WAŻENIE DOZOWANIE PAKOWANIE

kwartalnik techniczno-informacyjny

Nr 2 (82) Rok XXI
Kwiecień – Maj – Czerwiec 2021 r.
ISSN 1732-2340
Indeks 374199
Cena 9,72 zł (w tym 8% VAT)

systemy ważące ● systemy pakujące ● systemy znakowania i etykietowania ● automatyka przemysłowa ● robotyka ● opakowania

SEW EURODRIVE 25 LAT W POLSCE

BEYOND - zawsze ponad standard

www.sew-eurodrive.pl/25

WAŻENIE DOZOWANIE PAKOWANIE
kwartalnik techniczno-informacyjny

Tematyka – 2021 rok

Numer wydania	Tematy wiodące
1/2021	• Automatyzacja procesów technologicznych • Robotyzacja w przemyśle • Aparatura kontrolno-pomiarowa i systemy automatyki w przemyśle • Systemy sterowania i zarządzania produkcją • Oprogramowanie dla przemysłu • Systemy ważące, pakujące, znakujące w przemyśle • Materiały opakowaniowe • Przemysłowe systemy wizyjne • Techniki pomiarowe w przemyśle • Systemy znakujące, RFID, systemy kontroli
2/2021	• Systemy ważące, znakujące w przemyśle • Systemy transportujące, napędowe • Proces pakowania w warunkach podwyższonej higieny • Automatyzacja procesów technologicznych • Robotyzacja, systemy pakowania zbiorczego • Efektywność energetyczna, optymalizacja kosztów, nowoczesne narzędzia i systemy wspomagające utrzymanie ruchu w zakładzie produkcyjnym
3/2021	• Monitoring produkcji • Maszyny, urządzenia i technologie dla przemysłu spożywczego, mięsnego i mleczarni • Roboty przemysłowe w branży spożywczej • Systemy pakujące, ważące, dozujące, rejestrujące • Etykiety i systemy znakowania w przemyśle • Systemy znakujące, RFID, systemy kontroli
4/2021	• Automatyzacja i linie technologiczne w przemyśle • Sterowanie produkcją • Systemy pakujące • Opakowania zbiorcze, paletyzacja w przemyśle rozlewniczym i spożywczym • Recykling opakowań, zarządzanie odpadami w procesie produkcji • Logistyka produkcji • Wizualizacja procesów produkcyjnych

Zapraszamy do współpracy!

redakcja.wdp@drukart.pl • tel. 32 755 18 47 • www.wdp.com.pl

WAŻENIE DOZOWANIE PAKOWANIE
kwartalnik techniczno-informacyjny

Adres redakcji:
ul. Środkowa 5
47-400 Racibórz
tel./fax 32 755 18 47
e-mail: redakcja.wdp@drukart.pl
www.wdp.com.pl

Redaguje Zespół:
• Agnieszka Gutowska,
• Katarzyna Zając,
• Ryszard Klencz

Redaktor wydania:
Agnieszka Gutowska
tel./fax 32 755 18 47
e-mail: redakcja.wdp@drukart.pl

Redakcja techniczna:
Grzegorz Drobny
tel. 32 755 23 18
e-mail: redakcja.tech@drukart.pl

Dział prenumerat:
Norbert Klencz
tel./fax 32 755 15 74
e-mail: prenumerata@drukart.pl

Marketing:
Patrycja Hoszycka
tel./fax 32 755 24 55
e-mail: marketing7@drukart.pl

Podstawowa korekta tekstu:
Marta Chamów

Rada Programowa:
• prof. dr hab. inż. Stanisław Tkaczyk – Przewodniczący Rady,
• dr inż. Stanisław Kwaśniowski,
• dr inż. Jacek Majewski,
• mgr inż. Zbigniew Połomski,
• dr inż. Paweł Zając,
• dr Maria Zybura

Wydawca: Wydawnictwo „Druk-Art" SC
Skład: Wydawnictwo „Druk-Art" SC

Redakcja nie odpowiada za treść ogłoszeń i nie zwraca materiałów niezamówionych.

Zastrzegamy sobie prawo skracania i adiustacji tekstów.

Przedrukowywanie materiałów lub ich części tylko za zgodą pisemną redakcji.

Drodzy Państwo!

Często podczas bezpośrednich rozmów z przedstawicielami sektora produkcji spożywczej pojawia się wątpliwość, czy zagadnienie cyfryzacji oraz podążanie w kierunku Przemysłu 4.0 dotyczy w ogóle wszystkich, czy też jest dedykowane wyłącznie największym graczom na rynku.

Przyjrzyjmy się więc sprawie.

Sprawny przepływ wiedzy oraz innowacji do biznesu jest gwarancją rozwoju technologicznego przedsiębiorstw, podniesienia ich konkurencyjności na rynkach europejskich i światowych, a w rezultacie wzrostu gospodarczego całego kraju.

Każdego dnia na całym świecie realizuje się, niedawno jeszcze tak odległa, wizja fabryki przyszłości. Fabryka staje się połączoną siecią ludzi, rzeczy, procesów, usług i danych.

Producenci znajdują się pod coraz większą presją, aby szybko reagować na wymagania klientów i spełniać je. Prowadzi to do konieczności poprawy wydajności produkcji i zwiększa oczekiwania. Najnowocześniejszy sprzęt do ważenia i kontroli monitoruje pracę, gromadzi krytyczne dane na liniach pakujących i zapewnia analizy w czasie rzeczywistym. Duży popyt na usługi w chmurze i wejście na rynek nowych technologii komunikacyjnych mogą jednak zwiększyć problem ustandaryzowanej komunikacji. Jednakże wagi z usługami w chmurze umożliwiają podłączenie zarówno nowego, jak i już zainstalowanego sprzętu, co eliminuje konieczność pożegnania się z nadal działającymi urządzeniami.

W dobie wszechobecnej cyfryzacji systemy mobilnego ważenia nie mogą też się obyć bez wsparcia aplikacji na urządzenia mobilne. Operatorzy wózków magazynowych czy paletowych, wyposażonych w wagi, odczytują na bieżąco masę transportowanych towarów na zintegrowanych wskaźnikach. Daje to szereg możliwości kontroli i analizy prowadzonych działań.

Każdego dnia linia horyzontu przesuwa się, a wśród nas pojawiają się rozwiązania, które jeszcze nie tak dawno temu wydawały się nieosiągalne.

Coraz większa różnorodność materiałów i kształtów opakowań, a także konieczność częstego dopasowania lub wymiany oprzyrządowania, wymusza stosowanie bezpośrednio przez producentów maszyn rozwiązań wspierających identyfikację stosowanych narzędzi oraz automatyzację procesu zmiany formatu.

Będąc przy opakowaniach, nie sposób pominąć również kwestii ich recyklingu. Dochodzi tutaj kolejny temat dla producentów – obieg zamknięty produktu.

Przy jednoczesnej higienizacji produkcji daje to wiele znaków zapytania.

Podsumowując: każdy z producentów sam wybierze kierunek rozwoju swojej firmy. Zasada małych kroków zawsze będzie lepszym wyborem niż stanie w miejscu.

Czy krokiem naprzód będzie proste urządzenie do depaletyzacji – stworzone we własnym warsztacie mechanicznym – czy też nowoczesny czujnik przewidujący awarię konkretnego podzespołu, nie mogę oprzeć się wrażeniu, że to głównie sposób naszego myślenia nadaje rozpęd podejmowanym przez nas działaniom.

Życzę ciekawej i inspirującej lektury.
Pozdrawiam serdecznie
Agnieszka Gutowska

CO W NUMERZE

Str. 8
Technika napędowa SEW-EURO DRIVE w rzeczywistości 4.0. Współtworzenie inteligentnych fabryk Sm@rt Factory

Str. 10
RS Components oferuje szereg ulepszonych wskaźników ciśnienia i temperatury firmy Druck

Str. 13
Urządzenia firmy Brabender w każdej dziedzinie przemysłu produkcyjnego

Str. 18
Gdzie kończą się granice ekologii, a zaczyna się utopia?

6 **Nowości techniczne**

85 **Biblioteka**

78 **Zestawienie wybranych firm działających w branży**

Temat z okładki

8 **Technika napędowa SEW-EURO DRIVE w rzeczywistości 4.0. Współtworzenie inteligentnych fabryk Sm@rt Factory**
SEW-EURODRIVE Polska Sp. z o.o.

10 **Nowa seria DPI 705E zapewnia dokładne i niezawodne monitorowanie ciśnienia i temperatury w środowiskach przemysłowych. RS Components oferuje szereg ulepszonych wskaźników ciśnienia i temperatury firmy Druck**
RS Components Sp. z o.o.

11 **Wstępnie zmontowane sygnalizatory kaskadowe LED RS PRO zapewniają szybką i ekonomiczną sygnalizację stanu sprzętu. RS Components prezentuje modułowe wieże sygnalizacyjne LED**
RS Components Sp. z o.o.

12 **Dzięki prawie milionowi członków na całym świecie, którzy łączą się teraz za pośrednictwem społeczności DesignSpark, jego wartość jako globalnego źródła innowacji inżynieryjnych stale rośnie. RS Components świętuje 10-lecie DesignSpark nowymi zasobami**
RS Components Sp. z o.o.

Techniczne rozwiązania

13 **Urządzenia firmy Brabender w każdej dziedzinie przemysłu produkcyjnego**
Bagsik Sp. z o.o. Sp. k.

14 **Gdzie kończą się granice ekologii, a zaczyna się utopia?**
M. Chomiuk – Polpak Packaging Sp. z o.o.

16 **Cenne ważenie w 3M**
RAVAS

18 **Inteligentna technologia usprawniająca automatyzację**
Mettler-Toledo Sp. z o.o.

20 **Łukasiewicz – KIT dozuje, pakuje i modernizuje**
Sieć Badawcza Łukasiewicz – Krakowski Instytut Technologiczny

22 **Mięso mielone pakowane bez tacki**
ULMA Packaging Polska Sp. z o.o.

24 **Rozwiązania, na które liczysz!**
NIVELCO-POLAND Sp. z o.o.

26 **W drodze do Przemysłu 4.0 w produkcji żywności i napojów oraz w procesach pakowania – dlaczego warto i jak zacząć**
Balluff Sp. z o.o.

29 **Popularne i sprawdzone wyroby UTILCELL**
UTILCELL, s.r.o.

