy BART pozwalają na zaproponowanie „szytych na miarę” systemów wentylacyjnych wspieranych przez inne instalacje sanitarne, przeznaczonych do

konkretnych potrzeb zespołu pomieszczeń laboratoryjnych. Instalacje oparte na automatycznej regulacji przepływu strumienia powietrza gwarantują wysoki poziom komfortu cieplnego, bezpieczeństwo pracy z wykorzystaniem szkodliwych substancji, a jednocześnie energooszczędność.

Firma BART, ekspert w dziedzinie instalacji wspierających zdrowe i bezpieczne środowisko pracy, wykonuje instalacje odpylania procesowego, wentylacji przemysłowej, odkurzania, klimatyzacji precyzyjnej, a także instalacje ciepła technologicznego, instalacje chłodnicze oraz towarzyszące. W zakresie instalacji według zaleceń dyrektywy ATEX pomaga ona w uzyskaniu satysfakcjonujących rezultatów i wysokiej skuteczności zabezpieczeń. Podkreślić należy, że oprócz najwyższych standardów bezpieczeństwa, jakimi cechują się instalacje firmy BART, bardzo istotny jest także ich charakter proekologiczny. Nacisk, jaki jest kładziony na skuteczność, energooszczędność i niską emisję hałasu, pokazuje, że celem jest zminimalizowanie niekorzystnych wpływów na środowisko oraz podniesienie standardów bezpieczeństwa na najwyższy poziom.

BART w ostatnim czasie zaprojektował i wykonał układy wentylacyjne dla firm branży ceramicznej, spożywczej, farmaceutycznej, elektronicznej i motoryzacyjnej, a także dla przemysłu lotniczego i wielu innych. Więcej informacji dotyczących wdrażanych rozwiązań znaleźć można na stronie firmowej www.bart-vent.pl, stronie marki BT Cleanroom (poświęconej pomieszczeniom czystym): www.btcleanroom.pl oraz na stronie www.fumex.pl – witrynie prezentującej m.in. odciągi laboratoryjne szwedzkiej firmy Fumex, której BART jest wyłącznym dystrybutorem w Polsce. ■

WWW.BART-VENT.PL



BART

instalujemy czyste powietrze

Wentylacja przemysłowa
Klimatyzacja precyzyjna
Odpylanie i Odkurzanie
Instalacje ATEX

Kompleksowe realizacje
stref czystych CLEANROOM
w formule "Projektuj i Buduj"

BART Sp. z o.o.
bart-vent.pl
BTCleanroom.pl

Nowoczesny pomiar optyczny kilkukrotnie przyspiesza kontrolę granulacji i kształtu cząstek



Monika Kwiatkowska, Dorota Kamińska,
dr inż. Dariusz Siemaszko

Czy jest możliwy szybki, automatyczny pomiar, zgodny z analizą sitową, który odciąża personel laboratorium, przyspiesza cały proces produkcyjny i pozwala zachować wysoki poziom kontroli jakości? Czy można sprawdzić granulację nawet kilkudziesięciu próbek na zmianie? Czy można uzyskać dodatkowe informacje o surowcu lub produkcji, przydatne dla działu badań i rozwoju, by jeszcze lepiej zaspokajać potrzeby klientów? Otóż można – odpowiedzią jest analizator mini 3D – innowacja na skalę światową, nowoczesny kompaktowy analizator wielkości i kształtu cząstek polskiej produkcji.

ANALIZATOR MINI 3D

Analizator mini 3D jest dedykowany do pomiaru w warunkach laboratoryjnych rozkładu wielkości cząstek oraz ich kształtu. Pomiar odbywa się w powietrzu lub zawieszinie i jest niezależny od właściwości fizycznych i chemicznych mierzonych cząstek.

Przyrząd wyposażony jest w trzy moduły:

- moduł Auto, który dozjuje cząstki od 2 μm do 3500 μm ;
- moduł Ultra, który dozjuje cząstki od 0,5 do 500 μm ;
- moduł Hydro, który dozjuje cząstki od 0,5 do 600 μm .

To, co wyróżnia analizator mini 3D spośród innych urządzeń, to:

- każda cząstka w próbce jest opisana przez trzy wymiary, co pozwala na prawdziwą przestrzenną analizę kształtu cząstek;
- prosty pomiar w powietrzu – nabierasz próbkę, wsypujesz do modułu dozującego i mierzysz. Prościej się nie da!
- możliwość pomiaru materiałów zawilgotnionych (przy użyciu modułu Ultra), granulatów i piasków (przy użyciu modułu Auto), jak również zawiesin proszków w cieczach (moduł Hydro);
- bardzo szybki pomiar – wynik analizy po 3–10 minutach od włączenia komputera;
- dzięki zastosowanemu oprogramowaniu możliwa jest pełna symulacja analizy zgod-



nie z sitami mechanicznymi według metody ELSIEVE (patent Kamika nr PAT.205738);

- oprogramowanie pozwala także na wyznaczenie powierzchni właściwej badanych substancji (przy znanej mikromorfologii ziaren).

METODA POMIARU

System mini 3D wykorzystuje stosowaną przez firmę Kamika metodę pomiaru w świetle przechodzącym. Więcej informacji jest na stronie https://kamika.pl/Zasady_pomiaru_wielkosci_czastek. Zastosowanie tej metody umożliwiło zaprojektowanie przyrządu pomiarowego mierzącego każdą cząstkę w trzech wymiarach.

PRZYRÓWNANIE DO WZORCA WG SIT KONWENCJONALNYCH

Dzięki opatentowanej metodzie ELSIEVE analizator mini 3D pozwala zastąpić pomiary

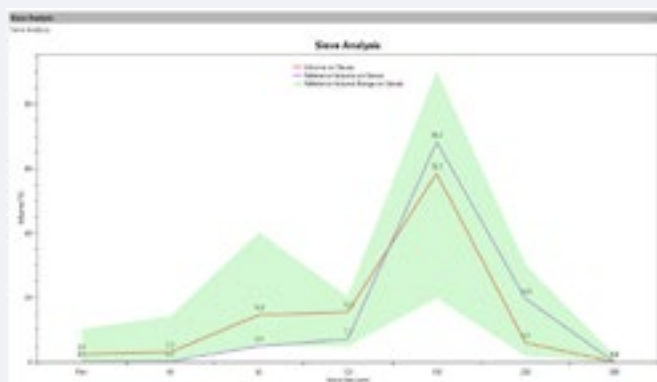


FOT. 1

Analizator mini 3D

na tradycyjnych sitach, eliminując wszelkie uciążliwości tej metody. Dodatkowo zapewnia następujące zalety:

- pomiar jest w 100% zgodny z analizą sitową, co zostało również potwierdzone pomiarami mikroskopowymi;
- pomiar jest szybki i precyzyjny, także dla drobnych, kilkumikronowych cząstek, a wyniki widoczne są natychmiast po zakończonym pomiarze;
- automatyzacja pomiarów odciąża personel laboratorium;
- raz wykonany pomiar można przeliczyć na dowolny zestaw sit według wymagań klienta lub przełożonych, bez konieczności kolejnych pomiarów;
- możliwość przejścia charakterystyki dotychczasowych sit zapewnia pełną kompatybilność z dotychczasowymi badaniami;
- nic nie trzeba ważyć, więc szybkość i wygoda jest nieporównywalna z analizą sitową.



Sieve Analysis Results in Table

Sieve Size [μm]	Min [%]	Ref [%]	Max [%]	Volume [%]	# of Particles	Passing [%]	Retained [%]
500	0.0	0.0	2.5	0.0	0	100.0	0.0
250	2.0	19.6	38.0	6.0	50	94.0	6.0
150	20.0	68.2	96.0	58.5	1741	35.5	64.5
125	5.0	7.0	28.0	15.5	1026	20.1	79.9
63	5.0	4.9	48.0	14.6	2926	5.4	94.6
45	0.0	0.1	14.0	3.0	2229	2.4	97.6
0	0.0	0.1	18.0	2.4	14842	-0.0	100.0

RYS. 1

Analiza sitowa - rozkład różniczkowy. Pomiar, próbka odniesienia i zakres MIN-MAX (wykres i tabela)

Wyniki pomiaru można porównać z wynikami wzorca, otrzymanymi na sitach mechanicznych, które użytkownik wprowadza do programu, według metody ELSIEVE. Wyniki przedstawiane są w formie tabelarycznej oraz w postaci wykresu, na którym prezentowany jest rozkład zmierzzonej próbki, rozkład wzorca według ustalonych sit oraz przedziały minimalnego (MIN) i maksymalnego (MAX) udziału cząstek na danym sicie (RYS. 1).

Otrzymane wyniki można prezentować w postaci wykresu udziału na poszczególnych sitach, przepadu lub pozostałości (RYS.2).

PRZYKŁADOWA ANALIZA KSZTAŁTU

Każda cząstka zmierzona jest w trzech prostopadłych wymiarach – przyrząd generuje raport z informacją o wymiarach x, y, z każdej cząstki. Dodatkowo cząstki dzielone są

według swojego kształtu zgodnie z charakterystyką Zingga. Charakterystyka ta analizuje proporcje między trzema wymiarami cząstki i klasyfikuje je jako sfery (*Spheroids*), dyski (*Discs*), walce (*Rods*) i klingi/płytki (*Blades*).

Każda cząstka umieszczona jest w przestrzennej macierzy o zdefiniowanych przez użytkownika wymiarach, co daje dowolną możliwość kombinacji różnych kształtów. RYS. 3 przedstawia macierz 100×100, RYS. 4 macierz 10×10. Możliwa jest również prezentacja wyników w postaci wykresu 3D (RYS. 5).

Dla każdej ze zmierzonych średnic ekwiwalentnych zdefiniowany jest procentowy udział kul, walców, kling i dysków.

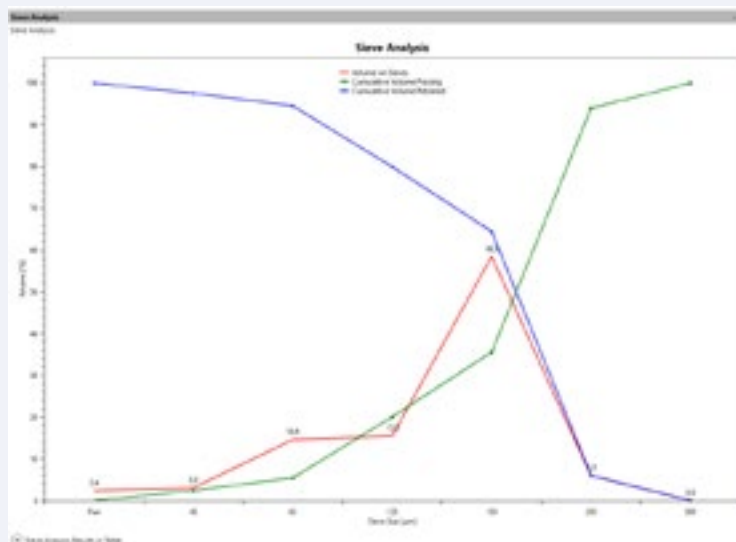
PRACE BADAWCZE

Firma KAMIKA INSTRUMENTS od ponad 35 lat projektuje, wykonuje i dostarcza analizatory do pomiaru ilości, wielkości i kształtu cząstek.

Zdobyte w tym czasie doświadczenie umożliwiło kilka lat temu wypuszczenie na rynek serii analizatorów wykonujących pomiar, nie jednego jak było do tej pory, lecz wszystkich trzech wymiarów danej cząstki. Pierwszym urządzeniem z tej serii był analizator AWK 3D mierzący cząstki o wielkości od kilkuset mikrometrów do 30 mm. Bardzo pozytywny odzew rynku na ten analizator skłonił firmę do rozpoczęcia prac nad urządzeniem dedykowanym znacznie mniejszym, trudniejszym do analizy, mikrocząstkom.

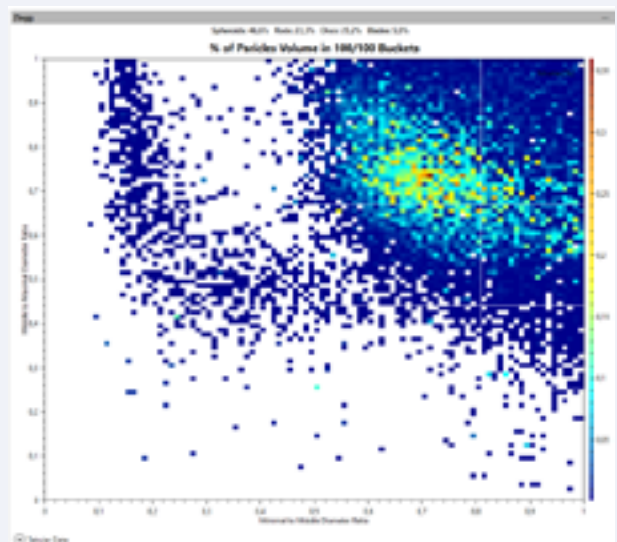
Badania przeprowadzono w ramach projektu „Innowacyjny analizator cząstek mini 3D”, sfinansowanego ze środków Unii Europejskiej – Europejskiego Funduszu Rozwoju Regionalnego w ramach Programu Operacyjnego Inteligentny Rozwój 2014–2020.

WWW.KAMIKA.PL



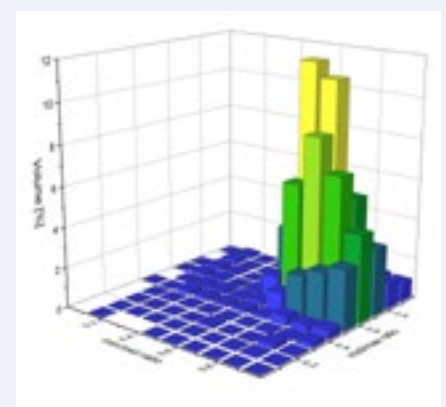
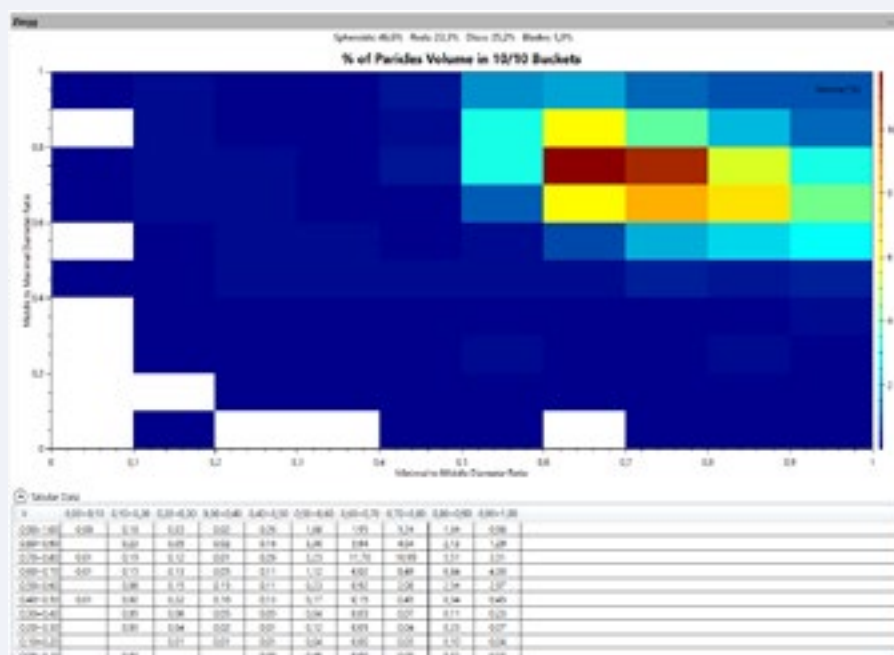
RYS. 2

Analiza sitowa – udział na poszczególnych sitach, przepad i pozostałość



RYS. 3

Rozkład klasyfikacji Zingga mini 3D – 100x100 (wykres)



RYS. 5

Rozkład klasyfikacji Zingga mini 3D – 10x10 (wykres 3D)

RYS. 4

Rozkład klasyfikacji Zingga mini 3D – 10x10 (wykres i tabela)

Procedury metrologiczne

Janusz Piotrowski
Krystyna Kostyrko

Procedury metrologiczne mające moc prawną ustanawiają państwa. Każde z państw ma suwerenną władzę w ustanawianiu obowiązujących w państwie jednostek miar.

W celu zapewnienia jedności miar w cywilizowanym świecie w 1875 r. 16 państw podpisało Konwencję Metryczną, zobowiązując się do współpracy w tej dziedzinie. Polska przystąpiła do Konwencji Metrycznej w 1925 r. Dzieło Konwencji kontynuuje jej organ – Generalna Konferencja Miar. Konferencja ustanawia i uaktualnia jednostki miar wielkości fizycznych oraz wzorce jednostek miar. Procedury te mają charakter umowy międzynarodowej. Są to procedury metrologiczne najwyższej rangi.

Procedury metrologiczne mające moc prawną ustanawiają państwa. Każde z państw ma suwerenną władzę w ustanawianiu obowiązujących w państwie jednostek miar. W Polsce sprawy te regulują ustawy:

- Ustawa o utworzeniu Głównego Urzędu Miar (GUM) z dnia 3 kwietnia 1993 r. (Dz.U. Nr 55 z 1993 r., poz. 247),
- Ustawa Prawo o miarach z dnia 11 maja 2001 r. (Dz.U. Nr 243 z 2004 r., poz. 2441 z późniejszymi zmianami).

Z mocy prawa Prezes Głównego Urzędu Miar:

- ustala nazwy, definicje i oznaczenia legalnych jednostek miar¹, ustanawia państwowe wzorce jednostek miar, do których są odnoszone przyrządy pomiarowe kontrolne i użytkowe, według hierarchicznych układów sprawdzać,
- zapewnia powiązanie państwowych wzorców jednostek miar ze wzorcami międzynarodowymi i ze światowym systemem wzorców państwowych, koordynowanym przez Międzynarodowe Biuro Miar BIPM (*Bureau International des Poids et Mesures*),
- opracowuje przepisy metrologiczne określające wymagania, jakim powinny odpowiadać przyrządy pomiarowe podlegające prawnej kontroli metrologicznej, Obwieszczenia Prezesa GUM publikowane są w Dzienniku Urzędowym Głównego Urzędu Miar wydawanym przez Biuro Prawne GUM.



Źródło: www.metrologia-blog.pl

Minister Gospodarki na wniosek Prezesa GUM określa przyrządy pomiarowe podlegające legalizacji², stosowane:

1. w obrocie publicznym do wyznaczania ilości albo jakości rzeczy lub usług w celu uzyskania prawidłowej podstawy do rozliczeń,
2. przy produkcji i badaniu środków leczniczych,
3. przy czynnościach urzędowych.

Legalizacja jest sprawdzeniem, stwierdzeniem i poświadczeniem przez organ administracji miar, że przyrząd pomiarowy spełnia wymagania przepisów metrologicznych i może być stosowany do celów określonych w ustawie. Ogólnie mówiąc o punkcie (1), legalizacji podlegają przyrządy używane w obrocie handlowym: wagi, liczniki energii elektrycznej, wodomierze, gazomierze, dystrybutory paliw, taksometry itd., niektóre przyrządy do pomiarów wielkości fizykochemicznych (wzorce lepkości, mierniki gęstości, wilgotności nasion i zbóż), mierniki poziomu hałasu, wibracji itp. Okres ważności legalizacji jest ściśle określony. Do legalizacji narzędzi pomiarowych upoważniony jest GUM (w tym Okręgowe i Obwodowe Urzędy Miar).

Inną czynnością metrologiczną z zakresu metrologii prawnej jest ocena zgodności przyrządów pomiarowych z wymaganiami zasadniczymi dyrektyw dotyczących przyrządów pomiarowych. Minister Gospodarki zgodnie z wymaganiami zasadniczymi dyrektyw określa przyrządy pomiarowe podlegające ocenie zgodności³.

Ocena zgodności jest sprawdzeniem, stwierdzeniem i poświadczeniem, że przy-

rząd pomiarowy spełnia wymagania zasadnicze (metrologiczne) ustalone w Rozporządzeniu Ministra Gospodarki wdrażającym właściwą dyrektywę, np. MID lub NAWI, a jego wskazania zostały odniesione do państwowych wzorców jednostek miar i są z nimi zgodne w granicach określonych błędów pomiaru.

Do badań w ramach oceny zgodności upoważnione są laboratoria wzorujące, akredytowane (również GUM oraz Okręgowe i Obwodowe Urzędy Miar) przez

Polskie Centrum Akredytacji PCA i notyfikowane przez Komisję Europejską do wykonywania tych czynności w określonym zakresie⁴.

Certyfikat przyrządu pomiarowego poświadcza pośrednio spójność pomiarową wzorców jednostek miar (wzorca definicyjnego lub międzynarodowego) z przyrządem badanym na zgodność badania typu WE i zapewnia w ten sposób jednolitość miar w Unii Europejskiej⁵ itd.

Powyżej wymieniono kilka procedur pomiarowych. Procedura jest umową, przepisem, sposobem postępowania lub paradygmatem⁶. Procedura pomiarowa dotyczy określonej dziedziny wiedzy. Istnieje pewna hierarchia ważności lub zasięgu procedur pomiarowych. Aby problem ten przedstawić wyraźnie, podzielimy metrologię na działy:

1. metrologia prawna,
2. metrologia naukowa,
3. metrologia użytkowa.

Procedury obowiązujące w metrologii przedstawiono na RYS. 1.

W metrologii prawnej obowiązują procedury 1, 2 o zasięgu międzynarodowym oraz 3, 4, 5.1, 5.2 obowiązujące w Polsce i 5.3 w UE. Numeracja 1÷5 oznacza równocześnie ich hierarchię ważności. Procedury 5.1÷5.3 są na tym samym poziomie, a liczba tych procedur jest dyskusyjna. W hierarchii procedur metrologii prawnej pominięto

1) Nazwy, definicje i oznaczenia legalnych jednostek miar podaje Rozporządzenie Rady Ministrów z dnia 30 listopada 2006 r. w sprawie legalnych jednostek miar (Dz.U. Nr 225, poz. 1638) oraz Rozporządzenie Rady Ministrów z dnia 12 stycznia 2010 r. zmieniające rozporządzenie w sprawie legalnych jednostek miar (Dz.U. Nr 9, poz. 61).

2) Aktualny wykaz przyrządów pomiarowych podaje: Rozporządzenie Ministra Gospodarki z dnia 27 grudnia 2007 r. w sprawie rodzajów przyrządów pomiarowych podlegających prawnej kontroli metrologicznej oraz zakresu tej kontroli (Dz.U. z 2008 r. Nr 3, poz. 13), Rozporządzenie Ministra Gospodarki z dnia 2 czerwca 2010 r. zmieniające rozporządzenie w sprawie rodzajów przyrządów pomiarowych podlegających prawnej kontroli metrologicznej oraz zakresu tej kontroli (Dz.U. Nr 110, poz. 727), Rozporządzenie Ministra Gospodarki z dnia 7 stycznia 2008 r. w sprawie prawnej kontroli metrologicznej przyrządów pomiarowych (Dz.U. Nr 5, poz. 29) oraz Rozporządzenie Ministra Gospodarki z dnia 2 czerwca 2010 r. zmieniające rozporządzenie w sprawie prawnej kontroli metrologicznej przyrządów pomiarowych (Dz.U. Nr 110, poz. 728).

3) Ustawa z dnia 30 sierpnia 2002 r. – o systemie oceny zgodności (Dz.U. z 2010 r. Nr 138, poz. 935 i Nr 107 poz. 679, Nr 114, poz. 760 oraz z 2011 r. Nr 102, poz. 586). Obowiązkowi oceny zgodności podlegają przyrządy pomiarowe wymienione w dokumentach: Rozporządzenie Ministra Gospodarki, Pracy i Polityki Społecznej z dnia 11 grudnia 2003 r. w sprawie zasadniczych wymagań dla wag nieautomatycznych podlegających ocenie zgodności (Dz.U. z 2004 r. Nr 4, poz. 23), Rozporządzenie Ministra Gospodarki z 18 grudnia 2006 r. w sprawie zasadniczych wymagań dla przyrządów pomiarowych (Dz.U. z 2007 r. Nr 3, poz. 27), Rozporządzenie Ministra Gospodarki z dnia 16 sierpnia 2010 r. zmieniające rozporządzenie w sprawie zasadniczych wymagań dla przyrządów pomiarowych (Dz.U. Nr 163, poz. 1103).

4) Jednostką akredytującą laboratoria wzorujące jest PCA powołane na mocy Ustawy z dnia 30 sierpnia 2002 r. – o systemie oceny zgodności. PCA określa warunki i tryb akredytacji laboratoriów wzorujących oraz sprawowania nadzoru nad tymi laboratoriami, a strona www.pca.gov.pl zawiera szczegółowe informacje o trybie postępowania przy ubieganiu się o akredytację laboratorium wzorującego. Proces zakwalifikowania laboratorium do notyfikacji przez Komisję Europejską prowadzi minister właściwy ze względu na przedmiot oceny zgodności (tj. Minister Gospodarki).

5) Ustawa z dnia 28 czerwca 1993 r. – Prawo o miarach (Dz.U. z 1993 r. Nr 55, poz. 248 z późniejszymi zmianami) nakłada obowiązek zatwierdzenia typu przyrządów pomiarowych podlegających obowiązkowi uwierzytelnieniu. Przepis ten nie jest stosowany w innych państwach i ww. ustawa musiała być w tym zakresie zniesiona przez usunięcie tego wymagania.

6) Paradygmat jest to metodyka postępowania obowiązująca w danej szkole naukowej. Powstawanie nowych szkół powoduje powstawanie nowych paradygmatów, a obumieranie starych.

udział CIPM oraz OIML, gdyż rola tych organizacji jest pomocnicza, a nie kreatywna.

Procedura 1 ma charakter umowy, procedury 2 mają formę uchwał Generalnej Konferencji Miar. Procedura ustanowienia miar w państwie ma formę ustawy, a procedury 4, 5.1÷5.3 obowiązują jako Rozporządzenia Ministra Gospodarki.

Ostatnie procedury są zapisane także w postaci instrukcji sprawdzania lub wymagań zasadniczych dla narzędzi pomiarowych różnych rodzajów.

Stosowanie procedur 1, 2 wynika z deklaracji członkowskiej Polski w organizacjach międzynarodowych. Procedury 3, 4 są częścią państwa; mogą być lepsze lub gorsze, ale istnieją wraz z państwem. Stosowanie procedur 5.1, 5.2, 5.3 jest obligatoryjne w pewnych dziedzinach działalności obywateli państwa. Jest to nakaz prawny, a zaniechanie stosowania podlega karze administracyjnej i naraża na straty w działalności.

Metrologia naukowa zajmuje się badaniami zjawisk fizycznych umożliwiających budowę lepszych wzorców jednostek miar, zwiększenie dokładności i zakresu zastosowań wzorców, opracowuje procedury badań narzędzi pomiarowych i w tym zakresie przygotowuje materiały dla metrologii prawnej. Do zakresu zainteresowań metrologii naukowej należą także: opracowywanie i budowa

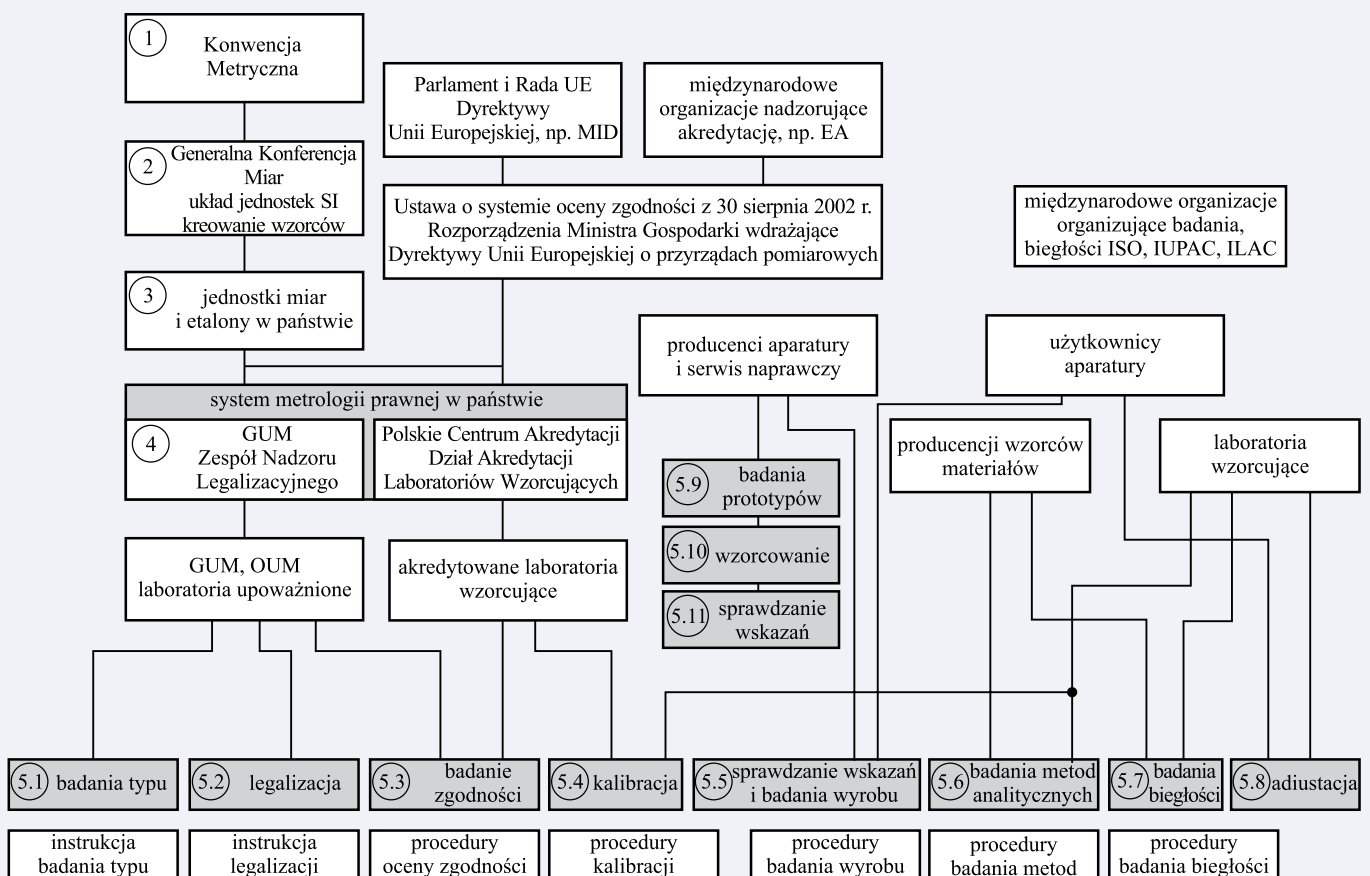
nowych narzędzi pomiarowych, nowych metod pomiarowych i analitycznych, opracowywanie nowych procedur pomiaru. W tym dziale metrologii procedury mają formę paradygmatów.

Metrologia użytkowa to produkcja wzorców i narzędzi pomiarowych oraz ich stosowanie w handlu, w produkcji różnych materiałów i wyrobów, w kontroli środowiska, badaniach medycznych i w rozmaitej działalności człowieka. Procedur pomiarowych w tym dziale jest bardzo dużo. Są to procedury pomiaru (instruujące użytkownika, jak mierzyć danym narzędziem, co mierzyć, jak uzyskać i przedstawić wynik pomiaru itd.), procedury użytkowania narzędzi pomiarowych (przechowywania, sprawdzania wskazań, adiustacji, kalibracji), procedury analityczne (pobranie, przygotowanie, preparatyka próbek, reakcje pomocnicze, pomiary itd.), badania porównawcze różnych narzędzi i metod analitycznych itd.

W dziedzinie **metrologii użytkowej** dominują dodatkowe czynniki: racjonalizacja działalności i zapewnienie odpowiedniej jakości usług. Racjonalizacja ma obniżyć koszty działalności. Dąży się do zaniechania lub uproszczenia niekoniecznych procedur. Wskaźnikiem jakości usług jest pewność osiągnięcia deklarowanych własności

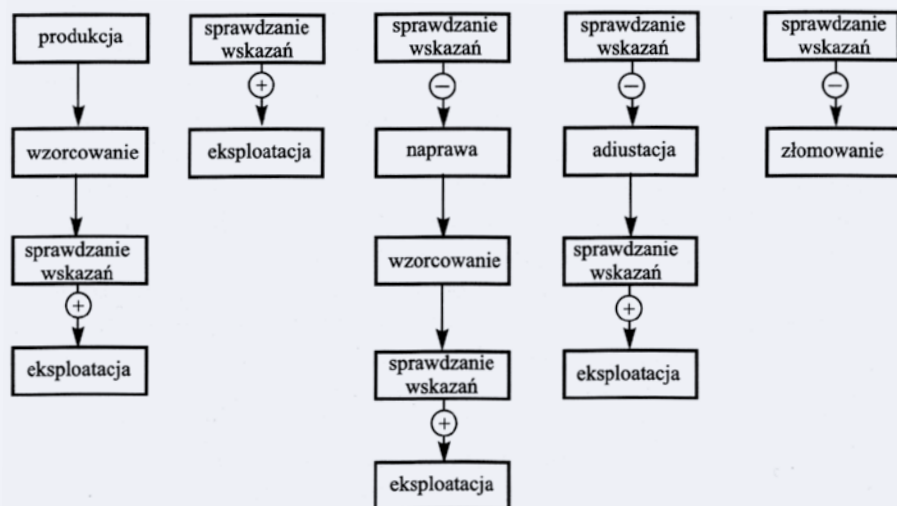
metrologicznych gwarantujących jedność miar. Tutaj inspirującą rolę podjęły organizacje międzynarodowe, tworząc procedury sprawdzania biegłości laboratoriów na podstawie wyników badań międzylaboratoryjnych oraz wyników kontroli jakości usług. Procedur jest bardzo dużo i są one przedstawione w niniejszej książce. Na rys. 1 przedstawiono część procedur, która jest powiązana z pojęciem kalibracja aparatury pomiarowej.

Słowo **kalibracja** miało do niedawna wąskie znaczenie profilowania walców w celu walcowania profili o zadanym kształcie. Alternatywnie oznaczało uformowanie otworu do określonej średnicy za pomocą narzędzia kalibrującego zwanego przeciągaczem lub kalibratorem. W ostatnich 30 latach rozpoczęto produkcję wzorcowych, regulowanych źródeł różnych wielkości fizycznych: napięcia, natężenia prądu, ciśnienia, przeznaczonych do wzorcowania i sprawdzania narzędzi pomiarowych, a nazywanych kalibratorami. Czynności metrologiczne z użyciem kalibratorów zaczęto nazywać kalibracją. Pojęcie kalibracja (kalibrowanie) w metrologii zastępuje pojęcie **wzorcowanie** narzędzia pomiarowego. Kalibratora używa się także do sprawdzania wskazań i dlatego tę czynność również nazywa się kalibracją. Jeśli pogodzimy się z postępującą



FOT. 1

Hierarchia procesów pomiarowych



FOT. 2

Kolejność procedur wzorcowania, sprawdzania wskaźni i adiustacji

cym rozszerzaniem się zastosowań pojęcia kalibracja, to trzeba wpro wadzić zróżnicowane klasy kalibracji.

Procedury na RYS. 1 z blokami zaciemnionymi (5.1÷5.11) obejmują różne klasy procedury kalibracji. Tak więc kalibracja staje się najważniejszą i najczęściej używaną procedurą, choć jej treść może być bardzo różnorodna.

Badanie typu ma stwierdzić zgodność właściwości narzędzi pomiarowych z warunkami technicznymi i danymi katalogowymi. Typ narzędzi pomiarowych to zbiór tych narzędzi o jednakowej konstrukcji, wykonanych z jednakowych materiałów, według jednakowej technologii, spełniających odpowiednie warunki techniczne. Narzędzia te nie są wytwarzane równocześnie i określenie jednakowe ma praktyczne ograniczenia umiejętnościami producenta i racjonalizacją procesów produkcyjnych. Badania przeprowadza się na 3÷5 przyrządach pobranych losowo z serii produkcyjnej. Wynik badania jest pozytywny, gdy każde z badanych narzędzi spełnia warunki techniczne.

Zakres badań typu obejmuje pomiary: błędu podstawowego, błędów dodatkowych, własności dynamicznych, rezystancji wewnętrznej, czasu nagrzewania się narzędzia, wytrzymałości izolacji elektrycznej, generowanych zakłóceń elektromagnetycznych, niezawodności, odporności na drgania i wstrząsy, odporności na przeciążenie itd. – zależnie od rodzaju narzędzia. Szczegółowy zakres badań typu określa się w normach dla danego rodzaju narzędzi pomiarowych z podtytułem:

Wymagania i badania techniczne. Badania te nazywa się w normach bawzorcowanie daniami pełnymi. Badanie typu musi być poprzedzone badaniem wyrobu, gdyż badaniom typu poddaje się tylko narzędzia

dobre. W normach badania wyrobu nazywa się badaniami uproszczonymi lub skróconymi.