29 **LD120 – przemysłowe wyświetlacze programowalne**
SEM

31 **Przepływomierz masy CO FLOW działający na zasadzie Coriolisa**
Jesma

Str. 22
Mięso mielone pakowane bez tacki

Wiedza i nauka

30 **Targi Packaging Innovations gotowe na powrót**

33 **CLICK-WATCH-TALK 2.0 oraz SYMAS®/MAINTENANCE Virtual Talks – podsumowanie e-konferencji**

34 **Pneumatyka w branży opakowań: Nowe rozwiązania dla tworzenia jeszcze lepszych butelek**
G. Henning

38 **Biotworzywa – charakterystyka i zastosowanie do żywności**
S. Galus, M. Mikus, K. Ptak

44 **Sposób depaletyzacji palet**
K. Bania

48 **Biofilmy**
P. Lagana, G. Caruso, F. Mazzu, G. Caruso, S. Parisi, A.S. Delia

55 **Nowe dotacje – lep na przedsiębiorców**
A. Szymczak – MS-Consulting

56 **Diagnostyka drganiowa maszyn i zespołów maszynowych. Cz. 1**
S. Szymaniec, M. Kacperak

66 **Bezpieczeństwo aplikacji robotów z wykorzystaniem ROS**
D. Portugal, M.A. Santos, S. Pereira, M.S. Couceiro

Str. 24
Rozwiązania, na które liczysz!

Str. 26
W drodze do Przemysłu 4.0 w produkcji żywności i napojów oraz w procesach pakowania – dlaczego warto i jak zacząć

Indeks reklam

- Bagsik Sp. z o.o. Sp. k. 13
- Balluff Sp. z o.o. 26
- FATEK 39
- Jesma Sp. z o.o. 31
- Mettler-Toledo Sp. z o.o. 19
- MS-Consulting 55
- NIVELCO-POLAND Sp. z o.o. 25
- opakowania.biz 69
- Packaging Innovations 32
- Polpak Packaging 15
- RAVAS 17
- robotyka.com 65
- RS Components Sp. z o.o. 88
- SEM 29
- SEW-EURO DRIVE Polska Sp. z o.o. 1
- Sieć Badawcza Łukasiewicz – Krakowski Instytut Technologiczny 21
- SYMAS/MAINTENANCE 35
- Targi Kielce 55
- TAROPAK 47
- tworzywa.org 67
- ULMA Packaging Polska Sp. z o.o. 23
- UTILCELL, s.r.o. 29
- zrobotyzowany.pl 37

NOWOŚCI TECHNICZNE

Polpak Packaging z ofertą folii termokurczliwych!

Nowością w ofercie firmy Polpak Packaging są termokurczliwe folie poliolefinowe.

Ten rodzaj opakowania może być zastosowany jako zewnętrzne zabezpieczenie kosmetyków, detergentów, artykułów gospodarstwa domowego, akcesoriów samochodowych, ale także w bezpośrednim kontakcie z żywnością.

Główne cechy poliolefiny to: wysoka przezroczystość, elegancki wygląd, niezawodna trwałość, duża wydajność, ważny jest także fakt, że jest oddychająca i posiada unijne atesty do żywności. Wszystkie te atrybuty dają pewność, że zastosowanie tego rodzaju opakowania nie tylko uszlachetni wygląd produktu, ale także zapewni mu trwałość i bezpieczeństwo.

Poliolefina to polimer, który zbudowany jest tylko z węgla i wodoru. Taki skład chemiczny sprawia, że podczas obróbki termicznej operator maszyny nie jest narażony na szkodliwe działanie oparów. Poliolefina nadaje się również w pełni do recyklingu!

Oferowane folie występują w grubości od 10 do 23,5 mikronów, w szerokościach od 150 do 2200 mm, w formie taśmy lub półrękawa.

POLPAK Sp. z o.o.
www.packaging.polpak.pl

Ułatwione dozowanie z wysoką jakością

Dokładne dozowanie najmniejszych ilości cieczy ma zasadnicze znaczenie dla wytwarzania doskonałej jakości produktów na posiadanych maszynach. Dowiedz się, jak precyzyjne moduły wagowe METTLER TOLEDO, umożliwiając szybką i dokładną adiustację urządzeń dozujących, zwiększają wydajność produkcyjną maszyn przy jednoczesnym zawężaniu tolerancji.

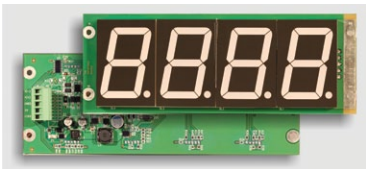
Innowacyjne maszyny produkcyjne ustanawiają nowe ogólne standardy jakości w produkcji drogich produktów. Niezwykle krytycznym parametrem, który określa charakterystykę przyszłych koncepcji oświetlenia i niskiego zużycia energii, jest wysoka dokładność dozowania. Zadbaj o możliwość utrzymania niezmiennie wysokiej jakości przy maksymalnej wydajności produkcyjnej, stosując moduły wagowe WKC. Bardzo dokładne informacje zwrotne o ważeniu umożliwiają adiustację nawet wtedy, gdy tolerancje produkcyjne stają się wyśrubowane.

Aby zapewnić wysoką precyzję wyników, METTLER TOLEDO oferuje urządzenia wagowe, które umożliwiają łatwą komunikację z interfejsami automatyki. Dzięki nim można adiustować maszyny i wzorcować zawory, mierząc masę jednej kropli cieczy. Szybkie moduły wagowe można bezproblemowo zintegrować z maszynami, natomiast standardowe interfejsy zapewniają możliwość łatwej komunikacji z systemami sterowania, co oszczędza czas przy każdym projekcie.

Zaoferuj klientom dokładniejsze dozowanie, udostępniając im bardzo szybką i bardzo dokładną technologię, która spełni ich potrzeby w zakresie wysokiej precyzji. Klienci będą mogli dozować szybciej i dokładniej przez dłuższy czas, uzyskując minimum przestojów i maksymalną wydajność. Wykorzystaj najlepszą w swojej klasie technologię pomiarową, nie tracąc przy tym szybkości w zakresie integracji.

Mettler-Toledo Sp. z o.o.
www.mt.com

Moduły wyświetlaczy do urządzeń automatyki



Firma SEM oferuje moduły wyświetlaczy LED do urządzeń pomiarowych, automatyki przemysłowej, które mogą być wbudowane w drzwi szaf sterowniczych lub obudowy maszyn i urządzeń. Moduły wyświetlają informacje cyfrowe, a także, w wersji z matrycą LED, teksty i symbole graficzne. Duże, jasne znaki LED o wysokości 6 centymetrów są czytelne z odległości do 25 metrów. Moduły mają typowe interfejsy szeregowe i obsługują protokół Modbus RTU, dzięki czemu mogą współpracować z dowolnymi sterownikami PLC i komputerami przemysłowymi. Producent zapewnia też wsparcie techniczne i adaptację protokołów komunikacyjnych dla różnych platform programistycznych i niestandardowych protokołów. Są przeznaczone do zasilania napięciem stałym 24 V. Zastosowano w nich zabezpieczenia przepięciowe interfejsu i obwodu zasilania. Na zamówienie są wykonywane w innych wielkościach, w pełni dostosowane do koncepcji zamawiającego. Znajdują zastosowanie jako liczniki sztuk, wyświetlacze prędkości i wydajności maszyn. Są także stosowane w myjniach samochodowych.

Producent: SEM
www.sem.pl

NOWOŚCI UTILCELL

Produkty UTILCELL zyskały uznawanie także za oceanem. Produkujemy dla naszych partnerów i również pod własnym szyldem.

Informujemy, iż kolejne nasze produkty uzyskują certyfikaty uznawane w USA oraz Kanadzie – NTEP Class III Multiple Cell 10,000 divisions.

Tym razem certyfikaty te otrzymał nasz nowy produkt, model M480 (25,000… 75,000 lb).

UTILCELL, s.r.o.
www.utilcell.com

NOWOŚCI TECHNICZNE

Aplikacja RAVAS WeightsApp

W dobie wszechobecnej cyfryzacji systemy mobilnego ważenia RAVAS nie mogą się obyć bez wsparcia aplikacji na urządzenia mobilne. Operatorzy wózków magazynowych czy paletowych, wyposażonych w wagi RAVAS, odczytują na bieżąco masę transportowanych towarów na zintegrowanych wskaźnikach. Aplikacja RAVAS WeightsApp stanowi doskonałe rozszerzenie hardware'u i daje szereg możliwości kontroli i analizy prowadzonych operacji.

RAVAS WeightsApp gromadzi dane o masie brutto oraz masie tary, kodzie produktu, dacie i godzinie pomiaru, a także przypisuje każdej operacji ID urządzenia lub operatora. Jeżeli stosowane w magazynie urządzenie mobilne z systemem Android lub iOS ma zintegrowany skaner kodów kreskowych, można go wykorzystywać do wprowadzania identyfikatorów produktów. Dostęp do danych, prezentowanych na czytelnym i prostym w obsłudze interfejsie, można uzyskać w każdym momencie, dzięki czemu ułatwione są wszelkie procesy kontrolne.

Dodatkowo RAVAS WeightsApp jest w stanie wygenerować i wysłać na adres e-mail plik CSV, który może być zaimportowany do arkusza kalkulacyjnego. Ponadto aplikacja posiada możliwość przetwarzanie danych ważenia i mierzenia z wagi RAVAS do oprogramowania do zarządzania danymi, takiego jak RAVAS Data Collector, na komputerze sieciowym.

Aktualna wersja aplikacji współpracuje z rozwiązaniami ważenia mobilnego wyposażonymi we wskaźniki RAVAS 3200 i 5200. Komunikacja między wagą a urządzeniem mobilnym odbywa się za pomocą Bluetooth 4.0.

RAVAS
www.ravas.com

Falownik MOVITRAC® advanced – generacja C – to element modułowego systemu automatyki MOVI-C® firmy SEW-EURODRIVE

Wszechstronny i kompaktowy falownik MOVITRAC® advanced może regulować i monitorować pracę zarówno synchronicznych, jak również asynchronicznych silników trójfazowych z lub bez enkodera, ale także silniki asynchroniczne w technologii LSPM lub asynchroniczne i synchroniczne silniki liniowe. Falowniki MOVITRAC® advanced charakteryzują się szerokim zakresem mocy od 0,25 do 315 kW oraz zdolnością przeciążeniową sięgającą 150%.

Falownik MOVITRAC® advanced zapewnia elastyczność dzięki zintegrowanym złączom komunikacyjnym, umożliwiającym podłączenie ze wszystkimi rozpowszechnionymi systemami sterowania (PROFINET, EtherNet/IPTM, EtherCAT®/SBusPLUS, Modbus TCP, EtherCAT® CiA402 lub POWERLINK CiA402). Istnieje również możliwość skonfigurowania bezpieczeństwa funkcjonalnego w ramach falownika MOVITRAC® advanced – począwszy od zintegrowanej funkcji STO, po bardziej wymagające funkcje oraz bezpieczną komunikację.