Badania błędu podstawowego w badaniach typu przeprowadza się wg takiego samego programu eksperymentu jak przy wzorcowaniu, lecz inaczej przedstawia się i interpretuje wyniki. Mianowicie, zestawia się błędy i orzeka, czy mieszczą się w granicach niepewności znamiennej dla badanego typu narzędzia. Zwykle do badań używa się innych wzorców niż w procesie produkcji, a miary tych wzorców nie powinny się pokrywać z punktami wzorcowania i sprawdzania wskaźni.

Badanie wyrobu ma stwierdzić, czy właściwości narzędzia pomiarowego są zgodne z wymaganiami technicznymi. Badaniu wyrobu poddaje się każdy wyprodukowany przyrząd pomiarowy lub przyrząd po naprawie. Badanie wyrobu ma wykryć usterki wykonania elementów przyrządu, niestaranność w montażu, regulacji i wzorcowaniu przyrządu.

W obrocie handlowym badanie wyrobu nosi nazwę badania odbiorczego. W badaniach odbiorczych stosuje się wrywkową kontrolę wg zasad statystycznego wyboru próbki i interpretację wyników badań wg zasad statystyki. Mają tu zastosowanie odpowiednie normy.

Sprawdzanie wskaźni przeprowadza się po wzorcowaniu i po adiustacji w celu sprawdzenia jakości wykonania tych procedur, okresowo dla kontroli technicznego stanu przyrządu i wówczas, gdy istnieje wątpliwość, czy znamionowe właściwości metrologiczne są zachowane, np. po przeciążeniu przyrządu. Wynikiem sprawdzania jest orzeczenie, że przyrząd spełnia wymagania metrologiczne, tzn. błędy we wszystkich badanych punktach nie przekraczają niedokładności dopuszczalnej.

Alternatywnie przyrząd może nie spełniać wymagań. Oddzielną decyzją jest orzeczenie, co zrobić z niesprawnym przyrządem. Powiązanie tej procedury z innymi pokazano na RYS. 2.

Adiustacja jest czynnością przygotowania przyrządu do pracy, np. odpowiednie ustawienie, regulacja parametrów zasilania, regulacja zera itp. według wskazówek producenta aparatury. Do wykonania tej czynności nie są potrzebne żadne wzorce. Czynności adiustacji wykonuje osoba uprawniona do pomiarów.

Korekcja jest regulacją zmierzającą do uzyskania pożądanych właściwości przyrządu. Do korekcji uprawniona jest osoba upoważniona, np. znająca odpowiedni kod, który jest kluczem do elementów regulacyjnych. W celu wykonania korekcji trzeba znać odchyłkę parametrów konstrukcyjnych od wartości znamionowych i znać procedurę korekcji. Często korekcję wykonuje się, nastawiając wartość określoną przez miarę wzorca użytego do korekcji. W tym sensie korekcję można uznać za rekaliibrację według jednego wzorca.

Korekcją nazywa się czynności doboru elementów konstrukcyjnych układu pomiarowego zapewniających zmniejszenie pewnego rodzaju błędów, np. w zintegrowanym czujniku ciśnienia, w układzie pH-metru korekcja błędów temperaturowych. Po takiej korekcji niezbędne jest sprawdzenie wskaźni.

ARTYKUŁ PUBLIKUJEMY DZIĘKI UPRZEJOMOŚCI
WYDAWNICTWA PWN SA.

*TEKST JEST PRZEDRUKIEM FRAGMENTU KSIĄŻKI
„WZORCOWANIE APARATURY POMIAROWEJ”

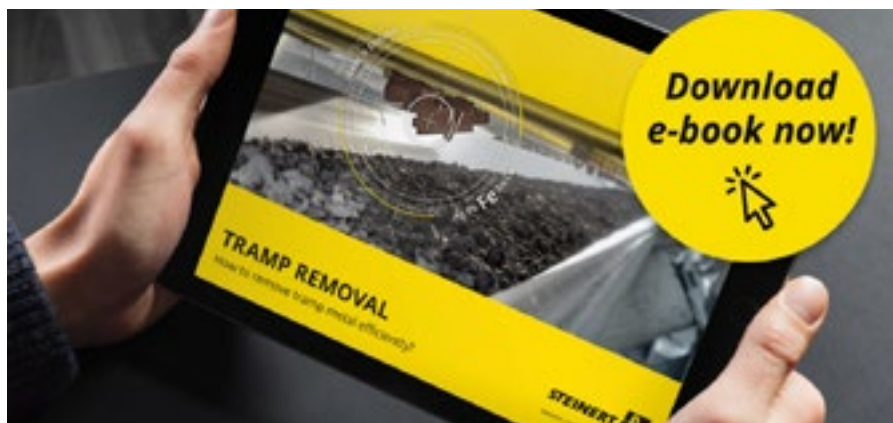


Separatory magnetyczne Steinert chronią przed uszkodzeniami

Nowość: e-book poświęcony usuwaniu zanieczyszczeń żelaznych

Części żelazne, takie jak druty, nakrętki, śruby lub zęby koparek, ciągle powodują ogromne uszkodzenia w instalacjach przetwórczych. W nowym e-booku firmy STEINERT podpowiadamy, jak wybrać odpowiednie wyposażenie w zależności od zakresu stosowania.

– Każda instalacja przetwórcza musi być chroniona przed uderzeniami kawałków metalu, aby zmniejszyć jej zużycie i przestoje oraz aby uniknąć ogromnych kosztów napraw – doradza Kai Bartram, kierownik działu górnictwa firmy STEINERT w Europie, Afryce i Azji. W celu wykonania tych zadań STEINERT oferuje różne magnesy chłodzone olejem i powietrzem, oraz wykrywacze metali. STEINERT dostarczył swoim klientom już kilka tysięcy magnesów i od ponad 130 lat jest liderem w dziedzinie ochrony maszyn przetwórczych przed zakłócającymi pracę zanieczyszczeniami metalowymi. ■



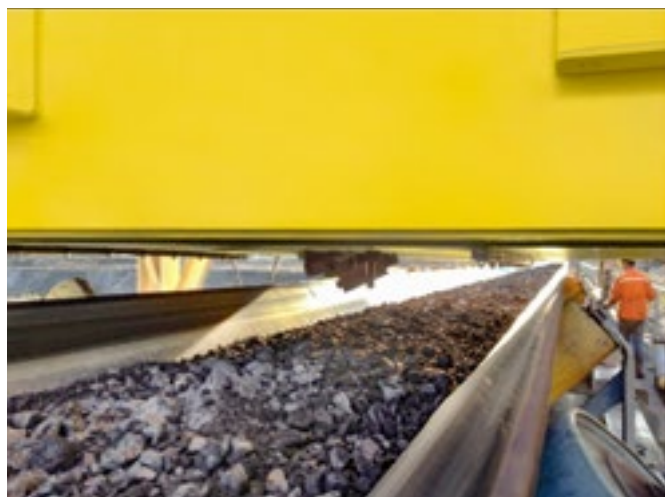
FOT. 1

e-book: <https://steinertglobal.com/mining/tramp-removal/>

O firmie STEINERT Historia firmy STEINERT sięga 130 lat wstecz, kiedy to w 1889 r. w Kolonii została założona rodzinna firma, która jest obecnie jednym ze światowych liderów w dziedzinie technologii sortowania z wykorzystaniem czujników oraz separacji magnetycznej dla górnictwa i przemysłu przerobczego. Dzisiaj STEINERT zatrudnia 340 pracowników i osiąga roczne obroty na poziomie ok. 100 mln euro. Oprócz 50 spółek dystrybucyjnych i joint venture na całym świecie, firma posiada spółki zależne w Niemczech, Australii, Brazylii i Stanach Zjednoczonych.

KONTAKT: mining@steinert.de, pawel.semeczko@steinert.de

www.steinertglobal.com



FOT. 2

Magnes przyciąga części żelazne z warstwy materiału



FOT. 3

Magnes STEINERT UME w kopalni złota

WYKRYJ TO.
Usuwanie zanieczyszczeń żelaznych
www.steinert.de

<https://bit.ly/3aukpZC>



Skorzystaj z naszej książki elektronicznej by dowiedzieć się, jak skutecznie usuwać zanieczyszczenia żelazne.

Otrzymaj bezpłatną kopię książki.



STEINERT 
MAGNETIC • SENSOR • SORTING SOLUTIONS

Separator elektromagnetyczny taśmowy typu SNK

Separator elektromagnetyczny taśmowy typu SNK jest przeznaczony do automatycznego oddzielania metali żelaznych od materiałów sypkich transportowanych na przenośnikach taśmowych lub podajnikach wibracyjnych. Zabezpiecza on maszyny technologiczne przed uszkodzeniem spowodowanym przez niepożądany kawałek metalu, jak również odzyskuje cenny złom żelazny z surowców odpadowych.

Przykładowe aplikacje z udziałem separatora elektromagnetycznego taśmowego:

- 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 i przemysłowych;



- usuwanie zanieczyszczeń żelaznych na poszczególnych etapach produkcji cementu i mączek wapiennych;
- 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 pochodzących z recyklingu;
- oczyszczanie paliw alternatywnych RDF;
- odzysk metali na instalacjach waloryzacji żużli ze spalarni odpadów,
- ochrona krawędzi do buraków cukrowych i innych produktów rolnych.

Zalety separatora elektromagnetycznego taśmowego Magnetix:

- indywidualny projekt i wykonanie urządzenia,
- moc elektromagnesu od 3 do 35kW 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;
- optymalne dostosowanie do szerokości i prędkości taśmy przenośnika;



- solidna konstrukcja zapewniająca długą żywotność;
- osprzęt renomowanych europejskich producentów.

Producent oferuje następujące warianty wykonania separatora elektromagnetycznego taśmowego:

- separator elektromagnetyczny w wykonaniu przeciwybuchowym 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, huty aluminium, instalacje w tropikach);
- separator elektromagnetyczny z chłodzeniem olejowym, 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. Zintegrowany podajnik wibracyjny umożliwia zasyp separatora różnego typu przenośnikami, takimi jak: przenośniki taśmowe, zgrzeblowe, ślimakowe oraz zsypy grawitacyjne.

Separator posiada budowę modułową, składającą się z podajnika wibracyjnego,

obrotowej rolki magnetycznej (separacja metali żelaznych – ferromagnetycznych) oraz separatora wiroprowadowego (separacja metali nieżelaznych). Dodatkowy moduł umożliwia także separację stali nierdzewnej.

Przykładowe aplikacje z udziałem separatora SWP-SBM:

- separacja metali w procesach recyklingu tworzyw sztucznych, takich jak: PVC, PP, PET, itp.;
- kompleksowy odzysk metali w procesach recyklingu urządzeń AGD (separacja stali Fe, aluminium, miedzi, mosiądzu oraz stali nierdzewnej z przemiału dużego i małego AGD);
- separacja metali w instalacjach recyklingu szkła, w tym instalacje oczyszczania stłuczki i zestawu szklarskiego w hutach szkła;
- oczyszczanie zrębków, wiórów oraz przemiałów odpadów drzewnych (instalacje recyklingu odpadów gabarytowych i mebli);
- oczyszczanie paliw alternatywnych RDF;
- odzysk metali w procesach waloryzacji żużli w spalarniach odpadów;
- sortowanie surowców w procesach recyklingu samochodów.



Zalety separatora Magnetix:

- separator zaprojektowany i wykonany do typu przetwarzanego surowca;
- 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;
- polski produkt z pełną obsługą gwarancyjną i pogwarancyjną.

www.magnetix.com.pl

magnetix

www.magnetix.com.pl

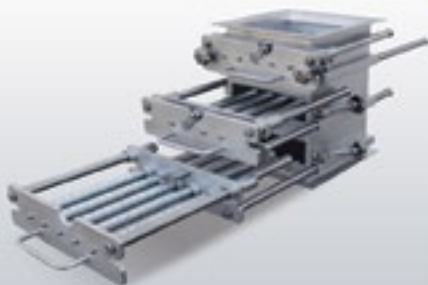
SEPARATORY I WYKRYWACZE METALI DLA INSTALACJI PRZEMYSŁOWYCH



separatory metali nieżelaznych



taśmowe separatory magnetyczne



sita magnetyczne



bębny magnetyczne



bramkowe wykrywacze metali



przesypowe wykrywacze metali



Cierpice, ulica Poznańska 9
87-103 Toruń



+48 56 653 94 40



poczta@magnetix.com.pl

Separatory sito dyskowe

Sito dyskowe separatory służą do przesiewania odpadów komunalnych w liniach sortowniczych. Cechuje je wysoka wydajność, precyzyjne ustawienie wielkości odsiewania, kompaktowa konstrukcja i ekonomika pracy. Główne cechy tych urządzeń to przede wszystkim wysoka dokładność odsiewania; precyzyjne ustawianie wielkości odsiewania dzięki systemowi wymiennych dysków; ustawialna dynamika odsiewania; mała długość



w porównaniu z innymi systemami; kompaktowa konstrukcja umożliwiająca korzystanie ze standardowych środków transportu lądowego

i morskiego; niska moc elektryczna zainstalowana (od 5,5 kW przy sicie SDH4000); wymienny system dyskowy w przypadku wymiany wielkości odsiewania (np. z 80,0 mm na 60 mm lub 40,0 mm); odporne na ścieranie dyski robocze; sprawdzona konstrukcja sita typu ciężkiego (wersja SDH); automatyczny system smarowania; oświetlenie wewnątrz komory roboczej i okna inspekcyjne (w wersji SDH) dla szybszej oceny inspekcyjnej z zewnątrz.

www.protechnika.com

Separatory magnetyczne szufladowe



Separatory szufladowe charakteryzują się niezwykle wysoką skutecznością oraz łatwością czyszczenia. Mogą one posiadać od 1 do 4 poziomów, które mogą być wysuwane jednocześnie lub niezależnie.

W pyłoszczelnym korpusie elementami magnetycznie czynnymi są wałki (rdzenie magnetyczne) umieszczone w cienkościennych rurach osłonowych.

Ten typ separatora wyróżnia się bardzo wysoką skutecznością, co jest wynikiem wysokiej intensywności i gęstości pola magnetycznego.

Bez problemu wychwytuje on najmniejsze drobiny metali, opiłki, tlenki żelaza, elementy o kształtach kulistych oraz inne cząstki o niskiej podatności magnetycznej.

Kwasoodporne osłony magnesów poddawane są obróbce wykańczającej, w celu uzyskania powierzchni aseptycznej, dzięki temu separatory magnetyczne z powodzeniem stosowane są w przemyśle spożywczym, spełniając rygorystyczne normy HACCP.

Czyszczenie urządzeń następuje poprzez wysunięcie najpierw całej szuflady, a następnie samych wkładów magnetycznych. Rolki są ułożyskowane, dzięki czemu ich czyszczenie następuje w łatwy sposób, wyłapane zanieczyszczenia magnetyczne spadają do kuwety umieszczonej pod separatorem. Szybkie i pewne zamknięcie separatora gwarantują dźwignie mimośrodowe. Separatory szufladowe stosowane są najczęściej do separacji materiałów sypkich o gradacji 2–20mm. Producent dopasowuje ich budowę w zakresie wymagań magnetycznych oraz przyłączy.

Zastosowanie:

- zboża;
- granulaty;
- mąka;
- tworzywa sztuczne;
- farby proszkowe.

www.magnepol.pl

Separatory magnetyczne Easy Clean Flow

Separatory magnetyczne Easy Clean Flow służą do usuwania drobnych metali (od 30 mikrometrów) z materiałów sypkich, w takich branżach jak: spożywcza, chemiczna, ceramiczna i innych. Mogą być stosowane zarówno w transporcie grawitacyjnym, jak i niskociśnieniowym do 2 bar. Magnes wyróżnia się na tle konkurencji przez swoje cechy, tj.: łatwe czyszczenie, dobry przepływ produktu i bardzo wysokie wartości indukcji na osłonach prętów magnetycznych.

W odróżnieniu od wcześniejszych wersji, które były wyposażone w dwa rzędy magnesów o średnicy 25 mm, nowy separator posiada jeden rząd magnesów o średnicy zwiększonej do 50 mm. Nowe metody pomiarów, w tym symulacje pola magnetycznego i testy pokazały, że efektem jest zwiększona skuteczność separacji. Przyczyną



tego jest dłuższy kontakt prętów magnetycznych z produktem dzięki zwiększonej średnicy.

Dodatkową zaletą systemu jest zmniejszona wysokość zabudowy (145 mm), co jest kluczowym parametrem w przypadku modernizacji istniejących linii technologicznych. Pojedynczy rząd magnesów pozwala uzyskać wysoką wydajność (nawet 120 m³/h), ma także znaczenie w przypadku źle przepływających materiałów.

Separator Easy Clean Flow jest wyposażony w pręty magnetyczne przesuwane

pneumatycznie, które bardzo upraszczają oczyszczanie z wyłapanych metali. Układ magnesów jest wysuwany przez obsługę na prowadnicach. Po osiągnięciu pozycji czyszczenia, magnesy automatycznie wysuwają się z osłon, a wyłapane metale spadają do tacki.

Dzięki bezkonkurencyjnym wartościom pola magnetycznego na osłonach magnesów (powyżej 12.000 Gauss!) separator Easy Clean Flow doskonale sprawdza się w separacji bardzo drobnych opiłków stali nierdzewnej i kwasoodpornej. Przeprowadzone testy pokazały, że separacja metali słabo magnetycznych wymaga nie tylko bardzo wysokiej indukcji magnetycznej, ale również odpowiedniego kontaktu cząstek z powierzchnią magnesu. Aby to osiągnąć, zastosowano dodatkowe prowadnice, kierujące strumień produktu na magnesy.

www.matykievicz.com



Separatory nadtaśmowe stosuje się przeważnie do oczyszczania produktów sypkich, transportowanych przenośnikami taśmowymi z taśmą gumową. Wyróżnia się dwa sposoby ich montażu tj. poprzecznie do kierunku ruchu taśmy oraz wzdłużnie na przesypie przenośnika taśmowego. W zależności od ilości transportowanego produktu, a także innych czynników wymienionych powyżej, wyróżnić możemy dwa podstawowe podziały separatorów nadtaśmowych.

Pierwszy typ separatorów nadtaśmowych to separatory elektromagnetyczne serii SEN. Zaletą separatorów elektromagnetycznych jest wysoka głębokość pola elektromagnetycznego. W praktyce oznacza to możliwość większego oddalenia separatora od taśmy transportera z produktem, niż ma to miejsce przy zastosowaniu nadtaśmowych separatorów magnetycznych serii SMN.

Elementem składowym separatora elektromagnetycznego jest szafa zasilająco-sterująca montowana lokalnie lub w innym miejscu wskazanym przez klienta. Z uwagi na właściwości fizyczne elektromagnesów, nie zaleca się pracy w trybie ciągłym. Jeśli występuje taka konieczność, separator elektromagnetyczny serii SEN instaluje się razem z detektorem metalu (np. serii Secus-D), który po wykryciu metalu ma na celu wzbudzenie separatora do jego maksymalnej mocy.

Zakres stosowalności nadtaśmowych separatorów magnetycznych serii SMN jest bardzo podobny do separatorów serii SEN. Posiadają one jednak tą zaletę, że emitują pole magnetyczne w sposób stały i mogą pracować w pracy ciągłej, bez konieczności stosowania detektora metalu. Dodatkowo ich jedynym zapotrzebowaniem pod kątem poboru mocy elektrycznej jest napęd taśmy samoczyszczącej. Dostępne są również aplikacje separatorów serii SMN z napędem hydraulicznym, co pozwala stosować je w aplikacjach z utrudnionym dostępem do źródeł prądu elektrycznego.

Wykorzystanie separatorów SEN i SMN:

- ciągi nawęglana (elektrownie, elektrociepłownie);
- transport kruszywa (przemysł wydobywczy, cementownie);
- transport rud (kopalnie rud);
- transport odpadów (wysypiska, sortownie śmieci, recykling);
- transport drewna i biomasy (tartaki, przemysł papierniczy, elektrownie, elektrociepłownie);
- transport komponentów (huty, odlewnie).

W zależności od wydajności linii technologicznej, producent oferuje, w wersji standardowej, rozwiązania dla przenośników o szerokości taśmy do 2000 mm. Jeśli jednak powstanie potrzeba skonstruowania większego separatora, dział konstrukcyjny producenta podejmie się również takiego zadania.

Wysoka wydajność przesiewania

- » Usuwanie zanieczyszczeń i ciał obcych
- » Szeroka gama przesiewanych materiałów
- » Szybka wymiana sit
- » Rozbijanie miękkich aglomeratów

Urządzenia i maszyny do recyklingu

dr inż. Marcin Bieńkowski

Recykling jest specyficznym i nierzadko dość skomplikowanym procesem technologicznym. Wymaga specjalistycznych maszyn i urządzeń, które dopasowane są pod konkretnie przetwarzane produkty i odzyskiwane w tym procesie surowce wtórne. Inaczej przebiega recykling metali, a inaczej odpadów organicznych, drewna, kabli, tworzyw sztucznych i opon. Czy da się zatem usystematyzować maszyny wykorzystywane w procesie recyklingu?

Do tej pory tematyka związana z recyklingiem i odzyskiwaniem surowców wtórnych, którą zajmowaliśmy się na naszych łamach, związana była z przetwórstwem tworzyw sztucznych, gumy czy kabli i przewodów. Skupmy się zatem również i tym razem na tej tematyce, systematyzując maszyny i urządzenia wykorzystywane w branży recyklingu.

MŁYNY DO RECYKLINGU

Niemal we wszystkich technologiach recyklingowych, przed przystąpieniem do dalszego odzyskiwania surowców, należy recyklingowane produkty poddać procesowi mielenia. W ten sposób można uzyskać rozdrobniony surowiec, niezbędny do dalszych etapów recyklingu. Maszynami wykorzystywanymi w tym procesie są różnego rodzaju młyny i strzeżarki, nazywane też szrederami. Dostępne w sprzedaży młyny podzielić można na dwie kategorie – młyny nożowe (tnące) i kruszarki. W młynach tnących mielenie następuje poprzez ścinanie materiału pomiędzy nożami zamontowanymi na ruchomym rotorze (wale, wirniku) i korpusie młyna. Młyny nożowe wyposażone są ponadto w sito ustalające wielkość zmielonego materiału. To przez nie zmielony materiał, który wielkością



FOT. 1

Linia do recyklingu i regranulacji [ZRÓDŁO: BOCO Pardubice]

odpowiada wielkościom oczek sita, przedostaje się do zbiornika, skąd odbierany jest do dalszego procesu przetwarzania.

Młyny nożowe różnią się konstrukcją i wymiarami wirnika, ilością noży tnących, wielkością sita, a także kształtem i wielkością zasypu. Dodatkowe różnice w budowie młynów można dostrzec także w łożyskowaniu wału wirnika, sposobach wyciszania komory roboczej i tłumienia drgań mechanicznych pochodzących od pracy wirnika oraz w zastosowanych systemach chłodzenia elementów roboczych młyna lub bezpośrednio rozdrobnionego materiału [1].

Konstrukcja wirnika zależy od przeznaczenia i wielkości młyna. W przypadku młynów o najmniejszych wymiarach dominują konstrukcje ze skośnym, w stosunku do osi obrotu wirnika, ustawieniem krawędzi tnących – zarówno dla noży ruchomych, jak i nieruchomych. W pozostałych przypadkach na wirniku mocowane są ruchome noże tnące w kształcie litery „V”, usytuowane skośnie w stosunku do osi wirnika. Takie ustawienie krawędzi tnących powoduje spadek siły i energii potrzebnej na przecięcie materiału, co jest szczególnie przydatne w przypadku dezintegracji wytworów o znacznej grubości [1].

Bardzo często stosuje się rozwiązania segmentowe, gdzie narzędzia tnące są zamocowane jako niezależne elementy robocze, stanowiąc z sąsiadującymi segmentami prze-

strzeń roboczą. Zespoły tnące mocowane są wprost na wirniku, dzięki czemu uzyskuje się większą trwałość, zwłaszcza przy cięciu dużych wytworów o większej grubości, a ich ewentualna wymiana dotyczy tylko noży o stępionych albo wyszczerbionych krawędziach. Liczba segmentów nożowych wynosi zwykle (w zależności od wielkości urządzenia i przeznaczenia młyna) od 12 do 48 sztuk. Jedną z obserwowanych współcześnie tendencji jest również wykonywanie wirników w postaci jednolitych bloków, dzięki czemu uzyskuje się większą wytrzymałość wałów i powtarzalność warunków realizacji cięcia do momentu zauważalnego stępienia krawędzi tnących.

W wypadku młynów wolnoobrotowych wirniki wyposażone są zwykle w zestawy zębów frezujących o różnej geometrii oraz zabieraki gnąco-kruszące, służące do wstępnego zredukowania objętości rozdrabnianego wsadu. Podział materiału następuje poprzez zdeformowanie i wciągnięcie fragmentów wytworu w regulowaną szczelinę pomiędzy zębami ruchomymi i nieruchomymi. Młyny wolnoobrotowe są bezsitowe, stąd służą zwykle do wstępnego przygotowania wielkogabarytowych odpadów.

Młyny są najczęściej pierwszymi z urządzeń pracujących w wyspecjalizowanej linii technologicznej do recyklingu. Ich wydajność – w zależności od modelu, rodzaju



FOT. 2

Młyn nożowy [ZRÓDŁO: Terier.cz]

materiału i zastosowania – waha się od 300 do 5000 kg mielonego wsadu na godzinę, przy czym bez problemu można też nabyć młyny o większej wydajności. W takim wypadku połączony jest on zwykle z dopychaczem, dzięki czemu możliwe jest podawanie do systemu wsadu w bardzo różnej postaci, np. ścinków folii, rolek folii, pojemników, rur, zlepów, włókien, dywanów. Taki system bardzo często może przetwarzać odpady bez wstępnego cięcia.

Kruszarki to z kolei młyny przeznaczone są do rozdrabniania materiałów twardych i średnio twardych. Na liniach recyklingowych najczęściej spotkać można kruszarki stożkowe. W kruszarkach tych wsad (zwykle są to poroziórkowe materiały budowlane, które będą użyte ponownie np. do budowy dróg czy nasypów kolejowych) kruszony jest za sprawą sił powstających pomiędzy stałą stożkową obudową (tzw. zewnętrznym stożkiem stałym) a mimośrodowo poruszającym się stożkiem wewnętrznym. Urządzenia te występują w wersji jednopodporowej i dwupodporowej. Istnieją też rozwiązania, gdzie stożek zewnętrzny jest ruchomy. Wówczas mówimy o kruszarkach stożkowych płaszczowych.

Kolejne urządzenia to strzypiarki. Są to przeważnie jedno-, dwu- lub nawet cztero-wałowe młyny nożowe z taką konstrukcją ostrzy, że nie następuje tu proces cięcia tylko rozszarpywania materiału. Dzieje się tak ponieważ ostrza te charakteryzują się albo specjalnym kształtem, albo przesuwają się



FOT. 4
Rozdrabniacz dwuwałowy [ŹRÓDŁO: Nufar]

podczas pracy w pobliżu krawędzi tnącej korpusu młyna, umożliwiając tym samym zgniecie i rozszarpanie wsadu. W przypadku szrederów wielowalowych rotory obracają się przeciwbieżnie, a segmentowe ostrza zazębiają się między sobą, tworząc płaszczyznę cięcia/rozszarpywania.



FOT. 5
Sito ustalające wielkość mielonego materiału [ŹRÓDŁO: www.wartacz.com.pl]

RECYKLING TWORZYW SZTUCZNYCH

Przejdźmy teraz do bardziej specjalizowanych rozwiązań, pominiemy tu belownice, zginiatarki czy różnego rodzaju prasy, gdyż wykorzystywane są głównie podczas recyklingu metali, bioodpadów i odpadów komunalnych, w celu zmniejszenia ich objętości. Zajmijmy się recyklingiem tworzyw sztucznych.

Powszechnie stosowaną metodą recyklingu tworzyw sztucznych (oprócz ich spalania) jest recykling surowcowy. W tym wypadku polega on na poddaniu odpadów z tworzyw sztucznych procesowi regranulacji. Otrzymany w ten sposób surowiec nadaje się do ponownego przemysłowego wykorzystania. Regranulacji poddaje się odpady poli-

etylenowe, polistyrenowe oraz odpady PET (czyli z politereftalanu etylenowego). Te ostatnie to przede wszystkim butelki, masowo wykorzystywane przy produkcji różnego rodzaju napojów. Warto zaznaczyć, że odpady wykorzystywane w recyklingu surowcowym tworzyw sztucznych muszą być sortowane, a następnie myte i czyszczone przed poddaniem ich zasadniczemu procesowi technologicznemu.

Technologię regranulacji podzielić można na dwie fazy. Pierwszą z nich jest sortowanie na czyste frakcje plastikowe, a więc oddzielenie np. polietylenu od polipropylenu i od politereftalanu etylenowego. Następnie jeden rodzaj plastiku jest już rozdrabniany na dwu-, trzycentymetrowe kawałki w omówionych powyżej strzypiarkach, po czym jest mielony do wymaganej w procesie grubości. Po rozdrobnieniu materiał jest ponownie myty i rozdzielany (tym razem według gęstości). Tak przygotowany, osuszony wsad trafia do przetapiania i wytłaczania. W procesie wytłaczania produkowana jest cienka, plastikowa wytłoczka w postaci plastikowego pręta o średnicy ok. 2 mm, który na wyjściu jest cięty na określonej wielkości granulki.

Oczywiście szczegóły procesu technologicznego regranulacji mogą się różnić, np. mechanizmem do podgrzewania wsadu, zainstalowaną suszarką z krystalizatorem itp. Niemniej jednak gdy mamy do czynienia z pojedynczym, kompletnym urządzeniem (linią do regranulacji), to podstawowy schemat jego działania i użyte komponenty pozostają takie same.



FOT. 3
Strzypiarka jedno-wałowa [ŹRÓDŁO: www.wartacz.com.pl]



FOT. 6
Wirnik z nożami segmentowymi

matykiewicz.com

GOUDSMIT
MAGNETICS

Magnesy firmy Goudsmi przyciągają uwagę!

- Separatory magnetyczne dla transportu grawitacyjnego, pneumatycznego i na podajnikach taśmowych
- Skuteczna separacja metali żelaznych i stali nierdzewnej od 30 µm
- Szeroki zakres rozwiązań i fachowe doradztwo
- Wysoki standard higieniczny (zgodne z EHEDG)
- Wykonania ATEX





FOT. 7
Linia do recyklingu kabli i wiązek samochodowych – separator [ŹRÓDŁO: Terier.cz]



FOT. 8
Recykling opon, wyskubywarka [ŹRÓDŁO: Terier.cz]

RECYKLING OPON

Ponieważ opony są produktami wielomateriałowymi, do ich produkcji (oprócz mieszanki kauczuków naturalnych bądź syntetycznych używa się nierozciągliwych włókien tworzących kord oraz stalowych drutów wzmacniających konstrukcję opony i utrzymujących jej kształt) potrzebna jest też odpowiednia technologia, pozwalająca rozdzielić wszystkie materiały składowe. Obecnie istnieje kilka technologii przetwarzania zużytych opon w procesie recyklingu. Najczęściej wykorzystywana jest metoda mechaniczna – i nią się teraz zajmiemy.

Metoda mechaniczna polega na wieloetapowym rozdrobnieniu opony i rozdzieleniu poszczególnych jej składników. Sam proces rozdrabniania może odbywać się na sucho lub na mokro i jest prowadzony zazwyczaj w temperaturze otoczenia. Niezależnie od technologii, w mechanicznym procesie rozdrabniania uzyskuje się różnej wielkości cząstki gumy (miał gumowy, granulę, strzępki bądź chipsy), stali oraz tekstyliów, które po rozdzieleniu można ponownie wykorzystać.

Mechaniczny proces rozdrabniania opon składa się z kilku etapów. Pierwszym z nich jest etap wstępnego przygotowania opony do procesu recyklingu. Polega on na cięciu opon za pomocą nożyc hydraulicznych lub przy wykorzystaniu rozcinarki do opon na kawałki o wielkości powyżej 300 mm. W procesie przygotowania opon z samochodów ciężarowych i ciężkich maszyn budowlanych wykorzystuje się też tzw. wyskubywarki, które służą do usuwania stalowych linek (nazywanych też drutówkami) znajdujących się w stopce opony.

Drugim etapem jest etap wstępnego kruszenia opon. Odbywa się on na omó-

wionych wcześniej strzępiarkach. Często wykorzystuje się tu też zestaw 2–3 młynów usadowionych jeden nad drugim. W efekcie tego procesu całe lub wstępnie pocięte opony rozdrabniają się na strzępy o wielkości ok. 40–70 mm. Jednocześnie za pomocą separatora magnetycznego oddzielane są metalowe elementy pochodzące z drutówki i druty ze stalowego kordu. Po oddzieleniu kordów pokruszona guma trafia na sita, w celu przesiania uzyskanych strzępów i podzielenia ich na odpowiednie frakcje. Frakcje wstępnie pokruszonych opon, których rozmiary są większe niż zadana wielkość (zwykle 40–70 mm), wracają ponownie do strzępiarki.

Kolejny etap to mielenie na płatki. Wykorzystuje się tutaj szybkoobrotowe, omówione wyżej młyny nożowe lub walcarki mielące. Następuje tu dalsze rozdrobnienie gumy oraz separacja resztek kordu stalowego i tkaninowego przy użyciu separatorów magnetycznych i powietrznych. Uzyskane płatki mają od 10 do 30 mm.

Ostatnim etapem jest etap drobnego mielenia opon na granulę. Odbywa się on również na młynach nożowych ze znacznie mniejszymi ostrzami lub na walcarkach, gdzie regulowana szczelina między wałkami pozwala uzyskać granulę o wymiarach 0,5–4 mm. Końcową część linii do recyklingu opon można też wzbogacić o urządzenia do doczyszczania drobnego granulatu od 0–3 mm oraz technologię do doczyszczania drucików z opon. Na końcu linii znajdują się sita do rozdzielania granulatu od miału i rozdzielanie go na frakcje, które zawierają cząsteczki o wymiarach od 0,1 mm do 0,6 mm, a także maszyny do pakowania gotowego granulatu w worki.

RECYKLING PRZEWODÓW

Ostatnią technologią recyklingu z maszynami do niej przeznaczonymi, którą omówimy, jest recykling przewodów elektrycznych. Przypomina on w wielu aspektach recykling opon. Podstawowym zestawem urządzeń na linii jest młyn, separator, odciągacz i odpylacz. Maszyny te mają za zadanie oddzielić miedź od izolacji z tworzyw sztucznych.



FOT. 9
Linia do recyklingu kabli i wiązek samochodowych – separator [ŹRÓDŁO: Terier.cz]

Kable wprowadzane są do młyna, gdzie następuje ich rozdrobnienie. Następnie podajnikiem z wentylatorem doprowadzone są do separatora. Tam następuje oddzielenie metalu od tworzywa sztucznego i odciągnięcie pyłu. W przypadku występowania w kablach linek z metalu, po wstępnym przemieleniu skrawki wsadu trafiają do separatora magnetycznego, który pozwala oddzielić stal. Następnie uzyskana masa trafia do młyna nożowego, tak jak w standardowym rozwiązaniu. Często spotkać się też można z technologią oddzielania izolacji od metali kolorowych na stołach wibracyjnych.

LITERATURA:
[1] Dariusz Sykutera, *Rozwój konstrukcji wirników młynów nożowych*, Inżynieria i Aparatura Chemiczna, 2010, 49, 5, 113–114.

3 dni
100 -tki
spotkań
1000 -ce
kont(r)aktów
∞
możliwości

12-14 maja 2021



nowa
infrastruktura

DROGI | KOLEJE | HYDROTECHNIKA | ENERGIA

**targi budownictwa
infrastrukturalnego**

www.nowainfrastruktura.pl



Stoły wibracyjne do zagęszczania płatków PET i regranulatów

Produkty uzyskiwane w procesie recyklingu tworzyw sztucznych są często pakowane i wysyłane do odbiorców w workach typu big bag. Produkowane przez firmę INWET SA stoły wibracyjne



służą do zagęszczania tych materiałów, tak aby maksymalnie zmniejszyć ich objętość. Ze względu na często nieregularny kształt rozdrobnionych tworzyw sztucznych parametry wibracji muszą być dostosowane do konkretnego produktu.

Stoły wibracyjne składają się z płyty drgającej – do której przymocowany jest napęd w postaci elektrowibratorów lub wibratora pneumatycznego – amortyzatorów i konstrukcji nośnej.

Parametry techniczne oferowanych stołów wibracyjnych:

- rozmiar płyty drgającej: 1200 × 1200 mm (lub inny dostosowany do potrzeb);
- częstotliwość drgań: 10 Hz – 60 Hz;
- przyspieszenia: 1 g – 5 g.