- MOVITRAC® advanced to wszechstronne rozwiązanie do aplikacji przenośnikowych i ruchowych, m.in. przenośniki taśmowe, dźwignice lub paletyzery.
- Oszczędność czasu dzięki elektronicznej tabliczce znamionowej oraz wykorzystaniu predefiniowanych modułów oprogramowania MOVIKIT®.
- Prosta obsługa, ponieważ wymiana urządzenia w przypadku awarii jest możliwa bez konieczności użycia komputera PC i oprogramowania. Wszystkie dane urządzenia są zapisane w przenośnym module pamięci.
- Swoboda użytkowania, ponieważ falownik można podłączyć do wszystkich powszechnych systemów sterowania i zapewnia on wsparcie różnych protokołów fieldbus.
- Wysoki poziom elastyczności dzięki konfigurowalnemu bezpieczeństwu funkcjonalnemu – od zintegrowanej funkcji STO, po bardziej wymagające funkcje bezpieczeństwa.

SEW-EURODRIVE Polska Sp. z o.o.
www.sew-eurodrive.pl

Nowe czujniki w rodzinie NIPRESS

Rodzina czujników ciśnienia NIVELCO została znacząco powiększona i obecnie czujniki NIPRESS pokrywają zapotrzebowanie większości branż przemysłowych dzięki szerokiej gamie dostępnych wykonań.

Czujniki NIPRESS są oferowane w 3 grupach:

- sygnalizatory ciśnienia (presostaty);
- przetworniki ciśnienia;
- przetworniki różnicy ciśnień.

Podstawowe cechy:

- zaawansowana konstrukcja;
- pomiar ciśnienia względnego lub absolutnego;
- szeroki wybór wykonań materiałowych praktycznie dla wszystkich mediów;
- szeroki wybór sposobów montażu oraz klas dokładności;
- znakomita odporność na przeciążenia;
- wykonania higieniczne o najwyższych wymaganiach.

NIVELCO-POLAND Sp. z o.o.
www.nivelco.pl

Technika napędowa SEW-EURODRIVE w rzeczywistości 4.0

Współtworzenie inteligentnych fabryk Sm@rt Factory

Nasza wizja fabryki przyszłości posiada modułową budowę i składa się z segmentów – zoptymalizowanych pod kątem *Lean* elastycznie połączonych *Small Factory Units* (fabryki w fabryce). Poszczególne stacje robocze stanowią moduły procesowe, które dzięki asystentom (systemy CPS) są inteligentnie połączone ze sobą, tworząc sieć. Ludzie, rzeczy, procesy, usługi i dane – wszystko jest osieciowane.

Czy to wizja dalekiej przyszłości? Nie – takie rozwiązania wdrażane są już dzisiaj. Celem jest osiągnięcie wyższego poziomu produktywności w zakresie współpracy ludzi i techniki. Inteligentne produkty/obiekty wyposażone w zintegrowane systemy, kody QR oraz chipy RFID sterują sobą samodzielnie. Dzięki standardowym interfejsom oraz nowoczesnej technologii informacyjnej możliwa jest wysoce elastyczna i zautomatyzowana produkcja typu *Plug & Play*.

W SEW-Eurodrive sprzedajemy tylko sprawdzone rozwiązania – w tym celu powstała wzorcowa fabryka w Niemczech, w Graben-Neudorf. Testujemy w niej w realnych warunkach nasze nowe procesy produkcyjne i logistycznych zgodne z założeniami filozofii *Lean*. Efektem optymalnego połączenia poszczególnych etapów produkcji w wydajny proces całościowy jest mierzalny potencjał oszczędnościowy. Wydatki na zasoby z obszaru techniki produkcji ulegają zmniejszeniu, a dzięki całościowemu procesowi oraz technice możliwe jest optymalne wspieranie ludzi podczas wykonywanej przez nich pracy.

Na tym etapie są testowane i optymalizowane drogi przejazdu, a następnie przenoszone są ze świata wirtualnego do rzeczywistego za pomocą jednego kliknięcia. W fabryce SEW-Eurodrive połączenie poszczególnych procesów pracy w obszarze montażu przekładni przejmują mobilne systemy asystenckie:

Asystenci logistyki (transport komponentów)

Zaopatrują w odpowiednim momencie wyspy montażowe we właściwe komponenty.

Asystenci logistyki (tryb jazdy swobodnej)

Transportują przedmioty o łącznej wadze sięgającej do 1,5 tony i potrafią swobodnie się poruszać i nawigować w obiekcie.

Asystenci montażu (system cyberfizyczny)

Wspierają montażystów podczas pracy. Zgodnie z filozofią Industry 4.0 są one systemami cyberfizycznymi, które mają zapisane w sobie wszystkie niezbędne dane dotyczące produktu oraz klienta.

Asystenci logistyki (transport gotowych produktów)

Transportują gotowe motoreduktory z działu montażu do stacji napełniania olejem, kontroli, a następnie do lakierni.

Asystenci obsługi w dziale produkcji

Mobilny asystent obsługi przejmuje monotonne prace w zakresie wyposażenia maszyny i usprawnia pracę operatora.

Industry 4.0 w ramach całkowitego procesu zmienia rolę człowieka w funkcję nadrzędną w całym łańcuchu wartości. Powstają nowe obszary pracy, w których do głównych zadań należą kwestie związane ze sterowaniem, monitorowaniem oraz optymalizacją procesów.

Pracownik przestaje być asystentem i staje się decydującym „dyrygentem", który łączy ze sobą różne pojedyncze etapy zgodnie ze specyficznymi wymaganiami. Tego typu odciążenie pracownika produkcyjnego oznacza, że będzie on mógł zrealizować się w nowo zdefiniowanym obszarze.

Inteligentna kompilacja człowieka i technologii. Pracownik jako „dyrygent" łańcucha wartości

Lean Industry 4.0 stawia na współdziałanie ludzi i maszyn – człowiek i robot pracują razem ramię w ramię. W przyszłości świat realny i wirtualny zostaną ze sobą połączone w takim stopniu, że możliwe będzie ich całkowite osieciowanie. W ramach Industry 4.0 wszystkie systemy są inteligentnie połączone w sieć i wymieniają informacje z wytwarzanymi produktami w czasie zbliżonym do rzeczywistego (oczywiście dotyczy to również ludzi!).

Ze względu na wiele różnych zależności, które zachodzą w inteligentnej fabryce, ważne jest wzmacnianie sprawdzonych głównych filarów, takich jak tworzenie wartości, optymalizacja procesów, bezawaryjność i bezbłędność, jak również wydajne zarządzanie oraz wspieranie tych obszarów inteligentnymi rozwiązaniami automatyzacji.

SEW-Eurodrive to znana marka rozwiązań techniki napędowej oraz procesów automatyzacji produkcji.

Od 90 lat na świecie i 25 w Polsce dostarczamy modułowe systemy napędowe indywidualnie dopasowane do wymagających aplikacji.

Głównym czynnikiem sukcesu jest rozwój, otwartość na zmianę i kompleksowość usług na najwyższym poziomie.

W nowej rzeczywistości Industry 4.0 ciągle się rozwijamy. Wdrożyliśmy nowoczesne rozwiązania logistyczne, jak samojezdne wózki transportowe AGV, oraz stworzyliśmy nową jakość automatyzacji: modułowy system automatyki MOVI-C.

Dysponujemy specjalistyczną obsługą serwisową 24 h/7 oraz szeroką ofertą szkoleniową w zakresie produktów, rozwiązań napędowych, jak również w zakresie rozwoju kadry inżynierskiej.

Realizujemy wysokie standardy jakości. Potwierdza to wdrożony w SEW-Eurodrive Polska system zarządzania jakością ISO 9001-2015 oraz najnowszy system zarządzania bezpieczeństwem i higieną pracy ISO 45001:2018. ■

BEYOND – zawsze ponad standard.

SEW EURODRIVE 25 LAT W POLSCE

SEW-EURODRIVE Polska Sp. z o.o.
ul. Techniczna 5
92-518 Łódź
tel. 42 293 00 00
e-mail: sew@sew-eurodrive.pl
www.sew-eurodrive.pl

Nowa seria DPI 705E zapewnia dokładne i niezawodne monitorowanie ciśnienia i temperatury w środowiskach przemysłowych

RS Components oferuje szereg ulepszonych wskaźników ciśnienia i temperatury firmy Druck

RS Components (RS) – marka handlowa spółki Electrocomponents plc (LSE: ECM), globalny partner w zakresie rozwiązań wielokanałowych dla klientów przemysłowych i dostawców – teraz oferuje nową rodzinę DPI 705E, ręcznych wskaźników ciśnienia i temperatury firmy Druck, światowego lidera w dziedzinie czujników piezorezystancyjnych oraz przyrządów do testów i kalibracji.

Asortyment obejmuje dwie wersje – DPI 705E do użytku w strefach bezpiecznych i DPI 705E-IS (iskrobezpieczny) do użytku w strefach niebezpiecznych. Modele te łączą w sobie mocną, trwałą konstrukcję oraz stanowią rozwinięcie i zastępują cenioną rodzinę DPI 705. Przyrządy są zaprojektowane do obsługi jedną ręką i wprowadzają nowe i ulepszone funkcje, aby zapewnić jeszcze większą dokładność i niezawodne monitorowanie ciśnienia lub temperatury podczas uruchamiania, wykrywania usterek i testowania systemu, w tym testowania szczelności.

Główną zaletą rodziny DPI 705E jest zwiększona dokładność, zapewniająca 12-miesięczną niepewność do 0,05% pełnej skali (FS) w zakresie temperatur od –10°C do + 50°C. Obejmuje szeroki zakres ciśnień – od 25 mbarów do 1400 barów w konfiguracjach bezwzględnych lub różnicowych.

DPI 705E i DPI 705E-IS mają zintegrowane czujniki ciśnienia i są zaprojektowane do bezpośredniego połączenia z zewnętrznym zdalnym ciśnieniem lub opcjonalnymi zdalnymi czujnikami rezystancyjnego czujnika temperatury (RTD) typu *plug-and-play*, zapewniając jeszcze większą elastyczność podczas pracy w terenie. Każdy czujnik ciśnienia zawiera zintegrowane dane kalibracyjne, co oznacza, że jeden DPI 705E może być używany z wieloma zdalnymi czujnikami, co pozwala na pomiar różnych zakresów w kilka sekund. Czujniki przechowują zapis daty kalibracji, która jest przekazywana operatorowi przez odliczanie „wymaganej kalibracji", pokazane na wyświetlaczu wskaźnika ciśnienia.