Uzyskanie najlepszych parametrów pracy jest możliwe dzięki wyposażeniu stołów w układy sterowania, pozwalające na płynną regulację częstotliwości i charakterystyki drgań.

Zastosowanie stołów wibracyjnych znakomicie usprawnia proces produkcji i podnosi jego efektywność.

www.inwet.eu

Młyn do tworzyw sztucznych STILER 22 kW

Maszyna została zaprojektowana do rozdrabniania miękkich oraz twardych tworzyw sztucznych, ale także doskonale radzi sobie z tekturą, papierem oraz drewnem, dlatego jest niezbędna w każdym zakładzie zajmującym się recyklingiem. Na wale tnącym znajduje się 24 noże tnące, współpracujących z dwoma nożami stałymi umieszczonymi na osłonie komory tnącej. Dzięki otwieranej komorze tnącej, wymiana i konserwacja noży tnących oraz sit jest bardzo prosta. Dodatkowo noże tnące mogą być wielokrotnie ostrzone i użyte ponownie.

Dane techniczne:

- silnik: 22 kW, 400V
- wydajność: do 900 kg/h (w zależności od rozdrabnianego materiału)
- średnica oczek sita: 12 mm
- średnica rotoru: 360 mm
- prędkość obrotowa rotoru: 560 obr./min.
- system tnący: 24 noże ruchomych + 4 stałe
- wymiar komory tnącej: 480x800 mm
- wymiary: 1760 / 1370 / 1835 mm
- głośność: 80-95 dB
- waga netto: 1250 kg

Głowica tnąca wyposażona została w 24 noże tnące ustawione w 3 rzędy oraz 4 noże stałe (podporowe). Wymiary komory tnącej to 800 mm szerokości oraz 480 mm długości. W dolnej klapie umieszczone zostało sito 12 mm. Posiadamy także sita 6 mm za dodatkową opłatą.

Kruszarka rozdrabnia takie materiały jak:

- butelki plastikowe
- deski drewniane
- materiały z tworzyw sztucznych (podeszwy, paski, wytłoczki, folia)
- materiały z małą zawartością metalu (kable, płytki elektroniczne)
- makulatura, papier, kartony
- tworzywa gumowe

Maszyna pracuje przy 560 obr./min., dzięki czemu nie topi materiału. Duży silnik 22 kW oraz masywne koło zamachowe sprostają nawet najtwardszym tworzywom sztucznym. Maszyna osiąga wydajność do 900 kg/h. Wysuwana szuflada odpadowa pozwoli na szybkie i łatwe opróżnienie zbiornika. Szuflada wyposażona jest w 4 koła. Łatwy dostęp do komory tnącej ułatwia czynności konserwacyjne

oraz inspekcyjne maszyny. Górna osłona wyposażona została w dwa siłowniki ułatwiające otwieranie oraz zamykanie. Maszyna wyposażona została w wyłącznik główny, wyłącznik awaryjny, oraz czytelny panel sterowania.

Wszystkie zabezpieczenia spełniają rygorystyczne standardy unijne. Kruszarki posiadają certyfikat CE.

Każda kłapa posiada wyłącznik krańcowy uniemożliwiający włączenie młyna podczas czynności konserwacyjnych.

Wymiary komory wrzutowej:

- szerokość: 800 mm
- wysokość: 360 mm

Kruszarka posiada regulowane stopki do precyzyjnego ustawienia maszyny w poziomie.



www.stiler.eu/pl

Model gospodarki opakowaniowej w obiegu zamkniętym

Hanna Żakowska

Obecny krajowy system nie jest sprawny i nie sprzyja zamkniętemu obiegowi materiałów opakowaniowych, a wąskim gardłem z pewnością jest selektywne zbieranie odpadów z gospodarstw domowych do recyklingu.

ZAMKNIĘTY OBIEG OPAKOWAŃ

Rozważając różne aspekty modelu gospodarki opakowaniowej w obiegu zamkniętym, należy uwzględnić wiele zagadnień związanych z odpowiedzialnością określonych ogniw łańcucha opakowaniowego wraz ze sferą organizacyjną, prawną, ekonomiczną, technologiczną oraz produkcyjną. Na funkcjonowanie niektórych (np. sfera prawna i organizacyjna) podstawowa odpowiedzialność prawna spoczywa na organach administracji rządowej i samorządu terytorialnego. Chodzi tu przede wszystkim o prawne podstawy systemu organizacyjno-prawnego postępowania z odpadami opakowaniowymi oraz związane z nim koszty odzysku oraz technologie i infrastrukturę do recyklingu materiałowego, recyklingu organicznego, termicznych metod odzysku energii itd., a także skuteczną kontrolę wywiązywania się z nałożonych ustawowo obowiązków określonych ogniw łańcucha opakowaniowego. Obecny krajowy system nie jest sprawny i nie sprzyja zamkniętemu obiegowi materiałów opakowaniowych, a wąskim gardłem z pewnością jest selektywne zbieranie odpadów z gospodarstw domowych do recyklingu (do recyklingu powinny trafiać odpady czyste i jednorodne materiałowo).

Model gospodarki opakowaniowej w obiegu zamkniętym schematycznie zilustrowano na rysunku 7.1. Strumienie odpadów opakowaniowych, które należy zminimalizować w obiegu zamkniętym przedstawiono w formie czarnych strzałek. Są to strumienie kierowane do unieszkodliwiania (deponowanie na składowiskach, spalanie odpadów bez odzysku energii itd.). Natomiast w gospodarce opakowaniowej w obiegu zamkniętym należy zwiększyć strumienie (na rysunku w formie szarych strzałek):

- opakowań wielokrotnego użycia;
- odpadów kierowanych do różnych form recyklingu (recykling materiałowy i organiczny);
- surowców z recyklingu kierowanych do wykorzystania przemysłowego;
- odpadów kierowanych do ponownego wykorzystania (forma odzysku poprzez procesy dostosowania odpadów do

ponownego użycia, np. regeneracja bębnow stalowych, oczyszczanie kanistrów jednorazowego użycia itp.);

- odpadów, dla których recykling jest nieuzasadniony technicznie i ekonomicznie kierowanych do odzysku energii.

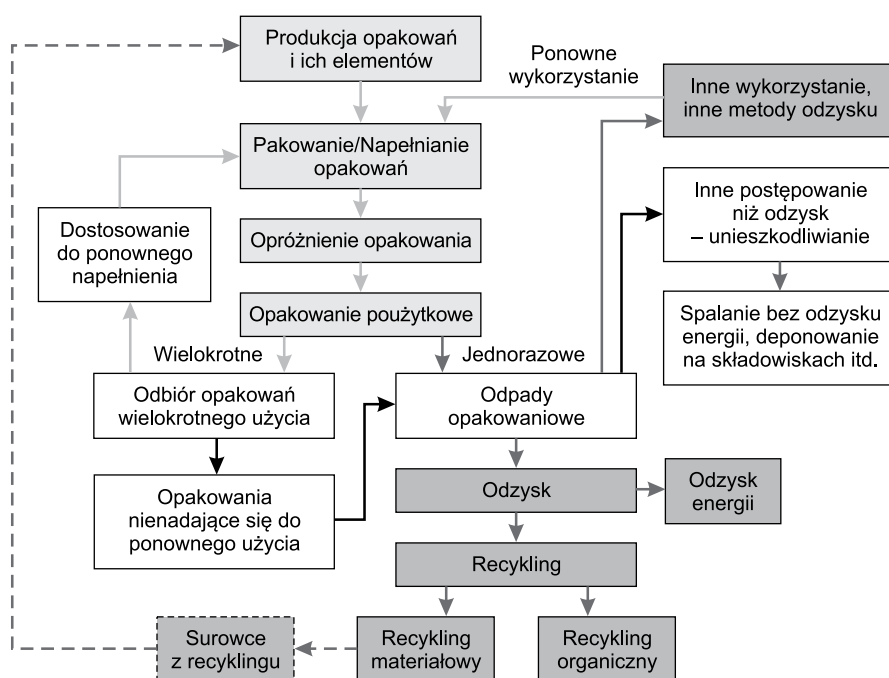
Należy jednak zwrócić uwagę, że czynniki wpływające na możliwość zamknięcia obiegu opakowań wprowadzonych na rynek (wykorzystania wartościowych materiałów zawartych w opakowaniach poużytkowych) można podzielić na:

- zależne od samych opakowań. Materiał/materiały opakowania, zastosowane zamknięcia, etykiety i dodatki, a nawet forma konstrukcyjna, mogą w znacznym stopniu ułatwić wykorzystanie opakowania jako źródła surowców wtórnych. O tym, czy opakowanie będzie przydatne do recyklingu decyduje zatem projektowanie opakowań. Za te działania w największym stopniu są odpowiedzialni przedsiębiorcy (producenci wyrobów, którzy są twórcami systemów pakowania oraz producenci opakowań);

- zewnętrzne, zależne od sprawności i efektywności systemu organizacyjno-prawnego w zakresie gospodarki odpadami opakowaniowymi oraz dostępności odpowiednich technologii recyklingu. Odpowiedzialność za koncepcję i wdrożenie systemu organizacyjno-prawnego spoczywa na administracji rządowej i samorządowej.

W modelu gospodarki opakowaniowej w obiegu zamkniętym powinny obowiązywać dwie podstawowe zasady:

- przeciwdziałanie powstawaniu odpadów, zanim one fizycznie powstaną;
- dla odpadów już wytworzonych stosowanie odpowiednich metod odzysku
- (uzasadnione ekonomicznie i dostosowane do czystości strumieni odpadów). W przemysłowych warunkach recyklingu znaczącą barierą technologiczną i ekonomiczną może być również pozostałość towaru (np. pozostałość oleju w butelkach z PET, tłuszcze spożywcze w pudełkach z tworzyw sztucznych, pozostałość pasty do zębów w tubach, pozostałość substancji niebezpiecznych w opakowaniach itd.).



RYS. 7.1

Schemat modelu gospodarki opakowaniowej w obiegu zamkniętym (opracowanie własne)

ODPOWIEDZIALNOŚĆ PRZEDSIĘBIORCÓW

Odpowiedzialność przedsiębiorców (producentów materiałów opakowaniowych i opakowań oraz użytkowników opakowań) w modelu gospodarki opakowaniowej w obiegu zamkniętym powinna koncentrować się na:

- wywiązywaniu się z prawnych obowiązków związanych z odzyskiem odpadów opakowaniowych;
- wytwarzaniu i stosowaniu opakowań przydatnych przynajmniej do jednej z form odzysku. Z uwagi na hierarchię metod postępowania z odpadami należy położyć nacisk na recykling (materiałowy i organiczny);
- projektowaniu opakowań pod kątem recyklingu oraz unikaniu układów materiałowych w opakowaniach, które stwarzają problemy w dostępnych technologiach recyklingu (np. opakowania wielomateriałowe czy butelki PET z etykietami z termokurczliwych folii PVC w formie rękawów itp.);
- wykazywaniu inicjatyw, które przeciwdziałają powstawaniu odpadów (w niektórych sektorach wprowadzanie opakowań wielokrotnego użycia, drugie życie opakowania, ograniczanie wielomateriałowości itp.);
- wspieraniu informacji i edukacji konsumentów w zakresie właściwych metod postępowania z odpadami opakowaniowymi w gospodarstwach domowych;
- wykorzystaniu surowców z recyklingu do wytwarzania materiałów i opakowań z zachowaniem pełnej kontroli nad jakością wyrobu finalnego (szczególnie ważne dla opakowań żywności, gdyż surowce z recyklingu mogą zawierać substancje niebezpieczne);
- właściwym oznakowaniu opakowań (identyfikacja materiału, przydatność do recyklingu materiałowego i organicznego).

Producenci i użytkownicy opakowań są odpowiedzialni za ilość i rodzaj opakowań wprowadzanych na rynek, a tym samym za ilość oraz rodzaj powstających z nich odpadów. Te ogniwa mają największy wpływ na ostateczną postać opakowań, a także na wyrabianie i kształtowanie nawyków konsumentów, nie zawsze uzasadnionych z ekologicznego punktu widzenia. Projektowanie odgrywa istotną rolę w zapobieganiu powstawaniu odpadów oraz ich wykorzystaniu zgodnie z wymaganiami ochrony środowiska poprzez różne formy recyklingu. Szczególnie dotyczy to doboru materiałów oraz elementów opakowania. Najkorzystniejszym dla recyklingu wariantem jest wykonanie opakowania z wartościowego, w miarę możliwości, jednorodnego materiału i zastosowanie dodatkowych elementów (takich jak: etykiety,

MATERIAŁ OPAKOWANIA	METODY ODZYSKU		
	RECYKLING		ODZYSK ENERGII
	MATERIAŁOWY	ORGANICZNY	
Szkoło	++	–	–
Stal	++	–	–
Aluminium o grubości >50 µm	++	–	–
Aluminium o grubości <50 µm	++	–	++
Jednorodne tworzywa sztuczne	++	–	++
Różne tworzywa sztuczne	+	–	++
Papier/tekura	++	++*	++*
Drewno/naturalne	++	++	++
Polimery biodegradowalne	+	++	++

* znormalizowane rodzaje i odmiany makulatury, jako wartościowe surowce wtórne, powinny być poddawane recyklingowi materiałowemu
 ++ przydatne + przydatność ograniczona – nieprzydatne

TAB. 7.1

Przydatność materiałów opakowaniowych do różnych form recyklingu oraz odzysku energii¹⁸¹

klej, zamknięcie) nieutrudniających wtórnego przetwórstwa. Im mniej jest tych elementów dodatkowych oraz im łatwiej jest je usunąć, tym prościej jest przetworzyć odpady opakowaniowe na wartościowy surowiec.

W poszczególnych fazach prac projektowych należy dążyć do podejmowania decyzji akceptowanych z punktu widzenia wymagań ochrony środowiska i opierać się na zasadach zestawionych poniżej:

- przy projektowaniu technologii produkcji materiału opakowaniowego lub opakowania należy dobierać technologie bezodpadowe lub niskoodpadowe, niepowodujące zagrożeń dla środowiska i bezpieczeństwa ludzi;
- podczas projektowania technologii pakowania należy:
 - eliminować nadmiar opakowań i unikać pakowania wielostopniowego,
 - tam gdzie jest to uzasadnione i nie wpływa to na właściwe zabezpieczenie wyrobu,
 - dobierać opakowania jednostkowe, zbiorcze i transportowe dostosowane do ekonomicznie uzasadnionych technologii odzysku (w tym recyklingu), systemów selektywnej zbiórki i przepisów dotyczących gospodarki odpadami w danym państwie;
- przy projektowaniu opakowań należy:
 - przeanalizować możliwości zastosowania do danego wyrobu opakowania wielokrotnego użycia, które mogą odpowiadać systemom obiegu zamkniętego (opakowanie dedykowane jednemu przedsiębiorstwu), otwartego (opakowania są użytkowane przez grupę przedsiębiorstw), lub mieszanego (opakowanie jest dwuelementowe, jeden element jest użytkowany u konsumentów, a na rynku są dostępne opakowania jednostkowe z porcją wyrobu do uzupełnienia u kon-

sumenta; patrz rozdz. 3.7.4);

- dobierać materiały, formy konstrukcyjne i wzornictwo opakowań dostosowane do rodzaju pakowanego wyrobu, uwzględniając możliwość odzysku materiałów i energii;
- wykorzystywać elementy dodatkowe dające się w prosty sposób usunąć, które nie ograniczają ponownego przetwórstwa, zapewniając łatwość oddzielenia poszczególnych materiałów;
- wybierać materiały zapewniające dobre właściwości użytkowe, ale charakteryzujące się niską masą;
- dla opakowań, które są przedmiotem selektywnej zbiórki pod kątem recyklingu materiałowego, stosować w miarę możliwości jednorodne materiały;
- ograniczać w opakowaniach zawartość substancji niebezpiecznych dla środowiska, w tym metali ciężkich;
- stosować na opakowaniach znaki identyfikujące materiał, a także znaki wskazujące na przydatność do recyklingu materiałowego lub przydatności do kompostowania itp.

PRZECIWDZIAŁANIE POWSTAWANIU ODPADÓW

Przeciwdziałanie powstawaniu odpadów może być realizowane przez producentów materiałów opakowaniowych, producentów opakowań i ich elementów, a także producentów towarów, którzy wprowadzają je na rynek w określonym systemie pakowania:

- zmniejszenie ilości, masy i objętości samych opakowań oraz ich elementów do niezbędnego minimum z uwagi na bezpieczeństwo, wymagania higieniczne i ochronne wyrobu oraz akceptację użytkowników. W wielu przypadkach można obniżyć masę powstających odpadów pożytkowych przez zmniejszenie ilości

stosowanych opakowań. Tam gdzie jest to uzasadnione nie odbywa się kosztem jakości pakowanego wyrobu należy rezygnować nadmiaru opakowań lub z pakowania wielostopniowego. Zalecane są również nowoczesne technologie pakowania bazujące na nowych materiałach charakteryzujących się bardzo dobrymi właściwościami użytkowymi oraz niską masą. Jednocześnie postęp technologiczny umożliwił wytwarzanie tradycyjnych opakowań przy mniejszym zużyciu materiałów i surowców;

- projektowanie opakowań z myślą o późniejszych metodach odzysku. Projektowanie odgrywa dosyć istotną rolę w zapobieganiu powstawaniu odpadów. Dotyczy to zarówno projektowania technologii produkcji, jak i systemu pakowania, a także doboru materiałów i form konstrukcyjnych samych opakowań oraz elementów dodatkowych, takich jak zamknięcia, etykiety itd. Opakowania powinny być zaprojektowane z myślą o późniejszej segregacji przez konsumentów, a następnie segregacji na poziomie odbioru przez firmy usług komunalnych, a także pod kątem dostępnych technologii recyklingu oraz odzysku energii;
- stosowanie w możliwie szerokim zakresie opakowań wielokrotnego użycia. Racjonalna gospodarka opakowaniami powinna uwzględniać, w możliwie najszerszym zakresie, stosowanie opakowań wielokrotnego użycia. Opakowania zwrotne stają się odpadem dopiero po wielokrotnej rotacji. Zgodnie z normą PN-EN 13429 opakowania wielokrotnego użycia mogą odpowiadać systemom obiegu zamkniętego (opakowanie użytkowane przez jedno przedsiębiorstwo), otwartego (opakowania są użytkowane przez grupę przedsiębiorstw) lub mieszanego (opakowanie jest dwuelementowe, jeden element jest użytkowany u konsumentów, a na rynku są dostępne opakowania jednostkowe z dodatkową porcją produktu do uzupełnienia u konsumenta);
- zapobieganie powstawaniu odpadów przez redukcję „u źródła”, które jest metodą zminimalizowania wpływu wszystkich stopni pakowania na środowisko. Polega ono na ograniczaniu masy i objętości poszczególnych opakowań użytych w całym systemie pakowania do niezbędnego poziomu minimalnego, przy którym zachowane zostają funkcje opakowań, takie jak: ochrona towaru, funkcjonalność, bezpieczeństwo, wymagania higieniczne, walory użytkowe istotne dla nabywców towarów itd. Koniecznym elementem procesu redukcji „u źródła” jest zidentyfikowanie obszaru krytycznego, tj. kryterium,

MATERIAŁ OPAKOWANIA		MATERIAŁ DODATKOWY							
		PE-HD	PE-LD	PP	PVC	PS	PET	EVOH	PA
Materiał dominujący	PE-HD	1	1	2	3	3	3	2	3
	PE-LD	1	1	2	3	3	3	2	3
	PP	2	2	1	3	3	2	2	3
	PVC	2	2	2	1	2	3	2	3
	PS	2	2	2	2	1	3	3	3
	PET	2	2	2	3	3	1	2	2
	PA	3	3	2	3	3	3	3	2
	PC	3	3	3	3	3	1	3	2

1 – akceptowane połączenie 2 – akceptowalność ograniczona 3 – nieakceptowane połączenie

TAB. 7.2

Akceptowane i niewskazane połączenia różnych tworzyw sztucznych w opakowaniach¹⁸².
Wytoczne Komitetu ds. Recyklingu Opakowań z Tworzyw Sztucznych (Francia)

które uniemożliwia obniżenie masy/objętości w konkretnym przypadku i wykazania, że masa i/lub objętość opakowań wprowadzanych na rynek są zminimalizowane pod kątem następujących kryteriów użytkowych: ochrona produktu, proces wytwarzania opakowań, pakowanie i napełnianie wyrobem, logistyka (w tym transport, magazynowanie, przeładunek), prezentacja wyrobu, akceptacja użytkownika, informacja, bezpieczeństwo, zgodność z wymaganiami prawnymi itp.¹⁷⁸.