Funkcję testu szczelności można szybko skonfigurować w ciągu jednej, trzech lub pięciu minut. Energooszczędna konstrukcja oznacza, że wskaźniki mogą być używane przez osiem godzin dziennie, sześć dni w tygodniu przez rok przy użyciu jednego zestawu baterii.

Produkty DPI 705E są wytrzymałe, proste w użyciu i nadają się do powszechnych zastosowań w branżach takich, jak media, HVAC, sprzęt medyczny, laboratoria metrologiczne i pomieszczenia sterylne, a także do obsługi i konserwacji.

Wskaźniki ciśnienia i temperatury DPI 705E i DPI 705-IS są teraz wysyłane z RS w regionie EMEA oraz Azji i Pacyfiku. ■

RS Components Sp. z o.o.
ul. Domaniewska 48
02-672 Warszawa
tel. 22 223 11 11
fax 22 223 11 00
e-mail: bok@rspoland.com
pl.rs-online.com

Wstępnie zmontowane sygnalizatory kaskadowe LED RS PRO zapewniają szybką i ekonomiczną sygnalizację stanu sprzętu

RS Components prezentuje modułowe wieże sygnalizacyjne LED

RS Components (RS) – marka handlowa Electrocomponents plc (LSE: ECM), globalnego dystrybutora wielokanałowego produktów i rozwiązań przemysłowych i elektronicznych – wzbogaciła swoją ofertę o wstępnie zmontowane i okablowane modułowe wieże sygnalizacyjne LED serii RS PRO, które zapewnią inżynierom automatyki OEM i nabywcom usług konserwacyjnych ekonomiczne rozwiązanie do wizualnej sygnalizacji awarii urządzeń i innych stanów maszyn. Oprócz wstępnie zmontowanych kolumn sygnalizacyjnych gama produktów RS PRO obejmuje blisko 120 pojedynczych elementów świetlnych LED, sygnalizatory akustyczne oraz wstępnie okablowane podstawy wieży, które można zamontować zgodnie z indywidualnymi wymaganiami.

Wstępnie zmontowane i okablowane wieże sygnalizacyjne RS PRO, dostępne w eliptycznej kopułkowej oraz cylindrycznej wieżowej wersji, zwiększają bezpieczeństwo i wydajność urządzeń sterujących i automatyki. W zestawie znajdują się dwa (czerwone i zielone) lub trzy (czerwone, pomarańczowe i zielone) moduły świetlne LED, które można szybko zamontować na podstawach o średnicy 100 mm, 70 mm lub 50 mm. Wstępne okablowanie ułatwia przypisanie kolorów do funkcji i przełączanie sygnałów wyjściowych poszczególnych kolorowych modułów. Opcje elementów świetlnych obejmują ustawienia świecenia w trybie ciągłym lub przerywanym oraz różne efekty świetlne.

Wstępnie zmontowane moduły wieży sygnalizacyjnej można szybko zdemontować i ponownie zmontować bez użycia narzędzi lub odłączania zasilania – np. w celu dodania lub wymiany modułów LED. Wszystkie one są ergonomicznie zaprojektowane i zabezpieczone przed wnikaniem wody zgodnie z wymogami klasy IP66.

Poszczególne elementy świetlne są dostępne w wersjach z niebieskimi, pomarańczowymi, czerwonymi, zielonymi, żółtymi lub białymi diodami LED. Dostępne są również piezoelektryczne moduły alarmu akustycznego, które oferują do 16 opcji ciągłego lub przerywanego sygnału dźwiękowego, oraz czerwone słupki ostrzegawcze LED.

Wstępnie okablowane moduły podstawy RS PRO są wyposażone w siedem styków elektrycznych, dzięki czemu każdy może obsługiwać do siedmiu modułów LED lub sześć modułów LED i moduł sygnalizatora akustycznego. Połączenie elektryczne zapewnia zabezpieczone złącze klasy IP20. Szeroka gama akcesoriów montażowych obejmuje podstawy do montażu powierzchniowego na płaskich powierzchniach, wsporniki do montażu ściennego oraz wysięgniki masztowe o różnych długościach.

Dostępne są opcje zasilania 12–24 V AC/DC oraz 120/240 V AC.

Modułowe wieże sygnalizacyjne LED RS PRO są obecnie dostępne w ofercie firmy RS w regionach EMEA oraz Azji i Pacyfiku.

Informacje o RS Components

RS Components to marka handlowa spółki Electrocomponents plc. Oferujemy ponad 500 000 produktów przemysłowych i elektronicznych pochodzących od ponad 2500 wiodących dostawców oraz świadczymy szeroką gamę usług na najwyższym poziomie ponad milionowi klientów. Działamy w 32 krajach i wysyłamy ponad 50 000 przesyłek dziennie.

Wspieramy klienta przez cały cykl życia produktu, oferując innowacje i wsparcie techniczne na etapie projektowania, skrócenie czasu wprowadzenia produktu na rynek i zwiększenie wydajności w fazie realizacji oraz zmniejszenie kosztów zakupu i optymalizację stanów magazynowych w fazie utrzymania. Oferujemy naszym klientom dostosowane produkty i usługi niezbędne dla pomyślnego funkcjonowania ich działalności oraz pomagamy im oszczędzać czas i pieniądze.

Spółka Electrocomponents jest notowana na Londyńskiej Giełdzie Papierów Wartościowych i w zeszłym roku finansowym, na dzień 31 marca 2019 roku, osiągnęła przychody rzędu 1,88 mld funtów brytyjskich. Electrocomponents posiada siedem marek: RS Components, Allied Electronics & Automation, RS PRO, OKdo, DesignSpark, IESA i Monition. ■

RS Components Sp. z o.o.
ul. Domaniewska 48
02-672 Warszawa
tel. 22 223 11 11
fax 22 223 11 00
e-mail: bok@rspoland.com
pl.rs-online.com

Dzięki prawie milionowi członków na całym świecie, którzy łączą się teraz za pośrednictwem społeczności DesignSpark, jego wartość jako globalnego źródła innowacji inżynieryjnych stale rośnie

RS Components świętuje 10-lecie DesignSpark nowymi zasobami

RS Components (RS) – marka handlowa spółki Electrocomponents plc (LSE: ECM), globalny partner w zakresie rozwiązań wielokanałowych dla klientów przemysłowych i dostawców – świętuje 10-lecie DesignSpark, internetowej platformy inżynieryjnej firmy, wprowadzając zupełnie nowe funkcje i nowy design, aby odzwierciedlić użyteczność i wymagania funkcjonalne ponad 970 000 członków społeczności. Aby uczcić dziesięciolecie, RS będzie gospodarzem wielu inicjatyw przez resztę 2020 roku.

Nowa strona internetowa DesignSpark, która ma zlokalizowane wersje dostępne w Chinach, Francji, Niemczech, Japonii, Ameryce Północnej i Wielkiej Brytanii, została opracowana z pomocą opinii użytkowników, aby stworzyć bardziej przejrzysty i prostszy interfejs do wyszukiwania i używania treści. Ulepszone narzędzia wyszukiwania i filtrowania oraz sekcje oznaczone kolorami również ułatwią nawigację i poprawią komfort korzystania z witryny przez użytkownika.

Od momentu wprowadzenia na rynek w 2010 r. DesignSpark zyskał uznanie w globalnej społeczności inżynierów jako zasób o wysokiej wartości, zapewniający rozwiązania projektowe i wsparcie dzięki szybkiemu prototypowaniu. Ogólnodostępny profesjonalny pakiet oprogramowania DesignSpark, obejmujący PCB, narzędzia mechaniczne i elektryczne, zapewnia dostępność, która umożliwiła realizację milionów projektów na całym świecie, w których rolę odgrywają profesjonalni inżynierowie, twórcy technologii i studenci.

Ponieważ co dwie minuty na platformie DesignSpark rejestruje się nowy inżynier, społeczność DesignSpark szybko zbliża się do miliona członków. Niektóre statystyki pokazują bardzo wysoki poziom zaangażowania i popularności DesignSpark w internecie, na przykład: co 20 sekund inżynier otwiera swoje profesjonalne oprogramowanie do projektowania; zasoby wspomagające projektowanie, takie jak modele neutralne dla CAD i ślady, są pobierane co 12 sekund; fragment treści udostępniany przez społeczność inżynierów jest wyświetlany co 4 sekundy.

Oprócz oferowania 24-godzinnego wsparcia projektowania online, DesignSpark był gospodarzem wielu inicjatyw w ciągu dekady, w tym wystrzelenie figurki Supermana w przestrzeń kosmiczną za pomocą modułu Raspberry Pi i we współpracy z przedsiębiorcą technologicznym Richardem Browningiem, aby zaprezentować swoją innowację – ludzki kombinezon lotniczy z napędem. Seria podcastów DesignSpark ze swobodnym podejściem do technologii okazała się tak popularna, że osiągnęła wysokie 4 miejsce na liście technologii Apple Podcasts.

DesignSpark to także platforma edukacyjna, na której odbywają się projekty i konkursy, które mają zainspirować młodsze pokolenie do zaangażowania się w działania STEM. W ciągu roku, w ramach obchodów 10-lecia, zostanie uruchomionych szereg konkursów na nowej stronie DesignSpark oraz w kanałach mediów społecznościowych DesignSpark, oferujących interaktywne wyzwania projektowe dla inżynierów w każdym wieku.

Mike Bray, wiceprezes grupy ds. Innowacji i DesignSpark, powiedział:

– Kiedy uruchomiliśmy DesignSpark w 2010 roku, miał on wspierać inżynierów i projektantów na każdym poziomie,

od studentów i hobbystów po profesjonalistów, którzy musieli stawić czoła wyzwaniom ograniczonych zespołów projektowych i potrzebie szybszego ukończenia projektów w warunkach rosnącej konkurencji. Te podstawy są nadal aktualne, a dzięki aktywnemu i ciągłemu zaangażowaniu w naszą społeczność oraz działając na podstawie opinii naszych członków, poszliśmy dalej, aby stworzyć DesignSpark jako zaufane miejsce wsparcia online dla inżynierów na całym świecie.

Nowa witryna DesignSpark: **www.rs-online.com/designspark**. ■

RS Components Sp. z o.o.
ul. Domaniewska 48
02-672 Warszawa
tel. 22 223 11 11
fax 22 223 11 00
e-mail: bok@rspoland.com
pl.rs-online.com

Urządzenia firmy Brabender w każdej dziedzinie przemysłu produkcyjnego

Firma Brabender Technologie GmbH & Co.KG. została założona w 1957 roku, jest wiodącym producentem urządzeń i systemów dozowania, ważenia oraz rozładowywania materiałów sypkich, jak również płynów. Firma posiada siedzibę w Duisburgu, w Niemczech, oraz znane na całym świecie sieci oddziałów, w tym również w Polsce – w Gliwicach.