PROJEKTOWANIE OPAKOWAŃ POD KĄTEM RECYKLINGU

Recykling odpadów opakowaniowych obejmuje recykling materiałowy oraz organiczny. Recykling materiałowy to proces ponownego przetworzenia materiałów odpadowych prowadzony w celu wytworzenia wyrobu o przeznaczeniu pierwotnym lub o innych przeznaczeniach¹⁷⁹.

Recyklingiem materiałowym nie są:

- segregacja i sortowanie odpadów na poszczególne ich rodzaje (grupy jednorodne materiałowo);
- konieczne czynności związane z przywróceniem opakowania wielokrotnego użycia do stanu, w którym może być ono ponownie wykorzystane;
- uzyskanie surowca wtórnego, który nie został wykorzystany do produkcji wyrobu finalnego;
- uzyskanie z odpadów paliwa, tj. wykorzystanie odpadów jako źródła energii

Proces recyklingu materiałowego obejmuje fizyczny i/lub chemiczny proces, w którym przetwarzane są zebrane i posortowane opakowania poużytkowe oraz ich odpady, w niektórych przypadkach z udziałem innych materiałów, w celu wytworzenia surowca wtórnego, a następnie wyrobu finalnego z surowca wtórnego lub z udziałem surowca wtórnego¹⁸⁰.

Recykling materiałowy jest procesem mogącym obejmować kilka etapów (w tym etapów wstępnych, takich jak: segregacja, mycie i oczyszczanie, przygotowanie do przetworzenia itp.), który jest zakończony

wytworzeniem wyrobu finalnego lub materiału wykorzystanego do produkcji wyrobu finalnego, przeznaczonego dla ostatecznego użytkownika. Generalnie są to procesy zawracania materiałów pochodzących z odpadów (materiałów odpadowych) do cyklu produkcyjnego.

Recykling organiczny oznacza obróbkę tlenową (kompostowanie) lub beztlenową (biometanizacja) biodegradowalnych części odpadów opakowaniowych, przeprowadzaną w kontrolowanych warunkach i przy wykorzystaniu mikroorganizmów, prowadzącą do wytworzenia stabilnych pozostałości organicznych lub metanu (deponowanie na składowisku nie jest traktowane jako forma recyklingu organicznego).

Opakowania są produkowane z szerokiej gamy materiałów, a kombinacje tych materiałów dobiera się biorąc pod uwagę określone wymagania funkcjonalne oraz zastosowanie. Wszystkie podstawowe materiały łatwo jest przetwarzać, gdy w opakowaniu występują oddzielnie i można je od siebie oddzielić. Natomiast, gdy są połączone w sposób trwały, stwarzają zakładom recyklingowym znaczne trudności. Szkło opakowaniowe w procesach przetwórstwa tworzyw sztucznych, metale w przetwórstwie szkła, nadmierna ilość tworzyw sztucznych w recyklingu makulatury itd., to przykłady połączeń materiałowych, które nie są akceptowane w technologiach przetwarzania i mogą stwarzać problemy w recyklingu.

Dla określonych rodzajów odpadów należy zastosować właściwe formy odzysku, zestawione w tabeli 7.1.

Jak ważny jest właściwy dobór elementów opakowań z tworzyw sztucznych świadczy przykład z polskiego rynku. Od kilku lat mimo zgłaszanych przez zakłady recyklingowe problemów z uzyskaniem pełnowartościowego surowca wtórnego, niektórzy producenci napojów, soków, kefirów itd., stosują butelki z PET z etykietą w formie rękawa z termokurczliwej folii z PVC. Zastosowana kombinacja materiałowa świadczy o nieprzestrzeganiu wymagań dotyczących przydatności do



		TAK	WARUNKOWO*	NIE
Korpus**	butelka	PET		PLA/PVC/PETG
	kolor	bezbarwny/lekko niebieski/ zielony	inne transparentne zabarwione	mleczne
	bariera	bezbarwna warstwa plazmowa	zewnątrzne pokrycie/ PA (3 warstwy)	EVOH/PA jednowarstwowe mieszanki
	dodatki		pochłaniacze O ₂ / stabilizatory UV/blokery AA/ /nanokompozyty/itp.	
Etykieta	druk na butelce	data produkcji lub przydatności do spożycia		inne nadruki na butelce
	etykieta	PE-HD/PE-MD/PE-LD/ /PP/OPP/EPS (gęstość <1g/cm ³)/ papier	metalizowane etykiety PET	PVC/PS (gęstość >1g/cm ³)
	rękaw	PE/PP/OPP/EPS (gęstość <1g/cm ³)/spieniony PET/ /spieniony PETG	PET	PVC/PS (gęstość >1g/cm ³) PETG/rękawy pokrywające całą butelkę
	klej***	bez kleju na poboczniczy butelki kleje rozpuszczalne w wodzie lub alkaliach (<80°C)		kleje nieusuwalne w wodzie lub alkaliach w 80°C
	farba	zgodna ze wskazówkami dobrej praktyki produkcyjnej EuPIA		plynące/reagujące/ /niebezpieczne
Zamknięcie	zamknięcie	PE-HD/PE-LD/PP		metal/aluminium/PS/PVC/ /termoutwardzalne
	wkładka	PE-HD/PE+EVA/PP		PVC/EVA z aluminium
	uszczelki	PE/PP/OPP/EPS/ /spieniony PET		PVC/silikon/aluminium
	inne części		PE-HD/PP/PET	PVC/RFID/inne niż z tworzyw sztucznych

* Niektóre materiały/składniki butelki są możliwe do recyklingu w pewnych warunkach.

W tym celu należy skonsultować się z EPBP, zakładami recyklingu lub organizacjami zrzeszającymi takie przedsiębiorstwa.

** Wszystkie materiały muszą spełniać wymagania prawne dla materiałów i przedmiotów do kontaktu z żywnością.

*** Patrz pozytywna lista klejów EUPR.

TAB. 7.3

Wytyczne EPBP (European PET Bottle Platform), które należy uwzględnić przy projektowaniu butelek z PET do różnych napojów i wód w celu umożliwienia ich recyklingu (ŹRÓDŁO: EPBP)

recyklingu. Znaczny udział PVC w odpadach z PET może spowodować, że wartościowy surowiec będzie deponowany na składowisku odpadów, gdyż zakłady recyklingowe nie będą w stanie zapewnić wymaganej jakości

surowca wtórnego (udział PVC poniżej 50 mg/kg, niektóre zakłady udział ten przewidują jedynie na poziomie 10–20 mg/kg).

Organizacje wspomagające recykling opakowań z tworzyw sztucznych promują

rozwiązania korzystne dla recyklingu w formie zaleceń, czy przewodników. Zwraca się w nich uwagę na możliwość stwarzania barier w recyklingu ma181 teriałowym przez użycie niewłaściwych kombinacji różnych tworzyw sztucznych, bez uwzględnienia ich charakterystyki i wiedzy na temat uzasadnionych ekonomicznie oraz dostępnych przemysłowych technologii recyklingu. W tabelach 7.2 i 7.3 przedstawiono przykłady akceptowanych i nieakceptowanych połączeń różnych konwencjonalnych tworzyw sztucznych.

Przewodnik wydany przez stowarzyszenie APR (Association of Postconsumer Plastic Recyclers) zaleca unikanie etykiet w formie termokurczliwych rękawów do butelek PET183.

Międzynarodowe Centrum International Trade Centre UNCTAD/WHO184 dokładnie informuje o tym, że w opakowaniach najbardziej niekorzystnym połączeniem tworzyw sztucznych z różnych grup polimerowych jest PVC i PET, ze względu na różnice w temperaturach przetwórstwa. PVC w temperaturze przetwarzania PET ulega degradacji z wydzielaniem chlorowodoru, który łącząc się z parą wodną tworzy silny kwas (HCl). Prowadzi to do obniżenia masy cząsteczkowej PET. ■

ARTYKUŁ JEST FRAGMENTEM PUBLIKACJI PT.

„OPAKOWANIA A ŚRODOWISKO” WYDANYCH PRZEZ PWN SA. W TEKŚCIE ZACHOWANO ORYGINALNĄ NUMERACJĘ ILLUSTRACJI I ODNOŚNIKÓW DO LITERAURY.

Hanna Żakowska

OPAKOWANIA A ŚRODOWISKO

Przekonanie, że opakowania wpływają na stan środowiska tylko w ostatnim etapie cyklu życia na szczęście odeszło do lamusa. Obowiązująca obecnie w Europie ogólna strategia postępowania zakłada, że w pierwszej kolejności należy zapobiegać powstawaniu odpadów oraz minimalizować ich ilość. W odniesieniu do metod postępowania z już wytworzonymi odpadami preferowany jest recykling, potem odzysk energii, a na końcu dla odpadów, których nie da się wykorzystać przemysłowo – unieszkodliwianie np. przez deponowanie na składowiskach.

Niniejsza książka podejmuje szereg aktualnych tematów związanych z coraz istotniejszym zagadnieniem ekologii opakowań w całym cyklu ich życia. W szczególności uwzględnia:

- terminologię dotyczącą ochrony środowiska w ujęciu regulacji prawnych i normatywnych UE,
- zrównoważony rozwój w odniesieniu do opakowań,
- praktyczne przykłady oceny cyklu życia (LCA) dla wybranych grup opakowań oraz wskaźniki emisji gazów cieplarnianych (carbon footprint).

Prezentuje ponadto kierunki rozwoju przemysłu opakowaniowego i omawia zasady projektowania oraz oznakowywania opakowań z uwzględnieniem ochrony środowiska. Pomyślana jest więc jako kompendium wiedzy o ekologicznych aspektach projektowania, produkcji oraz cyklu życia opakowań.

Skierowana jest do studentów takich kierunków jak: towaroznawstwo, technologia żywności, inżynieria materiałowa, inżynieria środowiska oraz zarządzanie i marketing. Zainteresuje również przedsiębiorców oraz osoby odpowiedzialne w firmach za ochronę środowiska, gospodarkę magazynową, zaopatrzenie, gospodarkę opakowaniową, logistykę, zarządzanie oraz planowanie i rozwój.



Transport pneumatyczny i nie tylko

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



ROMAN WAROWNY:
W tym roku
chcemy skupić się
przede wszystkim
na zakładach
przetwórstwa
nawozów
mineralnych

Adam Krzyżowski: Panie Dyrektorze, są Państwo czołowym polskim producentem urządzeń do transportu pneumatycznego. Mam tu na myśli produkowane przez firmę WAKRO podajniki komorowe do transportu wysokociśnieniowego oraz dozowniki celkowe i inżektory do transportu niskociśnieniowego. Jakcie ciekawe wersje tych urządzeń udało się ostatnio Państwu zaprojektować?

Roman Warowny: Transport pneumatyczny ze względu na swoją łatwość aplikacji jest częstym wyborem naszych klientów zarówno przy długich trasach, jak i krótkich odcinkach, np. w układach dozowania i przygotowania premiksów. Każda oferowana przez nas linia transportu pneumatycznego jest indywidualnie dobierana pod względem procesowym i konstrukcyjnym z uwzględnieniem wymagań klienta i właściwości fizycznych transportowanego materiału. Wybór urządzenia do transportu, tj. podajnika komorowego, dozownika celkowego czy inżektora, jest efektem analizy oczekiwanej wydajności linii, przebiegu trasy i rodzaju źródła gazu do transportu. Wieloletnie doświadczenie i praktyka w transporcie szerokiej gamy materiałów sypkich – od lekkie-

go perlitu do drobnych kruszyw – oraz własne stanowiska badawcze pozwalają nam na oferowanie klientom urządzeń, które spełnią ich oczekiwania i zrealizują ich cele produkcyjne. Jedną z ciekawych realizacji WAKRO jest kompletna linia wraz z podajnikiem komorowym do transportu materiału niebezpiecznego przy wykorzystaniu sprężonego azotu.

A.K.: WAKRO jest także znanym eksporterem węzłów suszarniczych, filtrów odpylających, przenośników, silosów czy właśnie urządzeń do transportu pneumatycznego. Jakcie kraje są najbardziej zainteresowane Państwa urządzeniami?

R.W.: Nasze urządzenia możemy dostarczyć do każdego kraju na świecie. Dużo naszych klientów ma zakłady produkcyjne w wielu państwach i tam można spotkać nasze urządzenia, m.in. w Hiszpanii, Rosji, Rumunii, Kazachstanie, na Białorusi, w USA, we Francji czy w Meksyku. Każdy nasz wyrób ma znak CE i może być używany nie tylko w Europie. Ponadto nasze urządzenia wykonywane są w europejskim standardzie, w oparciu o dyrektywę i normy branżowe.

A.K.: Czy obecna trudna sytuacja związana z pandemią dała się Państwu poważnie we znaki i jak firma radzi sobie w tym trudnym czasie?

R.W.: Aby dalej się rozwijać i tworzyć nowe, innowacyjne rozwiązania dla naszych klientów, tak jak to robimy już od ponad 26 lat, wdrożyliśmy w firmie zalecane procedury epidemiologiczne głównego inspektora sanitarnego oraz ministra zdrowia. Ograniczyliśmy do minimum fizyczne spotkania służbowe i korzystamy ze zdalnej komunikacji. Monitorujemy na bieżąco

postęp pandemii, a tym samym przestrzegamy i przestrzegamy będziemy wszystkich zasad, tak długo, jak będzie to konieczne, licząc na jak najszybszy powrót do normalności.



FOT. 2

Młyn kulowy – jeden ze sztandarowych produktów WAKRO [ŹRÓDŁO: WAKRO]

A.K.: Czy w Państwa planach na ten rok jest też wystawianie się na imprezach targowych i jeśli tak, to na jakich?

R.W.: Jak co roku, tak i teraz planujemy wystawianie się na targach SyMas w Krakowie. Będziemy tam, jeżeli tylko pozwolą na to warunki i czas. Targi te pozwalają nam spotykać się z naszymi stałymi klientami, jak i nowymi, co nas bardzo cieszy. W ten sposób możemy łatwo i szybko przedstawić profil naszej działalności, ale także pozyskać informacje na temat potrzeb rynkowych. Niestety, w roku 2020 pandemia pokrzyżowała nam plany i nie mogliśmy uczestniczyć w tych targach. Mam nadzieję, że w tym roku nas na nich nie zabraknie i że targi te będą owocne jak dotychczas.

A.K.: Na jakich branżach przemysłowych chcą Państwo skupić swoją uwagę w 2021 r.?

R.W.: W tym roku chcemy skupić się przede wszystkim na zakładach przetwórstwa nawozów mineralnych. W tej dziedzinie mamy już na swoim koncie kilka wykonanych kompletnych linii technologicznych, a co za tym idzie – nasze doświadczenie cały czas rośnie. Jako firma specjalizujemy się w procesach magazynowania, transportu mechanicznego i pneumatycznego, mieszania, ważenia, dozowania, suszenia, kruszenia, mielenia, prażenia, a także suchego odpylania materiałów sypkich. Jesteśmy otwarci na nowe wyzwania.

A.K.: Dziękuję za rozmowę.



FOT. 1

Wyprodukowane przez WAKRO podajniki komorowe do wysokociśnieniowego transportu pneumatycznego [ŹRÓDŁO: WAKRO]

Zastosowanie złączek rurowych Eurac w transporcie pneumatycznym produktów sypkich

Andrzej Żelazo

Transport pneumatyczny produktów sypkich to (ogólnie mówiąc) przenoszenie cząsteczek produktu w strudze powietrza (czasem azotu) w zamkniętym rurociągu na odległość kilku, kilkunastu, kilkudziesięciu (rzadziej kilkuset) metrów.



RYS. 1

Budowa złączki Eurac na podstawie złączki typu „H” o długości $L = 200$ mm

Żeby ten rurociąg był szczelny, można go spawać (w jeden odcinek), ale nie jest to najlepsze rozwiązanie. Jeśli wytrze się np. łuk, to nie ma go jak wymienić, jak zapcha się jakiś odcinek, to nie da się go wyczyścić. Poza tym rurociąg spawany w jedną całość jest bardzo wrażliwy na różnice temperatur – nie ma dylatacji temperaturowych. Dylatacje te mogą być niezbędne z racji temperatury transportowanego produktu, ale częściej (szczególnie na zewnątrz) są konieczne z powodu różnicy temperatur między latem a zimą. Pospawany rurociąg po prostu będzie pękał. Zastosowanie złączek rurowych powoduje, że kurczące lub rozszerzające się rury będą na to pękanie odporne.