Stacje rozładunkowe big-bagów „Bag-Master"

Taśmowe wagi DBW

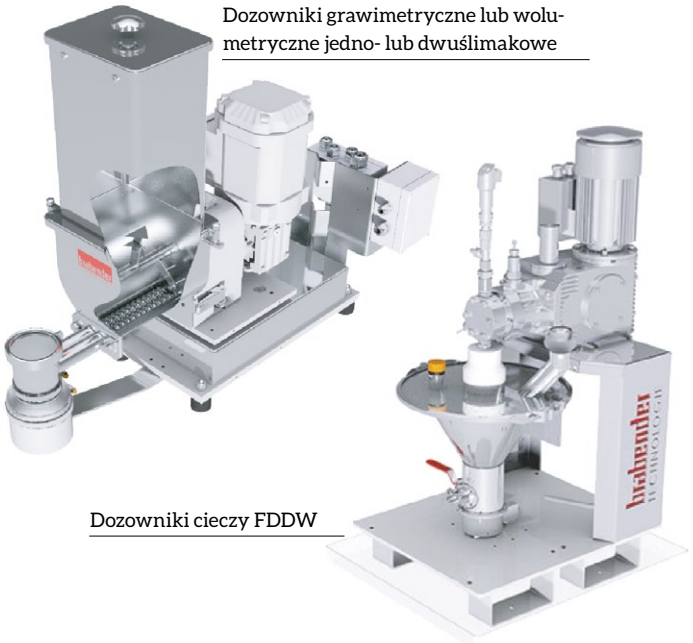
Opróżnianie silosów i zbiorników za pomocą aktywatora zbiorników „BAV"

Urządzenia firmy Brabender wykorzystywane są w każdej dziedzinie przemysłu produkcyjnego, jak na przykład: spożywczy, tworzywa sztuczne, chemia czy farmacja.

Firma Brabender Technologie GmbH w swojej ofercie posiada m.in.: dozowniki grawimetryczne lub wolumetryczne z dokładnością pracy do 1 g i wydajności od kilku gramów do 30 t/h. W zależności od dozowanego materiału występują w wersji jedno- lub dwuślimakowej. W przypadku wolno sypiących się materiałów zastosowano mechanizmy przeciwdziałające zbrylaniu się tworzywa w leju. Aby wspomóc początkowy etap dostarczania materiału do produkcji, wykorzystywane są stacje rozładunku big-bagów „Bag-Master". Umożliwiają one bezproblemowe opróżnianie worków z surowca, jednocześnie zapewniając bezpośrednie odważanie i dozowanie materiału. Przy materiałach sypkich idealnie sprawdzają się wagi taśmowe DBW. Ich szeroki zakres wydajności do 100 000 dm³ i konstrukcja zapewniająca bezpyłową pracę w trudnych warunkach przemysłowych pozwalają na zastosowania w wielu dziedzinach przemysłu. Przemyślana konstrukcja ułatwia cykliczne czyszczenie i konserwacje. Oprócz dozowania materiałów w stanie stałym Brabender Technologie GmbH posiada dozowniki cieczy FDDW wyposażone w układ wagowy DiGiMASS-2, które umożliwiają dozowanie różnych cieczy, w tym również wymagających podgrzania, z określoną wydajnością. Pojedyncze urządzenia lub cały układ dozowania wyposażone są w protokoły komunikacyjne, umożliwiające sterowanie dozownikami z centralnego panelu sterowniczego HMI. Wizualizacja pozwala na bieżąco śledzić parametry pracy poszczególnych dozowników, zapisywać receptury oraz informuje o ewentualnych błędach podczas pracy.

Panel sterowniczy OP1/OP16

Nowością firmy Brabender są specjalistyczne rozwiązania higieniczne, umożliwiające utrzymanie dozowników w czystości oraz pozwalające na ich konserwację bez potrzeby wykorzystywania narzędzi. Całość wykonana ze stali nierdzewnej dopuszczonej do pracy z żywnością. ■



Dozowniki grawimetryczne lub wolumetryczne jedno- lub dwuślimakowe

Dozowniki cieczy FDDW

Bagsik®

Bagsik Sp. z o.o. Sp. k.
ul. Toruńska 8, 44-100 Gliwice
tel. 32 334 00 00, e-mail: office@bagsik.net
www.bagsik.net

Gdzie kończą się granice ekologii, a zaczyna się utopia?

Małgorzata Chomiuk

Na temat recyklingu tworzyw sztucznych powiedziano już sporo, ale na pewno nie wszystko – bardzo dużo jeszcze przed nami. Chętnie dyskutowanym pomysłem jest wyparcie polimerów z naszego życia niemalże w ogóle. Czy zatem czeka nas powrót statków z żelbetonu i samochodów z drewnianą deską rozdzielczą w standardzie? Czy papierowe opakowania na żywność pozbawią nas w pierwszej kolejności problemu składowisk odpadów, czy drzew? A może szkło stanie się godnym następcą plastiku, tylko czy atmosfera da radę udźwignąć całe CO_2 emitowane przy jego transporcie?

3R+Edukacja – to nowe równanie, nad którego prawdziwością wszyscy musimy pracować!

W Polpak Packaging chętnie zajmujemy się edukacją, gdyż zdajemy sobie sprawę, że na nas, jako na podmiocie dostarczającym elementy z tworzyw sztucznych, ciąży bardzo duża odpowiedzialność.

W całym zbiorze odpadów z plastiku opakowania stanowią 40%. Należy jednak uwzględnić podział tej grupy: największą jej częścią są opakowania do żywności, natomiast tworzywa sztuczne generowane przez branżę farmaceutyczną stanowią 7%, a kosmetyczną 6% z tych 40%.

Jeśli porównamy rozmiar i wagę butelek *versus* zamknięcia, to przekonamy się, że zamknięcia są nikłym procentem całości.

Przezroczysta butelka PET o pojemności 500 ml waży średnio 40 gramów, zamknięcie, które jest do niej często stosowane – dozownik (produkt z naszej stałej dystrybucji – D 312-01) razem z rurką o odpowiedniej długości, waży ok. 11 gramów. Jest to zatem wagowo mniej niż 1/3 butelki, natomiast objętościowo nikły procent jej wartości.

Idąc dalej tym tropem, możemy z pełną odpowiedzialnością uznać, że to nie nasze śmieci…

Ale nasza planeta!

Co zatem robimy, żeby traktować ją odpowiedzialnie? Działamy wielotorowo. Z jednej strony stosujemy recykling wewnętrzny w naszych fabrykach, z drugiej – staramy się dodawać PCR do produkowanych przez nas zamknięć. Problemy, które za tym idą, nieistniejące dla konsumentów, a nawet dla firm produkujących kosmetyki, rozwiązywane są na poziomie Komisji Europejskiej. Przekazywane jako dyrektywy krajom członkowskim, staną się twardym orzechem do zgryzienia dla władz tych państw.

Nam pozostaje bazować na tym, co nam wolno, i oferować odpowiedzialnie klientom to, czego sami po ludzku byśmy używali. Znajomość właściwości fizyko-chemicznych polimerów oraz doświadczenia, że np. butelka po wodzie mineralnej może być wykorzystana do przechowywania rozpuszczalnika, który trwale ją uszkodzi, a później trafi wg wytycznych do grupy odpadów po żywności – rodzi obawy, a wręcz pewność, że nastąpiło zanieczyszczenie tworzywa sztucznego na poziomie chemicznym.

Rozerwanie łańcuchów cząsteczek polimerów może nastąpić pod wpływem ciepła, zimna lub uszkodzeń mechanicznych. Do wolnych wiązań mogą się przyłączyć, w niekontrolowany sposób, cząsteczki lub pojedyncze atomy, które zakłócą czystość łańcuchów polimerowych, ich pierwotne właściwości, a tym samym jakoś regranulatu, zaś w następstwie tego również produktów z nich wykonanych. Ważne jest, żeby regranulat dedykowany newralgicznym branżom był dokładnie badany, o co powinny zadbać firmy recyklerskie, posiadające pozwolenie na przetwarzanie tworzyw sztucznych dla wspomnianych działów gospodarki.

Regranulat? Tak, ale…

Nasi klienci często zwracają się do nas z zapytaniem o możliwość wykonania zamknięcia z regranulatu. Odpowiadamy: tak, ale… Pod tym „ale" kryje się fakt, że obecnie jedynie nieliczne przedsiębiorstwa w Europie dostały uprawnienia Europejskiego Urzędu ds. Bezpieczeństwa Żywności do stosowania recyklatu w opakowaniach przeznaczonych do kontaktu z żywnością, a co za tym idzie – z kosmetykami. Często też są to firmy, które realizują założenia Gospodarki Obiegu Zamkniętego. Odzyskują recyklat ze swoich własnych opakowań, które odbierają od klientów, przeprowadzając uprzednio kontrole pod względem ich zniszczenia, zużycia i trwałych zabrudzeń, odsortowują niezdatne do ponownego przetworzenia elementy, a dopuszczone przez wewnętrzną kontrolę jakości – przetwarzają. Z tak powstałego regranulatu produkowane są te same produkty, o tych samych parametrach, spełniające restrykcyjne wymagania m.in. migracji globalnej czy braku w składzie metali ciężkich.

W naszym przypadku byłoby w zasadzie niemożliwe, a na pewno ekologicznie nielogiczne, gdybyśmy od konsumentów oczekiwali zwrotu naszych zamknięć. Ślad węglowy pozostawiony podczas transportu zwrotnego nawet tak małych elementów w rozrachunku zysków i strat ekologicznych byłby zdecydowanie na minus. Dlatego doradzamy wyrzucanie naszych zamknięć do frakcji żółtej lub nadawanie im nowych funkcji.

Jeśli chodzi o stosowanie PCR'u, zalecamy używanie go w elementach, które nie mają styczności z medium, ale… Tu pojawiają się kolejne kontrowersyjne wyjątki.

Regranulat może osłabić trwałość produktu, który został z niego wykonany. O tym, czy do tego dojdzie, decyduje jakość PCR, metody, w jakich był odzyskiwany, skoncentrowanie go

w danym elemencie, cykl recyklingu, który przechodził, a który nie jest kontrolowany (szacuje się, że tworzywo sztuczne może być recyklingowane 8 razy, po tej liczbie cykli polimery tracą swoje wyjściowe właściwości i nawet dodane w niewielkim procencie do prymarnego granulatu, mogą go w znacznym stopniu osłabić). Niestety nie ma powszechnych sposobów na kontrolowanie, w którym cyklu znajduje się konkretny odpad.

Dlatego doradzamy zachowanie proporcji między nowym i odzyskanym granulatem: 30% regranulatu i 70% nowego tworzywa. Dla większości produktów jest to bezpieczna proporcja, która nie wpłynie na ich jakość oraz funkcjonalność, a jednocześnie oszczędzi w zadowalającym stopniu surowiec pierwotny.

Tworzywo prymarne, jakość na lata

Najchętniej jednak polecamy zastosowanie 100% nowego tworzywa. Czy jesteśmy anty-eco? Czy nic nie robimy sobie z kondycji Ziemi i za nic mamy chociażby modę?

Wręcz przeciwnie!

Stosując nowe tworzywo, zyskujemy: stabilny, powtarzalny i certyfikowany produkt, nadający się w każdej swojej części do kontaktu z żywnością i kosmetykami, którego jakość pozwala na długotrwałe użytkowanie. Nasz dział kontroli jakości dba o to, aby zamknięcia były niezawodne nie tylko dla produktu, do którego zostały pierwotnie przeznaczone, ale również o to, żeby można było ich używać do kolejnych celów. Jeśli zatem konsument zdecyduje się na powtórne napełnienie butelki kosmetykiem – czy to w drogerii, czy z doypacka – może być pewien, że zamknięcie, które oddaliśmy do użytku, spełni swoje zadanie. Jeśli byłoby inaczej, idea refiliingu naprawdę nie miałaby większego sensu.

EDUKACJA ponad wszystko!

Fundamentem edukacji muszą być rzetelne informacje. Najważniejszym faktem jest to, że nie wyeliminujemy plastiku z naszego życia.

Z pewnością nie zaczniemy budować w 100% metalowych samochodów.

Nikt nie ma też ambicji czerpania z doświadczenia XIX-wiecznych racjonalizatorów żeglugi morskiej i stosowania konstrukcji żelbetonowej w produkcji statków.

Próby zastąpienia opakowań papierem również mogą okazać się przepisem na katastrofę ekologiczną. Nie dość, że drzewostan ziemski trawiony jest pożarami oraz wycinką do celów przemysłowych, to zwiększenie tego procederu pozbawiłoby nas dostawcy tlenu. Snując takie utopijne dywagacje, należy mieć świadomość, że produkcja, a nawet recykling papieru nie odbywa się bez krzywdy dla środowiska – transport zostawia ogromny ślad węglowy, a przetwórstwo dodatkowo ślad wodny. Informowanie o ilości zużywanej wody przez papiernie nie jest zbyt popularne, a jest tego naprawdę dużo!

Racjonalne podejście do recyklingu powinno zawsze stać na pierwszym miejscu listy warunków doboru opakowań! ■

Małgorzata Chomiuk,
Polpak Packaging

reklama

POLPAK Sp. z o.o.
ul. Czarodzieja 16
03-116 Warszawa

+48 22 752 34 23
biuro@polpak.pl

www.packaging.polpak.pl

POLPAK packaging

Opakowania,
które inspirują...

atomizery kosmetyczne, farmaceutyczne
dozowniki kosmetyczne, spieniające, talerzykowe
opakowania airless · aplikatory do pudru
słoje · kroplomierze · spryskiwacze · spieniacze
mini triggery · disc topy · flip topy · push pulle

Cenne ważenie w 3M

Minnesota Mining & Manufacturing – tak pierwotnie nazywała się firma, której logo dziś spotykamy na każdym kroku. 3M, bo o tym megakoncernie mowa, zyskał renomę dzięki swoim dobrze rozpoznawalnym produktom oraz doskonałości operacyjnej. 3M chętnie sięga też po innowacyjne produkty, z pomocą których może stale poprawiać wydajność swojej intralogistyki.

Jednym z przykładów jest wdrożenie systemu ważenia mobilnego RAVAS w fabryce w Antwerpii. W tym zakładzie 3M powstają półprodukty i materiały do wielu zaawansowanych produktów, takich jak folie stosowane w przemyśle kosmicznym czy taśmy chirurgiczne używane w medycynie.

Cenne materiały z Antwerpii

Historia 3M sięga 1903 roku. Ponad sto lat istnienia przyniosło wiele przełomowych innowacji, a portfolio technologii ewoluowało od wytwarzania papieru ściernego do rozwiązań wykorzystujących nanotechnologię. Dziś 3M dostarcza na rynek szereg specjalistycznych materiałów, od strukturalnych błon klejowych dla przemysłu kosmicznego, poprzez różnego rodzaju opatrunki i plastry na rany po płyny chłodzące dla układów elektronicznych. A słyszeliście o taśmie klejącej Scotch albo wszechobecnych w biurach karteczkach post-it? Tak, to też wyroby 3M.

3M prowadzi swoje operacje w 70 krajach świata, a sprzedaż w 200. Jedna z fabryk koncernu – 3M Specialty Materials – jest zlokalizowana niezwykle dogodnie: w Antwerpii, rzut kamieniem od jednego z najważniejszych portów morskich w Europie. Wokół ulokowały się dziesiątki innych firm, korzystających z możliwości bezpośredniej wysyłki produktów drogą morską.

W zakładzie 3M Specialty Materials powstają przede wszystkim półprodukty dla innych fabryk 3M, wyspecjalizowanych w produkcji gotowych wyrobów koncernu, a także surowce dla klientów wykorzystujących rozwiązania 3M w swojej ofercie. Główną specjalnością fabryki są materiały klejące, służące do produkcji taśm chirurgicznych, jednakże w Antwerpii powstają też np. powłoki, dzięki którym ubrania wykorzystujące technologię GORE-TEX są wodoodporne.

Te zawansowane materiały są bardzo kosztowne. 3M, aby uniknąć strat, postanowiło zatem sprawdzać wagę wszystkich realizowanych dostaw. W tym celu sięgnięto po wagi RAVAS stosowane w wózkach paletowych i podnośnikowych.

Pomiar z dokładnością do 100 gramów

Wiele specjalistycznych produktów powstaje z powszechnie dostępnych materiałów, które są uszlachetniane za pomocą zaawansowanych dodatków. Pomyślcie chociażby o gumie, która modyfikowana jest tak, aby uzyskać jej odporność na bardzo wysoką temperaturę i ciśnienie. Takie dodatki są zazwyczaj dość kosztowne, przez co proces ich ważenia staje się niezwykle ważną i wymagającą procedurą: kontener ICB mieszczący 1000 litrów produktu ważony jest z dokładnością do 100 gramów. Aby ten proces przebiegał jak najwydajniej, 3M, słynące z doskonałości operacyjnej, postanowiło zastosować mobilne ważenie. Proces odbywa się na urządzeniach transportu wewnętrznego, którym przewozi się kontenery ICB i pudełka.

Skrzynie i kontenery ICB

Na końcu jednej z linii produkcyjnych z przenośnika rolkowego zjeżdżają opakowania, każde z nich o masie 12 kg. Trafiają one do dużych plastikowych skrzyń, mieszczących jednorazowo po 50 opakowań. Specjalne wózki paletowe Toyoty nie tylko piętrują opakowania do wysyłki, ale też ważą je, aby sprawdzić, czy w każdej wysyłce znajduje się odpowiednia ilość produktu. Jak to możliwe? Dzieje się tak, gdyż w wózkach zamiast standardowego podzespołu zamontowane są widły ważące iForks. Na wyświetlaczu, stanowiącym integralny element iForks, prezentowana jest dokładna waga skrzyni spoczywającej na widłach.

3M wykorzystuje też wózki paletowe z widłami iForks do kolejnego zadania, czyli ważenia materiałów stanowiących odpad z procesów produkcyjnych. Mogą być one ponownie wykorzystane w produkcji i są ważone, aby wprowadzić je do systemu zarządzania zapasami, a następne przewożone są do magazynu.

Z kolei w innej hali produkcyjnej, stojącej dokładnie po drugiej stronie kompleksu 3M w Antwerpii, produkowane są płyny chłodzące do urządzeń

elektronicznych. Te „płyny techniczne" mają dużą wartość. Dlatego też postanowiono dokładnie ważyć kontenery IBC, w których są one przechowywane. Podczas transportu kontenerów wykorzystywane są wagi do wózków podnośnikowych RAVAS ProLine. Zastosowana w widłach ważących technologia FlexBolts gwarantuje wysoką dokładność pomiaru. A ponieważ pewne obszary hali produkcyjnej uznawane są za niebezpieczne, ze względu na stosowanie w nich łatwopalnych substancji, część floty wag do wózków podnośnikowych posiada certyfikację ATEX, czyli nie stanowi źródła potencjalnego wybuchu.

Dbałość o dokładność pomiarów

We wszelkich urządzeniach pomiarowych regularna kalibracja jest warunkiem koniecznym dla ich prawidłowego działania. W 3M cała flota mobilnych systemów ważenia objęta została umową serwisową. Co roku do fabryki przyjeżdża ciężarówka RAVAS, wyposażona w certyfikowane wagi kontrolne. Proces serwisowania i kalibracji wszystkich mobilnych systemów ważenia w zakładzie trwa trzy dni i kończy się odnowieniem certyfikatów dla urządzeń. Regularne wizyty serwisu gwarantują nie tylko dokładność pomiaru, ale też długą żywotność systemów ważenia.

A jak wdrożenie mobilnych wag oceniają najbardziej zainteresowani, czyli kierownictwo fabryki?

– Dzięki zastosowaniu iForks w wózkach paletowych poprawiła się nasza mobilność, a także szybkość prowadzenia pomiarów – zaznacza Geert van Eyken, kierownik dywizji Advanced Materials w 3M. – Nie da się ukryć, że teraz procesy te są zdecydowanie bardziej wydajne.

RAVAS – mobilne ważenie w Polsce

Zastosowania farmaceutyczne czasami wymagają specjalnego mobilnego rozwiązania ważącego. RAVAS dostarcza produkty szyte na miarę, np. o specjalnych wymiarach, oprogramowaniu do specjalnych funkcji ważenia lub nawet kompletnych, niestandardowych systemach ważenia: dla każdego problemu zapewniamy odpowiednie rozwiązanie.

Jeśli jesteś zainteresowany naszymi produktami, rozwiązaniami i narzędziami teleinformatycznymi dla Twojej konkretnej aplikacji lub branży, sprawdź stronę internetową lub zapytaj przedstawiciela handlowego w Polsce:

Magdalena Futyma,
e-mail: magdalena.futyma@ravas.com,
tel.: +48 664 764 245.

RAVAS
www.ravas.com

reklama

Inteligentna technologia usprawniająca automatyzację

Potrzeba poprawy wydajności procesu w produkcji jest stała. Łączność i bezpośrednia komunikacja między sprzętem a urządzeniami sterującymi z wbudowaną diagnostyką przynosi szereg korzyści.