Z reguły w rurociągu łączone są złączkami rurowymi takie elementy, jak rury i łuki.

W zależności od ciśnienia w rurociągu stosuje się złączki z mocniejszymi lub delikatniejszymi śrubami (jedne do rurociągów ciśnieniowych, a inne do instalacji podciśnieniowych). Złączki mogą być wykonane ze stali węglowej ocynkowanej lub stali nierdzewnej (AISI 430, AISI 304L). Złączki Eurac produkowane są w kilku typach: „L”, „M”, „HL” oraz „H”.

Złączki typu „L” produkowane są w zakresie średnic od 38,1 do 114,3 mm. Wykonane są ze stali nierdzewnej AISI 430. Mają długość 100 mm. Łączone są dwiema ocynkowanymi śrubami M8.

Złączki typu „M” produkowane są również w zakresie średnic od 38,1 do 114,3 mm. Wykonane są ze stali nierdzewnej AISI 430. Mają długość 150 mm. Łączone są trzema ocynkowanymi śrubami M8.

Złączki typu „HL” produkowane są standardowo w zakresie średnic od 38,1 do 168,3 mm. Wykonane są ze stali węglowej ocynkowanej lub ze stali nierdzewnej AISI 304L. Mają długość 150 lub 200 mm. Łączone są trzema (dla długości 150 mm) lub czterema (dla długości 200 mm) śrubami. Do średnicy 88,9 łączą się śrubami M10, a dla średnicy 88,9 i powyżej – śrubami M12.

Złączki typu „H” produkowane są standardowo w zakresie średnic od 38,1 do 219,1 mm. Wykonane są ze stali węglowej ocynkowanej lub ze stali nierdzewnej AISI 304L. Mają długość 150, 200, 250 lub 300 mm. Łączone są trzema (dla długości 150 mm), czterema (dla długości 200 mm), pięcioma (dla długości 250 mm) lub sześcioma (dla długości 300 mm) śrubami. Do średnicy 88,9 łączą się



FOT. 1
Złączka typu „L”



FOT. 2
Złączka typu „M”



FOT. 2
Złączka typu „M”

śrubami M12, a dla średnicy 88,9 i powyżej – śrubami M16.

Złączka składa się z:

- płaszcz zewnętrznego (obudowy), zakończony wzmocnionymi belkami do mocowania śrub;
- płaszcz wewnętrzny, zakrywający przerwę w płaszczu zewnętrznym związaną z odstępem między belkami do mocowania śrub (płaszcz wewnętrzny może być pełny, na całym obwodzie złączki – np. w złączkach typu „H” – lub zredukowany, na ok. 1/4 obwodu złączki – w pozostałych typach złączek);
- uszczelnienia o grubości $g = 3 \text{ mm}$, które mogą być wykonane z NBR (białe), SBR, vitonu (czarne) lub silikonu (niebieskie lub czerwone);

- dodatkowych nitów na uszczelnieniu (lub paska stalowego), służących do wyrównania ładunków elektrostatycznych pomiędzy łączonymi rurami;
- śrub mocujących wraz z podkładkami i nakrętkami.

Przy projektowaniu instalacji należy pamiętać, że zadaniem złączki jest zapewnienie szczelności rurociągu. Natomiast nie jest nim osiowe mocowanie rurociągu. Do tego służą inne elementy.

Zalety złączek Eurac:

- szeroki asortyment;
- łatwość montażu;
- prosta budowa;
- wysoka szczelność;
- różnorodność wykonania wkładów

(dopuszczenie do kontaktów z produktami spożywczymi);

- możliwość zapewnienia dylatacji rurociągu;
- wyrównanie potencjałów elektrostatycznych pomiędzy łączonymi elementami rurociągu;
- szybka dostawa (duży magazyn w Warszawie).

Zastosowanie:

- instalacje transportu pneumatycznego (nadciśnieniowe i podciśnieniowe);
- instalacje odpylania;
- instalacje centralnego odkurzania.

AUTOR JEST PREZESEM ZARZĄDU FIRMY
PROORGANIK SP. Z O.O. W WARSZAWIE
WWW.PROORGANIK.COM.PL

Wydanie specjalne na targi SyMas 2021

KATALOG produktów i usług dla branży materiałów sypkich i masowych

KONTAKT:

e-mail: redakcja@powderandbulk.com.pl

tel. kom.: 501 690 740

tel.: 32 / 262 76 22

**Przyjmujemy
zamówienia
na reklamę!**



Rodzaje rusztowań i ich podział

Rusztowania można podzielić ze względu na wiele kryteriów, np. ich funkcję, konstrukcję, rodzaj materiału, dokumentację. W numerze 1/21 zamieściliśmy pierwszą część niniejszego artykułu.

PODZIAŁ RUSZTOWAŃ ZE WZGLĘDU NA FORMĘ ZABUDOWY

Charakter konstrukcji obiektu, przy którym stoi rusztowanie, determinuje jego formę. Najczęściej spotykanymi rusztowaniami są tzw. rusztowania fasadowe.

Charakteryzują się tym, że są zbudowane bezpośrednio przy fasadzie obiektu, a ich szerokość to jedna para stojaków (jedna rama) – RYS. 1.5A. W przypadku gdy konstrukcja rusztowania składa się również z jednego pola (przęsła) na jego długości, nosi nazwę rusztowania fasadowego punktowego (RYS. 1.10A).

Innym rodzajem rusztowań są rusztowania przestrzenne (klatkowe) – które składają się z kilku przęseł zarówno na długości, jak i szerokości rusztowania (RYS. 1.10C). Mogą być one wyposażone w pomosty na każdym poziomie konstrukcyjnym (na ogół co 2 m) bądź tylko w jeden pomost roboczy. W przypadku gdy takie rusztowanie jest konstrukcją wolno stojącą i składa się z jednego przęsła na długości i szerokości rusztowania (jedno pole), jest nazywane rusztowaniem wieżowym lub kolumnowym (RYS. 1.10B). Nazwy te są powszechnie stosowane w praktyce, jednak nie mają definicji normowej lub wynikającej z przepisów.

PODZIAŁ RUSZTOWAŃ ZE WZGLĘDU NA SPOSÓB UŻYTKOWANIA

Rozróżnia się dwie postaci rusztowań: nieruchome oraz ruchome, które wpływają na sposób użytkowania rusztowania. Rusztowanie nieruchome to konstrukcja, która przy przemieszczaniu wymaga rozebrania na elementy składowe [35] – potocznie jest zwane również rusztowaniem stacjonarnym. Przeciwnieństwem są rusztowania ruchome, czyli przeznaczone do wielokrotnego zastosowania na miejscu budowy, przystosowane do poziomego przemieszczenia (np. na kołach, wałkach, płozach itp. bez własnego napędu) bez konieczności rozbierania na części składowe [35], zwane też przejezdными (jezdny-mi). Rusztowania takie występują w dwóch rodzajach: albo jako systemowa wieża jezdna zbudowana z tzw. drabino-ram (RYS. 1.11A), albo jako rusztowanie ramowe/modułowe wyposażone w dodatkowe akcesoria umożliwiające przemieszczanie rusztowania (tj. belki podstawy, koła jezdne itp.) – RYS. 1.11B.

Praktyka budowlana zdeterminowała konieczność budowy rusztowań przestawnych (RYS. 1.11C) – jako szczególnego typu rusz-



RYS. 1.10

Różne formy zabudowy rusztowań: a) rusztowanie fasadowe punktowe (ramowe), b) rusztowanie wieżowe (modułowe), c) rusztowanie modułowe przestrzenne

towań przejezdnych. Mianowicie rusztowania stacjonarne niewyposażone w układ jezdny, można wyposażyć w zawiesia do podczepiania pod urządzenia dźwigowe, a elementy rusztowania połączyć ze sobą w taki sposób, aby nie miały możliwości rozłączenia podczas przemieszczania. W ten sposób powstają zwykle małe rusztowania, np. do robót zbrojarskich, które przestawiane są wielokrotnie na budowie za pomocą dźwigu.

Rusztowania ruchome często są mylone z ruchomymi podestami roboczymi. Wynika to częściowo z historii polskiej normalizacji, gdyż niegdyś niektóre z dźwignic zaliczano do rusztowań (RYS. 1.12), a częściowo z podobieństwa wymagań prawnych. Na przykład w rozporządzeniu w sprawie bhp podczas wykonywania robót budowlanych [40] jeden z rozdziałów nazywa się „Rusztowania i ruchome podesty robocze”. Tymczasem ruchome podesty robocze zalicza się do grupy dźwignic. Ruchomy podest roboczy jest więc maszyną przeznaczoną do przemieszczania osób na stanowiska robocze,

na których wykonuje się pracę z platformy roboczej. Pozwolenie na użytkowanie takiego pomostu (odbiór) leży w gestii Urzędu Dozoru Technicznego.

PODZIAŁ RUSZTOWAŃ ZE WZGLĘDU NA SPOSÓB ZACHOWANIA STABILNOŚCI

Stabilność rusztowania można zapewnić na wiele sposobów, tak aby efektem tego była zdolność rusztowania do zachowania niezmiennego położenia i kształtu pod wpływem sił zewnętrznych. W ten sposób rozróżnić można odmiany rusztowań – np. przyściennne czy wolno stojące.

Stabilność rusztowania przyściennego jest zapewniona przez zakotwienie go do obiektu budowlanego [35]. Oznacza to, że wymiary podstawy rusztowania powinny zapewnić jego stabilność do pierwszego poziomu kotwienia, a powyżej tej wysokości kotwienie jest podstawowym elementem zapewniającym niezmiennność położenia rusztowania. Najczęściej w przypadku rusztowania przyściennego jest to rusztowanie fasadowe.



RYS. 1.11

Rusztowania ruchome: a) przejezdne zgodne z EN 1004, b) przejezdne na bazie elementów rusztowania ramowego, c) przestawne

W przypadku braku możliwości przykro-
twienia rusztowania do obiektu stosuje się
rusztowania wolno stojące, czyli niepowiąza-
ne z obiektem budowlanym lub podłożem,
których stateczność wynika z jego własnej
konstrukcji [35]. W takich przypadkach rusz-
towanie powinno mieć właściwie rozbu-
dowaną podstawę (odpowiednią relację
szerokości do wysokości rusztowania) lub
zapewniony balast bądź odciąża (patrz p. 3.5).

PODZIAŁ RUSZTOWAŃ ZE WZGLĘDU NA RODZAJ MATERIAŁU, Z KTÓREGO JEST WYKONANA KONSTRUKCJA

Konstrukcje rusztowań i elementów składo-
wych są wykonywane z powszechnie stosowa-
nych materiałów konstrukcyjnych, takich
jak: stal, stopy aluminium, żeliwo, drewno
konstrukcyjne i materiały drewnopochodne.
Szczegółowe informacje określające
wymagania, jakie są stawiane materiałom
używanym w tymczasowych konstrukcjach
stosowanych na placu budowy, są zawarte
w normie PN-EN 12811-2 [20].

Konstrukcja rusztowania najczęściej wyko-
nywana jest ze stali i w tym przypadku mówimy
o rusztowaniach stalowych. Nie oznacza to,
że wszystkie elementy takiego rusztowa-
nia muszą być wykonywane ze stali. Na przy-
kład zastosowanie pomostów drewnianych
wcale nie oznacza, że mamy do czynienia
z rusztowaniem drewnianym. O rodzaju
rusztowania (stalowe, drewniane) decyduje
materiał, z którego wykonano przeważającą
część jego konstrukcji (tj. ramy, stojaki).



RYS. 1.13
Rusztowanie drewniane (przyściennie dwurzędowe)

Z uwagi na to, że elementy konstrukcyjne
rusztowań stalowych w przeważającej licz-
bie są wykonane z kształtowników zamknię-
tych (rury okrągłe, kształtowniki prostokątne
i kwadratowe), obecnie producenci stosują
najczęściej stal S235JRH dla rur stalowych
o grubości ścianki co najmniej 2,9 mm lub stal
o podwyższonej granicy plastyczności ≥ 315
MPa, (np. gatunku S355JRH, S355MH, S460MH
albo S235JRH, ale przy gwarantowanej warto-
ści $R_{eH} (f_y) \geq 315$ MPa) – dla rur o mniejszej
grubości ścianek [19]. Rury stalowe luźne,
niewchodzące w skład systemu rusztowa-
nia, do których możliwe jest przymocowanie
złączy rusztowaniowych zgodnych z EN 74-1,
powinny mieć średnicę zewnętrzną 48,3 mm
i grubość ścianki 3,2 mm oraz spełniać wyma-
gania normy EN 39 [30].

W celu obniżenia ciężaru własnego kon-
strukcji niekiedy są stosowane również ruszto-
wania aluminiowe. Takie elementy są jednak
znacznie bardziej podatne na odkształcenia
oraz droższe w stosunku do stalowych, więc
w Polsce stosuje się ich niewiele. Są one uży-
wane w rusztowaniach przejezdnych oraz
jako pewne z komponentów rusztowań sta-
lowych, np. pomosty komunikacyjne, pode-
sty bądź dźwigary. Stosowane są tu różne
stopy aluminium, a domieszki rozmaitych
pierwiastków pozwalają uzyskać szczególne
właściwości pożądane w różnych gałęziach
przemysłu, np. hydronalium – stop Al-Mg
o dobrej odporności na korozję, zwłaszcza
w wodzie morskiej. Rury luźne aluminiowe
powinny mieć średnicę zewnętrzną 48,3 mm
oraz grubość ścianki 4 mm i granicę plastycz-
ności na poziomie minimum 195 MPa.

Zarówno rusztowania stalowe, jak i alumi-
niowe, są konstrukcjami metalowymi – czyli
wymagającymi posiadania odpowiednich
kwalifikacji do montażu i demontażu. W Pol-
sce, aby móc dokonywać tych czynności,
należy posiadać uprawnienia: książkę ope-
ratora maszyn roboczych z wpisem „rusz-
towania budowlano-montażowe metalowe
– montaż i demontaż”.

Rusztowania drewniane (RYS. 1.13) powoli
zostają wypierane z użycia na skutek zastoso-
wania rusztowań metalowych systemowych.
Rusztowanie drewniane to tymczasowa kon-
strukcja pomocnicza z drewna ułatwiająca
wznoszenie, wykańczanie lub remont objek-
tów budowlanych [13]. Wymagania stawiane
takim konstrukcjom określone zostały w serii
norm PN-B-03163. Wyróżnione tam zostały
następujące rodzaje rusztowań drewnianych:

- rusztowanie przyściennie jednorzędowe – konstrukcja drewniana z jednego rzędu stojaków wykonanych z krawędziaków lub z drewna okrągłego, ustawionych na podwalinach lub wkopanych w ziemię

i opartych na podkładkach, usztywniona
tężnikami w płaszczyźnie równoległej do
ściany i powiązana ze ścianą za pomocą
poprzecznic z krawędziaków lub drewna
okrągłego, na których układane są pomo-
sty i schodnie;

- rusztowanie przyściennie dwurzędowe – występują tu dwa rzędy stojaków powiązane ze sobą w płaszczyźnie prostopadłej do ściany za pomocą poprzecznic, na których układane są pomosty i schodnie (RYS. 1.13); pod względem konstrukcyjnym jest podobne do rusztowania stojakowego z rur;
- rusztowanie przyściennie drabinowe – konstrukcja drewniana wykonana ze specjalnych drabin ustawionych pionowo w jednym rzędzie, usztywnionych tężnikami w płaszczyźnie równoległej do ściany budowli i przymocowana do ściany za pomocą haków i drutu oraz wyposażona w pomosty układane na szczeblach drabin; konstrukcje takie są niemalże niespotykane już w praktyce budowlanej; warto podkreślić, że podobne rozwiązania opisane były w normach zagranicznych, np. DIN 4420-2 [2];
- rusztowanie na wysuwnicach – rusztowanie z belek drewnianych (wysuwnic) wystających wspornikowo na zewnątrz budynku przez otwory w murze, a wewnątrz budynku zamocowanych w istniejącej konstrukcji budynku (najczęściej między stropami) za pomocą specjalnej konstrukcji utrzymującej wysuwnicę; na wspornikach wysuwnicy układany jest pomost roboczy;
- rusztowanie drewniane na kozłach – rusztowanie z krawędziaków lub z desek, ułożonych na specjalnych kozłach wykonanych z tarcicy iglastej; obecnie takie rozwiązania nadal są praktykowane na małych budowach z uwagi na swoją prostotę oraz brak konieczności posiadania formalnych uprawnień do montażu/demontażu; nie oznacza to oczywiście, że rusztowanie drewniane kozłowe można wykonać dowolnie – zasady montażu są określone w normie PN-B-03163-2 [14].

Pewne elementy rusztowań systemowych są wykonywane również z drewna, np. pode-
sty bądź bortnice (zwane wtedy potocznie
deskami burtowymi). Mogą to być elementy
wykonane zarówno z drewna jednolitego,
jak i klejonego warstwowo.

Najczęściej stosuje się drewno iglaste lub
topolowe o minimalnej klasie wytrzymało-
ściowej C16 [20], zgodnie z normą EN 338.
Ponadto pewne części elementów są wyko-
nywane z materiałów drewnopochodnych,
np. ze sklejki.

Przykładem powszechnie stosowanych
takich elementów są pomosty komunikacyjne





RYS. 1.14

Podział rusztowań w zależności od rodzaju i sposobu wykonania [8]

z poszyciem ze sklejki bądź pomosty stalowo-sklejkowe, jak również aluminiowo-sklejkowe. Ponadto w niektórych krajach świata stosuje się także rusztowania bambusowe [7].

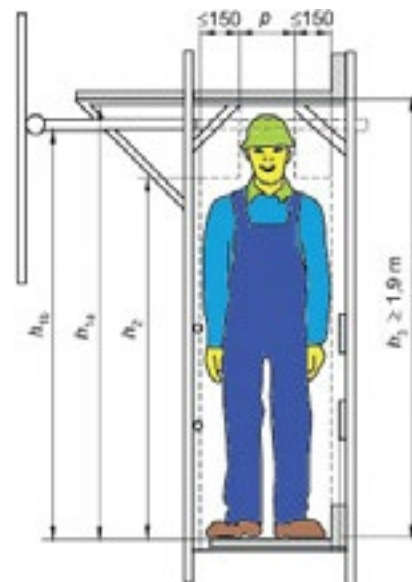
Ostatnią grupą rusztowań są rusztowania wykonane z innych materiałów, np. tworzywa sztucznych. Są to na ogół małe przestawne rusztowania wykonane z tworzywa sztucznego wzmocnianego włóknomi szklanymi, przeznaczone do prac przy instalacjach elektrycznych (z uwagi na dużą oporność/małą przewodność prądu elektrycznego). Konstrukcja tak wykonanych małych pomostów pozwala je często zakwalifikować jako szczególny rodzaj drabiny, zgodnie z serią norm PN-EN 131 (np. drabiny wielokrotnie łączone na zawiasy, ustawiane w pozycji „platforma” [26]).