Cyfryzacja w przemyśle musi podążać za rozwojem Przemysłu 4.0, który przynosi szereg przewag nad konkurencją. Terminy „Przemysł 4.0" i „IoT" (Internet Rzeczy) stają się powszechne, w wyniku czego mamy coraz więcej obiektów przemysłowych, które nazywamy „inteligentnymi fabrykami". Terminy te są podstawą rozwoju automatyzacji i doskonalenia procesów. Producenci znajdują się pod coraz większą presją, aby szybko reagować i spełniać wymagania klientów. Prowadzi to do konieczności poprawy wydajności produkcji i zwiększa oczekiwania, nawet jeśli chodzi o ważenie i powiązane rozwiązania, które upraszczają procesy, przyspieszają automatyzację i zapewniają wgląd w dane w czasie rzeczywistym.

Zaawansowane alerty

W tradycyjnej pracy dane są często rejestrowane, dokumentowane i dystrybuowane na różnych poziomach interwencji pracowników.

Na przykład zespoły konserwacyjne mogą monitorować kluczowe parametry sprzętu i rejestrować ich działanie. Nie jest jednak konieczne unikanie całkowitego zatrzymania pewnej części produkcji, co może nastąpić, jeśli konserwator nie zauważy żadnego minimalnego odchylenia od dopuszczalnej tolerancji. Wbudowana diagnostyka pozwala uniknąć tego, zapewniając zaawansowane alerty przed zatrzymaniem linii. Jednak popełnienie błędu lub przeoczenie czegoś jest praktycznie niemożliwe. Najnowocześniejszy sprzęt do ważenia i kontroli monitoruje pracę, gromadzi krytyczne dane na liniach pakujących i zapewnia analizy w czasie rzeczywistym. Najnowocześniejsza technologia ważenia oparta jest na inteligentnych celach pomiarowych ze zintegrowanymi mikroprocesorami do przetwarzania sygnału bezpośrednio w „punkcie pracy". Eliminuje to błędy transmisji danych i poprawia dokładność i spójność wyników. To właśnie ta inteligencja umożliwia ciągłą analizę procedur. Pomyślne i nieudane ważenie lub stopniowa utrata wydajności – technologii nic nie umknie i zawsze Cię o tym poinformuje.

Wsparcie dla oprogramowania zewnętrznego

Przemysł 4.0 można również wspierać za pomocą zewnętrznych pakietów oprogramowania. Na przykład oprogramowanie ProdX eliminuje potrzebę ręcznych procedur gromadzenia danych dzięki automatycznemu gromadzeniu danych z urządzeń do oceny produktów. Oprogramowanie Collect + zapewnia nową perspektywę ręcznym procedurom wyświetlania kluczowych wskaźników wydajności dla ręcznej dystrybucji i ważenia.

Opcje łączności w chmurze, które przekraczają oczekiwania

Inżynierowie i integratorzy systemów muszą brać pod uwagę oczekiwania swoich klientów dotyczące MES (zarządzanie produkcją), ERP (planowanie zasobów) systemu i łączności z chmurą. METTLER TOLEDO oferuje standardy

Urządzenie ACI 400 IoT Edge z pakietem IoT Gateway Suite łączy stare i nowe wagi z IT lub chmurą za pośrednictwem OPC UA lub MQTT

łączności dla komunikacji z wieloma systemami sterowania, IT i chmury, dzięki czemu okazuje się idealnym partnerem, który przekroczy Twoje oczekiwania. Standaryzuje swoje systemy nadzoru, technologie komunikacyjne, systemy informacyjne, a ostatnio także usługi w chmurze dla użytkowników końcowych. Zmniejsza to potrzebę utrzymania infrastruktury w obszarach zaopatrzenia, szkoleń, bezpieczeństwa danych i zarządzania częściami zamiennymi. Najważniejsze jest to, że upraszcza procesy i oczywiście obniża koszty.

Ten popyt na usługi w chmurze z wieloma dostawcami i wejściem na rynek nowych technologii komunikacyjnych może zwiększyć problem ustandaryzowanej komunikacji. METTLER TOLEDO ma na to rozwiązanie. Ich rozwiązania łączą wagi z usługami w chmurze za pośrednictwem standardu OPC UA i protokołu komunikacyjnego MQTT. Umożliwiają podłączenie zarówno nowego, jak i już zainstalowanego sprzętu, co eliminuje konieczność pożegnania się z nadal działającymi urządzeniami.

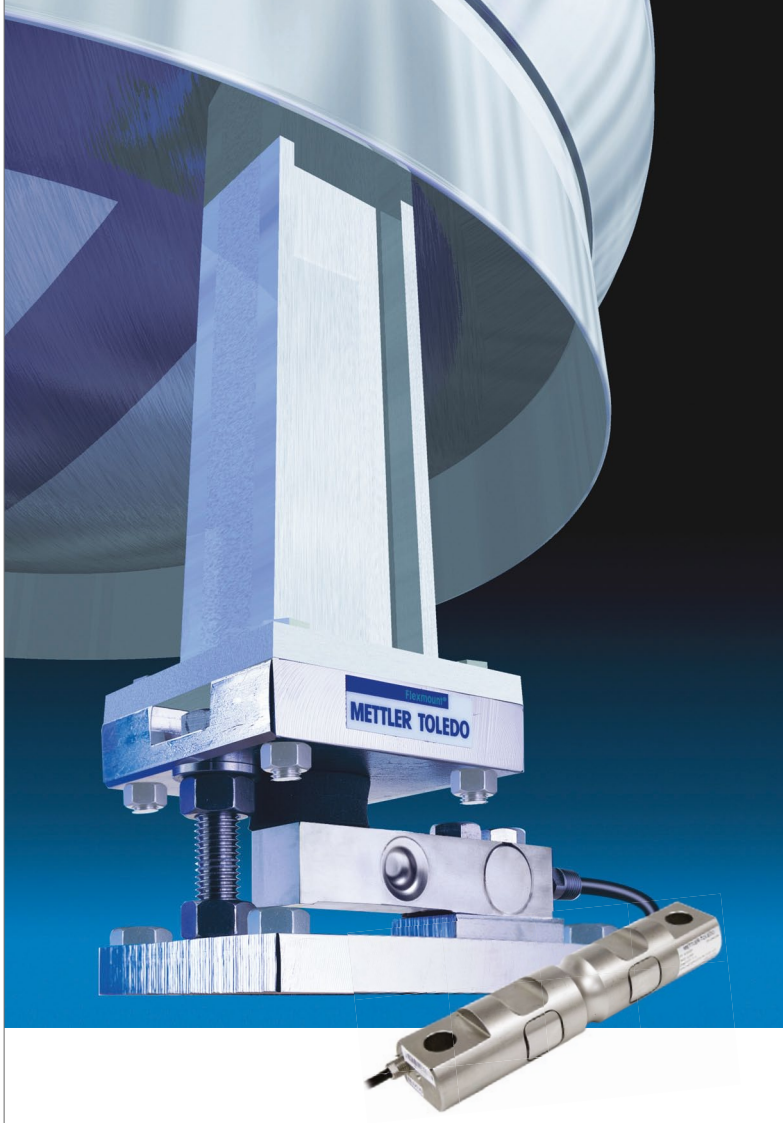
Możliwość gromadzenia szczegółowych informacji wraz z wbudowaną zaawansowaną diagnostyką umożliwia lepsze podejście do monitorowania i optymalizacji procesów, które są warunkiem wstępnym dla Przemysłu 4.0. Inteligentne czujniki torują drogę do zmniejszenia zatorów, szybciej eliminując potencjalne problemy, co prowadzi do poprawy jakości, automatyzacji i produktywności. Więcej informacji można znaleźć na stronie **www.mt.com**. ■

www.mt.com/InVision
www.mt.com/ind-4-0
www.mt.com/ind-software

METTLER TOLEDO

Mettler-Toledo Sp. z o.o.
ul. Poleczki 21
02-822 Warszawa
tel. 22 440 67 00
fax 22 440 67 38
e-mail: Polska@mt.com
www.mt.com

reklama



Moduły wagowe
czujniki masy

Wymagające ogromnej wytrzymałości ważenie zbiorników, naczyń, koszy zasypowych lub przenośników nie stanowi problemu dla modułów wagowych METTLER TOLEDO, których konstrukcja potrafi sprostać trudnym warunkom pracy. Moduły i czujniki wagowe METTLER TOLEDO do ważenia precyzyjnego i przemysłowego mają wszystkie globalne atesty i można je łatwo integrować z maszynami, pojazdami, urządzeniami i aparatami. W ich konstrukcji uwzględniono zasady zapewniające ochronę przed przeciążeniem i uniesieniem, która służy bezpieczeństwu ważenia oraz dokładności wyników.

Mettler-Toledo Sp. z o.o., ul. Poleczki 21, 02-822 Warszawa PL

www.mt.com/ind-powermount

METTLER TOLEDO

Łukasiewicz – KIT dozuje, pakuje i modernizuje

Sprawny przepływ wiedzy oraz innowacji z ośrodków naukowo-badawczych do biznesu jest gwarancją rozwoju technologicznego przedsiębiorstw, podniesienia ich konkurencyjności na rynkach europejskich i światowych, a w rezultacie wzrostu gospodarczego całego kraju. Efektywny transfer wiedzy nie jest jednak prostym zadaniem, wymaga odpowiedniego nastawienia i profesjonalizmu. Od ponad dwóch lat z tym wyzwaniem aktywnie mierzy się Sieć Badawcza Łukasiewicz – trzecia co do wielkości sieć badawcza w Europie. Głównym celem działania Sieci jest aktywne wspieranie polityki gospodarczej państwa i rozwoju polskich firm w zakresie wykorzystania nowoczesnych technologii, wdrażania wyników projektów badawczych i ich transformacji. Instytuty Łukasiewicza stanowią tę część nauki, która otwierając się na realne problemy przedsiębiorców, oferuje praktyczne rozwiązania oparte na wiedzy i wieloletnim doświadczeniu. W odpowiedzi na indywidualne potrzeby biznesu Łukasiewicz