PODZIAŁ RUSZTOWAŃ POD WZGLĘDEM RODZAJU DOKUMENTACJI

Jednym z podstawowych czynników decydujących o formie opracowania dokumentacji rusztowania jest to, czy mamy do czynienia z rusztowaniem systemowym, czy niesystemowym. Poprzez rusztowanie systemowe rozumie się konstrukcje z prefabrykowanych elementów, w których wszystkie wymiary siatki konstrukcyjnej lub przynajmniej ich część są jednoznacznie narzucone przez ściśle powiązane z tymi elementami części złączne [35]. O systemie rusztowania można jednoznacznie mówić dopiero wtedy, gdy z takiego zestawu wzajemnie połączonych części składowych został utworzony i oceniony tzw. standardowy zestaw konfiguracji systemu, który ma instrukcję wyrobu [17]. Instrukcja taka powinna być zgodna z odpowiednimi normami [17], [19], [25]. Polskie przepisy wskazują, że elementy rusztowań systemowych powinny być poddane przez producenta badaniom na zgodność z wymaganiami konstrukcyjnymi i materiałowymi, określonymi w kryteriach oceny wyrobów pod względem bezpieczeństwa [40].

Producent rusztowania systemowego powinien więc poddać ten system procesowi oceny, polegającemu na ustaleniu, czy wszystko jest zgodne z wymaganiami zawartymi w normie [17]. Przepisy polskie niestety nie określają jednoznacznie, jaka instytucja powinna taki proces oceny dokonać. Nie podlega jednak wątpliwości, że powinien on być wykonany przed dopuszczeniem rusztowań systemowych do obrotu. Efektem tego będzie określenie tzw. typowej konfiguracji systemu, charakteryzującej się konkretnym rozmieszczeniem połączonych części składowych, która obejmuje albo kompletne rusztowanie, albo jego typową sekcję. Powoduje to znaczne ułatwienie w montażu – dzięki instrukcji montażu i użytkowania (instrukcji obsługi, DTR) eliminuje się konieczność każdorazowego dokonywania analizy statyczno-wytrzymałościowej, jeśli planowana konstrukcja jest zgodna z rozwiązaniami określonymi w dokumentacji producenta (tzw. rozwiązanie typowe).

W przypadku istotnych odstępstw od dokumentacji producenta należy sporządzić projekt indywidualny. Niestety ani polskie przepisy, ani normy nie określają, czym jest istotne bądź nieistotne odstępstwo od wariantu typowego rusztowania określonego w dokumentacji producenta. Podkreślić należy, że rusztowania, które powstają na budowach, niemal zawsze mają inną geometrię, niż określa to schemat montażu: mają odmienną liczbę pól (przeseł), inne rozmieszczenie kotwienia (schematy określone w instrukcji przedstawiają siatkę kotwienia przy ścianie bez okien) itp. W związku



RYS. 1.15

Parametry klasy prześwitu kondygnacji rusztowania, na podstawie [19]

z powyższym to osoba odbierająca rusztowanie powinna podjąć decyzję o tym, czy rusztowanie wymaga sporządzenia projektu indywidualnego, czy może odstępstwa od dokumentacji producenta są na tyle nieistotne, że nie ma takiej potrzeby. Pomocna w tej kwestii jest dyrektywa 2009/104/WE [4] oraz rozporządzenie wprowadzające jej postanowienia do krajowego systemu prawnego [39], wskazujące, że gdy dokumentacja ta nie obejmuje zastosowanej konstrukcji rusztowania, należy wykonać obliczenia dotyczące ich wytrzymałości i stateczności, chyba że rusztowania są montowane zgodnie z ogólnie uznawanym standardem ich montażu. Dzięki takiemu zapisowi eliminuje się konieczność sporządzania projektów indywidualnych w sytuacji zastosowania np. dodatkowych poręczy wewnętrznych bądź przesunięcia kotwienia rusztowania, gdy czynności te zgodne są z wymaganiami norm.

W takim przypadku sporządza się tzw. plan montażu, który w zależności od złożoności danego rusztowania powinien być opracowany przez kompetentną osobę lub w szczególnym przypadku przybierać formę standardowej instrukcji, uzupełnionej elementami odnoszącymi się do specjalistycznych szczegółów danego rusztowania.

Podsumowując, każde rusztowanie powinno być wykonane zgodnie z dokumentacją producenta bądź projektem indywidualnym. Rodzaj dokumentacji jest zależ-

KLASA PRZEŚWITU	WYSOKOŚĆ MIĘDZY STREFAMI ROBOCZYMI A POPRZECZNICAMI h_{1a}	WYSOKOŚĆ MIĘDZY STREFAMI ROBOCZYMI A ŁĄCZNIKAMI KOTWIĄCYMI h_{1b}	WYSOKOŚĆ PRZEŚWITU NA POZIOMIE BARKU h_2
H_1	$1,75 \text{ m} \leq h_{1a} < 1,90 \text{ m}$	$1,75 \text{ m} \leq h_{1b} < 1,90 \text{ m}$	$h_2 \geq 1,60 \text{ m}$
H_2	$h_{1a} \geq 1,90 \text{ m}$	$h_{1b} \geq 1,90 \text{ m}$	$h_2 \geq 1,75 \text{ m}$

TAB. 1

Klasy wysokości prześwitu kondygnacji rusztowania systemowego

ny od tego, czy rusztowanie jest systemowe bądź niesystemowe (np. drewniane, rurowo-złączkowe) oraz ma wykonanie typowe lub nietypowe (RYS. 1.14).

Warto dodać, że „projekt indywidualny rusztowania” roboczego/ochronnego nie może być utożsamiany z projektem budowlanym, w myśl prawa budowlanego.

Zgodnie z normą PN-B-03007 projekt rusztowań jest częścią dokumentacji budowy i wykonywany jest przez wykonawcę robót [12].

KLASYFIKACJA RUSZTOWAŃ SYSTEMOWYCH

Konstrukcja rusztowań składa się z wielu elementów. Katalogi producentów rusztowań systemowych oferują setki elementów wchodzących w skład jednego systemu. O komplecie rusztowania można mówić dopiero wtedy, gdy składa się z pełnego zestawu elementów o określonych kształtach i wymiarach, które odpowiednio połączone dają określoną wielkość rusztowania, zmontowanego zgodnie z zasadami praktyki budowlanej, ekonomiki i bezpieczeństwa pracy, z którego można wykonać określony zakres pracy [36]. Standardowe zestawy konfiguracji systemu przedstawione w dokumentacji producenta mogą określać cały szereg schematów rozwiązań typowych. Podstawowa klasyfikacja systemów rusztowań fasadowych jest uzależniona od następujących kryteriów [17]:

- obciążenie użytkowe – określone wielkością znamionową $1 \div 6$, tj. $0,75 \div 6,00 \text{ kN/m}^2$ (patrz p. 3.1.1);
- pomosty i ich podparcia – zaprojektowane z uwzględnieniem badania przy obciążeniu spadającą masą (D) bądź bez tego badania (N) (patrz p. 5.1);
- szerokość systemu – SW06÷SW24, czyli szerokość pomostu od 0,6 m do ponad 2,4 m (patrz p. 3.6);

- wysokość prześwitu – H1 lub H2, wpływająca na komfort pracy w obrębie kondygnacji rusztowania [19]. Wysokość h_3 liczona w świetle między strefami roboczymi powinna wynosić co najmniej 1,90 m, natomiast pozostałe parametry powinny spełniać wymagania określone w TABL. 1.1. Szerokość prześwitu p liczona w świetle na poziomie głowy pracownika powinna wynosić co najmniej 300 mm (jednak nie mniej niż odległość w świetle między stojakami pomniejszona o 450 mm) – patrz RYS. 1.15;
- zakrycie ochronne – jako wariant montażu rusztowania z zakryciem (B) w postaci siatki lub plandeki albo bez zakrycia ochronnego (A);
- sposób dostępu w pionie – który może być zrealizowany po drabinie (LA), po schodach (ST) albo po drabinie i po schodach (LS).
- Dzięki tak sformułowanej klasyfikacji producenci rusztowań mogą stosować odpowiednie oznaczenie systemu rusztowania. Na przykład:
- Rusztowanie EN 12810 – 3N – SW06/300 – H2 – B – LA oznacza system rusztowania fasadowego zgodny z normą EN 12810:
- o klasie obciążenia użytkowego 3, tj. 2 kN/m^2 ;
- dla którego nie przeprowadzono badania przy obciążeniu spadającą masą;
- o klasie szerokości SW06, tj. o szerokości strefy roboczej co najmniej 0,6 m, lecz mniejszej niż 0,9 m;
- o długości przęsła 3,0 m;
- o wysokości prześwitu pomiędzy strefami roboczymi a poprzecznikami lub odciągami (kotwieniami) równej lub większej niż 1,9 m;
- z zakryciem ochronnym;
- z dostępem po drabinie.

ELEMENTY RUSZTOWAŃ

W tym punkcie przedstawiono poszczególne elementy rusztowań, zarówno systemowych, jak i niesystemowych, a całość jest poparta rysunkami komponentów oraz przykładami ich zastosowania w rusztowaniach.

Elementy podzielono na 10 grup tematycznych:

- posadowienie (podkłady i podstawki) – patrz p. 1.2.1;
- pionowe elementy konstrukcyjne (m.in. ramy i stojaki) – patrz p. 1.2.2;
- poziome elementy konstrukcyjne (m.in. podłużnice, poprzecznice i pomosty) – patrz p. 1.2.3;
- stężenia (poziome i pionowe) – patrz p. 1.2.4;
- kotwienie – patrz p. 1.2.5;
- zabezpieczenia (m.in. poręczce, krawężniki, daszki ochronne, siatki i plandeki) – patrz p. 1.2.6;
- komunikacja (m.in. schody, drabinki i ramy przejściowe) – patrz p. 1.2.7;
- komponenty uzupełniające (m.in. konsole i dźwigary) – patrz p. 1.2.8;
- elementy rusztowań przejezdnych (koła, podstawki regulowane, belki poszerzające i podpory) – patrz p. 1.2.9;
- złącza (m.in. krzyżowe, obrotowe, wzdłużne i klinowe podwójne) – patrz p. 1.2.10.

Na RYS. 1.16 pokazano schemat systemu rusztowania elewacyjnego, gdzie wyszczególniono jego części składowe, a także podano podstawowe parametry, takie jak: wysokość i szerokość rusztowania, wysokość kondygnacji, a także szerokość i długość przęsła (pola).

*POWYŻSZY TEKST PUBLIKUJEMY W RAMACH WSPÓŁPRACY Z WYDAWNICTWEM NAUKOWYM PWN. JEST TO FRAGMENT KSIĄŻKI PT. „RUSZTOWANIA ROBOCZE I OCHRONNE”. AUTORAMI SĄ: PIOTR KMIECIK, DARIUSZ GNÓT, ROBERT JURKIEWICZ, ELŻBIETA NOWICKA-SŁOWIK, MARCIN BRAJZA. REDAKCJA POZOSTAWIŁA ORYGINALNĄ NUMERACJĘ ILUSTRACJI I ODNOŚNIKÓW DO LITERATURY.

W KWIETNIU KOLEJNY NUMER

GŁÓWNY TEMAT WYDANIA 3/2021:

- SITA, PRZESIEWACZE, GRANULATORY – PRZEGLĄD RYNKU
- KRUSZARKI, MŁYNY, ROZDRABNIACZE

PONADTO W NUMERZE:

- Sprzęt i pojazdy specjalistyczne
- Przemysł cementowo-wapienniczy i betonowy (maszyny, technologie i rozwiązania dla branży)
- Urządzenia i rozwiązania dla przemysłu kruszywowego
- Badania kruszyw
- Oleje, smary, płyny technologiczne do maszyn drogowo-budowlanych

Terminy:

06.04.2021 – zgłaszanie reklam

13.04.2021 – przesyłanie gotowych materiałów

21.04.2021 – ukazanie się numeru



PRENUMERATA 2021

Cena prenumeraty rocznej, 8 wydań
(7 numerowanych i katalog na Targi SyMas)
– koszt **80 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

Zamawiam prenumeratę czasopisma
„Powder & Bulk – Materiały Sypkie i Masowe”:
roczną, na 8 kolejnych wydań, w cenie 80 zł netto

PRENUMERATĘ CHCĘ ROZPOCZĄĆ OD NASTĘPNEGO NUMERU
(3/2021)

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:

Harmonogram wydawniczy 2021

NR	ZAMKNIĘCIE /UKAZANIE SIĘ	TEMATY STAŁE	DODATKI TEMATYCZNE	TEMATY GŁÓWNE
1	01.02.2021 / 08.02.2021	TECHNIKA I TECHNOLOGIA: • maszyny i urządzenia do wytwarzania i przerobu materiałów sypkich (kruszywa, kopaliny, wapno, cement, żwiry, piaski, sypkie produkty rolno-spożywcze, chemiczne, farmaceutyczne, tworzywa sztuczne itp.)	• Filtracja, odpylanie, odkurzanie • środki ochrony indywidualnej, ATEX • BHP i ppoż. • bezpieczeństwo sanitarne	• Przemysł rolno-spożywczy (maszyny, urządzenia, rozwiązania dla branży) • Recykling i utylizacja • Gospodarka odpadami • Finansowanie inwestycji i maszyn dla branży (kredyty, leasing itp.)
2	08.03.2021 / 15.03.2021	• mielenie, rozdrabnianie, granulowanie • suszenie • automatyka • napędy, sterowanie • aparatura kontrolno-pomiarowa	• Automatyka i pomiary: – aparatura kontrolna – aparatura pomiarowa – czujniki • Hydraulika i pneumatyka • Napędy • Sterowanie	• Transport pneumatyczny • Opakowania i sprzęt opakowaniowy dla branży • Sprzęt i badania laboratoryjne • Przemysł chemiczny i farmaceutyczny • Ceramika i metalurgia proszków • Recykling, utylizacja, separacja (urządzenia i rozwiązania) • Bezpieczeństwo sanitarne w zakładach produkcyjnych
3	12.04.2021 / 19.04.2021	TRANSPORT, LOGISTYKA I MAGAZYNOWANIE: • silosy, magazyny, terminale • urządzenia i technologie transportowe • ważenie, dozowanie, pakowanie	• Sita, przesiewacze, separatory • Rozdrabnianie, mielenie, • kruszenie, • granulowanie	• Sprzęt i pojazdy specjalistyczne • Rozwiązania w przemyśle cementowo-wapienniczym – maszyny i urządzenia dla branży, transport • Badania kruszyw • Urządzenia i rozwiązania dla branży kruszyw • Oleje, smary, płyny technologiczne do maszyn drogowo-budowlanych
4	10.05.2021 / 17.05.2021	GOSPODARKA: raporty branżowe wywiady i rozmowy z przedstawicielami instytucji branżowych statystyki, analizy imprezy i wydarzenia branżowe (targi, wystawy, seminaria, kongresy)	• Urządzenia i systemy ważące i systemy ważąco-dozujące	• Przetwórstwo i recykling tworzyw sztucznych • Produkty z tworzyw sztucznych • Kompozyty i materiały kompozytowe - nowości w branży • Innowacyjne technologie dla branży materiałów sypkich • Technologie informatyczne dla branży materiałów sypkich
5	28.06.2021 / 05.07.2021	BEZPIECZEŃSTWO PRACY: ochrona dróg oddechowych (maski, półmaski) ochrona pracowników (odzież ochronna) zabezpieczenia przeciw-wybuchowe ATEX filtracja, wentylacja, odpylanie	• Zabezpieczenia przeciwwybuchowe ATEX • Urządzenia pracujące w strefach ATEX • Utrzymanie ruchu w branży materiałów sypkich • Szkolenia specjalistów	• Surowce energetyczne i nowoczesne technologie w branży • Górnictwo podziemne i odkrywkowe (rozwiązania, technologie, maszyny) • Części zamienne do maszyn i urządzeń w branży materiałów sypkich • ATEX - przepisy, rozporządzenia, regulacje prawne, certyfikaty • Smary i płyny hydrauliczne do maszyn i urządzeń w branży materiałów sypkich • Biomasa - produkcja, zastosowanie
6	30.08.2021 / 06.09.2021	UTRZYMANIE RUCHU: oleje, smary, chłodziwa i płyny hydrauliczne do maszyn i urządzeń dla branży materiałów sypkich części zamienne oznakowanie maszyn i urządzeń	• Logistyka i magazynowanie materiałów sypkich • (silosy, magazyny, big bagi, opakowania specjalne)	• Rozwiązania dla sypkich produktów spożywczych i rolniczych – suszenie (suszarnie) – pakowanie (urządzenia pakujące i opakowania, big bagi itp.) – ważenie i dozowanie • Pasze, nawozy, granulaty • Rozwiązania dla przemysłu spożywczego • Recykling odpadów • Zagospodarowanie odpadów i ups (technologie i urządzenia)
wydanie specjalne	20.09.2021 / 27.09.2021	OCHRONA ŚRODOWISKA: recykling i utylizacja odpadów (maszyny, urządzenia, technologie) produkcja i wykorzystanie biomasy zagospodarowanie ubocznych produktów spalania	Katalog produktów i usług dla branży materiałów sypkich	
7	29.11.2021 / 06.12.2021	INFORMATYZACJA: oprogramowanie i systemy informatyczne w branży materiałów sypkich	• Transport materiałów sypkich • (urządzenia, linie, instalacje)	• Podsumowanie roku w branży materiałów sypkich - realizacje i osiągnięcia firm z branży • Maszyny i urządzenia przerobcze dla budownictwa i branży kruszyw • Elementy, części zamienne oraz serwisowanie przenośników (m.in. taśmowych) • Pojazdy i sprzęt specjalistyczny - maszyny budowlane

Nasze czasopismo będzie dystrybuowane w 2021 r. również na imprezach branżowych oraz *online*

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:



Micropilot FMRx:
Sonda radarowa 80 GHz
z Heartbeat Technology podnosi
niezawodność i wiarygodność
pomiarów poziomu.



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



Cerabar PMC71B:
Przetwornik ciśnienia
manometrycznego i absolutnego,
łączy najwyższą dokładność
pomiaru z rozwiązaniami dla
Przemysłu 4.0.