proponuje prototypowe, innowacyjne i „szyte na miarę" projekty dla konkretnych branż. Efektywnym narzędziem współpracy na linii nauka – biznes jest System Wyzwań Łukasiewicza, dzięki któremu grupa 4500 naukowców w nie więcej niż 15 dni roboczych podejmuje wyzwanie biznesowe i proponuje przedsiębiorcy opracowanie skutecznego rozwiązania. Większość wyzwań dotyczy czterech głównych kierunków rozwoju nowoczesnej gospodarki, zdefiniowanych przez Łukasiewicza jako: Transformacja Cyfrowa; Inteligentna Mobilność; Zrównoważona Gospodarka i Energia oraz Zdrowie. Co najważniejsze – przedsiębiorca nie ponosi żadnych kosztów związanych z opracowaniem pomysłu na prace badawcze i wdrożeniowe. Czytelnikom czasopisma „Ważenie, Dozowanie, Pakowanie" chcemy przybliżyć jeden z trzydziestu dwóch instytutów działających w ramach Sieci Badawczej Łukasiewicz, czyli Krakowski Instytut Technologiczny. Jednostka ta powstała w wyniku połączenia dwóch krakowskich instytutów o komplementarnym zakresie aktywności naukowo-badawczej i wdrożeniowej – Instytutu Odlewnictwa oraz Instytutu Zaawansowanych Technologii Wytwarzania. Połączenie obszarów działalności sprawiło, że oferta Instytutu jest bardzo różnorodna i może wzbudzić zainteresowanie wielu potencjalnych kontrahentów. Klientami Instytutu i adresatami wdrożeń są głównie przedsiębiorstwa krajowe, prowadzące działalność w różnych gałęziach przemysłu, m.in. w przemyśle maszynowym, narzędziowym czy farmaceutycznym. Dzięki wyraźnemu akcentowi na komunikację z biznesem, elastyczności i pasji związanej z wykonywaną pracą specjaliści Łukasiewicz – KIT wspierają biznes, a zarazem zyskują możliwość praktycznej weryfikacji i modyfikacji opracowywanych w Łukasiewicz – KIT nietypowych rozwiązań. Pozwala to podążać ścieżką rozwojową wyznaczoną przez rzeczywiste potrzeby rynku i jego uczestników. Infrastruktura badawcza i park maszynowy, którymi dysponuje Instytut, pozwalają wspomagać wiedzą i doświadczeniem proces opracowania, potem wdrożenia bądź adaptacji nowych produktów do warunków produkcyjnych zleceniodawców. Dział Produkcji Łukasiewicz – KIT projektuje i wykonuje urządzenia do mechanizacji procesów pakowania substancji ciekłych i stałych, w tym automatycznego i półautomatycznego dozowania cieczy, zamykania i etykietowania opakowań, głównie na potrzeby przemysłu farmaceutycznego i kosmetycznego, z możliwością ich adaptacji do wymagań innych branż. Ten kierunek działalności Instytutu rozwijany jest od kilkudziesięciu lat. Niezwykle cenne jest przywiązanie stałych Klientów i zadowolenie nowych, którzy w Instytucie poszukują rozwiązań dla swoich firm. Oferowane przez Instytut usługi obejmują projektowanie i budowę nowych maszyn i urządzeń o parametrach wskazanych przez Klienta, modernizację i serwisowanie maszyn i urządzeń produkowanych przed laty przez EMPAK, a następnie IZTW, a także kompleksowe wsparcie pracowników Łukasiewicz – KIT przy implementacji rozwiązań gotowych. Wychodząc naprzeciw oczekiwaniom i potrzebom Klientów, automatyzuje się bądź redukuje stopień automatyzacji w zależności od wymagań procesu. W Instytucie wytwarzane są również części zamienne do maszyn, elementy zastępcze i modernizacyjne, wszystko to w celu optymalizacji kosztów i zwiększenia efektywności procesów. Wieloletnie doświadczenie w dziedzinie projektowania maszyn i urządzeń pakujących sprzyja skierowaniu oferty także do przedsiębiorców aktywnie działających w przemyśle spożywczym. Urządzenia wykonywane na potrzeby tego sektora gospodarki podlegają modyfikacjom,

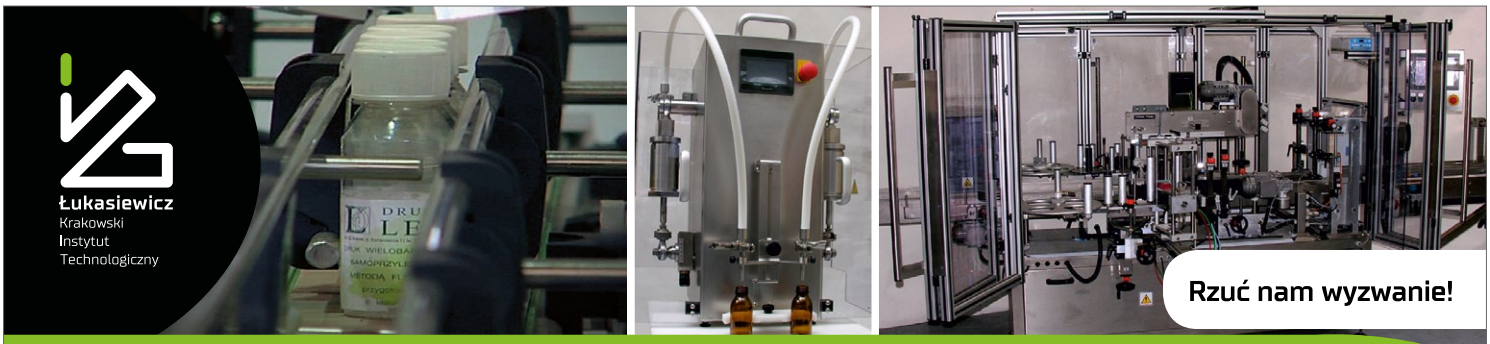
z uwzględnieniem obowiązujących wymagań w zakresie bezpieczeństwa i higieny pracy dla urządzeń stosowanych w bezpośrednim kontakcie z żywnością oraz innymi substancjami spożywczymi. Ponadto Instytut proponuje projektowanie i wykonywanie maszyn i urządzeń mających zastosowanie w lokalnym przetwórstwie rolno-spożywczym do rozlewania soków, nalewek i innych produktów, zakręcania i etykietowania butelek oraz innych pojemników zawierających produkty spożywcze. Łukasiewicz – Krakowski Instytut Technologiczny zaprasza do współpracy i proponuje przedsiębiorcom maszyny i urządzenia projektowane i wykonywane na indywidualne zamówienie.

- DOZOWARKI – do półautomatycznego dozowania płynów o konsystencji rzadkiej i niezbyt gęstej (roztwory wodne, alkoholowe, syropy, zawiesiny, szampony, emulsje, oleje, płynne produkty chemii gospodarczej itp.) do pojemników podstawianych ręcznie.
- ETYKIECIARKI – do automatycznego naklejania etykiet samoprzylepnych na opakowaniach o kształcie cylindrycznym oraz dwustronnie – na opakowaniach prostopadłościennych, owalnych itp.; z wyposażeniem dodatkowym – do nanoszenia na te etykiety znaków alfanumerycznych metodą termodruku.
- MONOBLOKI – do automatycznego dozowania płynów do opakowań różnych kształtów, a następnie zamykania ich zamknięciem typu *pilfer-proof* z aluminium lub zakrętkami z tworzywa sztucznego.
- BLISTRZARKI – do automatycznego pakowania tabletek, drażetek, kapsułek oraz innych drobnych obiektów w opakowania typu gniazdowego z równoczesnym znakowaniem.
- ZAKRĘCARKI – do automatycznego zamykania zakrętkami opakowań z tworzywa sztucznego.
- URZĄDZENIA TRANSPORTUJĄCE – do przemieszczania opakowań między stanowiskami pracy.
- POMPY – do pracy w automatach i półautomatach dozujących, do tłoczenia cieczy rzadkich oraz średnio gęstych, jak roztwory wodne, alkoholowe, syropy, zawiesiny, szampony, emulsje, płynne produkty chemii gospodarczej.
- PODAJNIKI WIBRACYJNE – do orientowania i podawania elementów na stanowiska robocze.

Instytut oferuje również usługi o charakterze doradczym, remontowym i serwisowym w zakresie wymienionych wyżej urządzeń. Świadczy także usługi w zakresie obróbki elementów i części maszyn (obróbka skrawaniem, ścierna, plastyczna, cieplna). Elastyczność, profesjonalizm oraz konkurencyjne ceny to bez wątpienia atuty związane ze współpracą z Łukasiewicz – Krakowskim Instytutem Technologicznym. W oczekiwaniu na wyzwania Instytut zaprasza do współpracy! ■

kontakt: sprzedaz@kit.lukasiewicz.gov.pl

reklama



Działalność Łukasiewicz – Krakowskiego Instytutu Technologicznego jest kontynuacją kilkudziesięciu lat aktywności badawczej i wdrożeniowej w dziedzinie odlewnictwa oraz technologii wytwarzania dwóch krakowskich ośrodków badawczych z tradycjami sięgającymi połowy XX wieku – Instytutu Odlewnictwa i Instytutu Zaawansowanych Technologii Wytwarzania.

Dzięki doświadczeniu w zakresie technologii kształtowania materiałów, począwszy od odlewania, przez technologie przyrostowe, w tym spiekanie SLS, SLM (druk 3D), po technologie obróbki skrawaniem, ścierną i erozyjnej, a także w zakresie inżynierii materiałowej, metrologii technicznej, montażu i automatyzacji procesów wytwarzania, jesteśmy w stanie pomóc naszym partnerom w weryfikacji, realizacji i wdrożeniu w biznesowe życie, nawet najbardziej skomplikowanych pomysłów. Równolegle realizujemy usługi m.in. w zakresie kompleksowych badań materiałów i produktów, otrzymywania specjalnych materiałów kompozytowych i ceramicznych technikami spiekania.

Wykonujemy badania akredytowane, ekspertyzy, posiadamy uprawnienia w zakresie certyfikacji wyrobów, maszyn i urządzeń w obszarze regulowanym prawnie, świadczymy usługi dobrowolnej certyfikacji zgodności.

Projektujemy i wykonujemy kompletne linie produkcyjne dla przemysłu farmaceutycznego, kosmetycznego, chemicznego i spożywczego – maszyny do automatycznego i półautomatycznego dozowania cieczy; maszyny do pakowania tabletek, drażetek, kapsułek oraz innych drobnych obiektów w opakowania typu gniazdowego (typu blister), w opakowania bezgniazdowe, także z równoczesnym znakowaniem; liczarki do automatycznego i półautomatycznego odliczania tabletek, kapsułek etc.; znakowarki kartoników, etykieciarki, a także linie wielofunkcyjne: monobloki do automatycznego dozowania, zamykania i etykietowania oraz inne nietypowe maszyny i urządzenia zaprojektowane zgodnie z określonymi wymaganiami Klienta.

Oferta Instytutu obejmuje również usługi o charakterze doradczym, remontowym i serwisowym w zakresie urządzeń dozujących, pakujących, znakujących i etykietujących, a także modernizacje maszyn i urządzeń oraz wykonywanie części zamiennych według zamówienia Klienta.

Zapraszamy do kontaktu i współpracy!

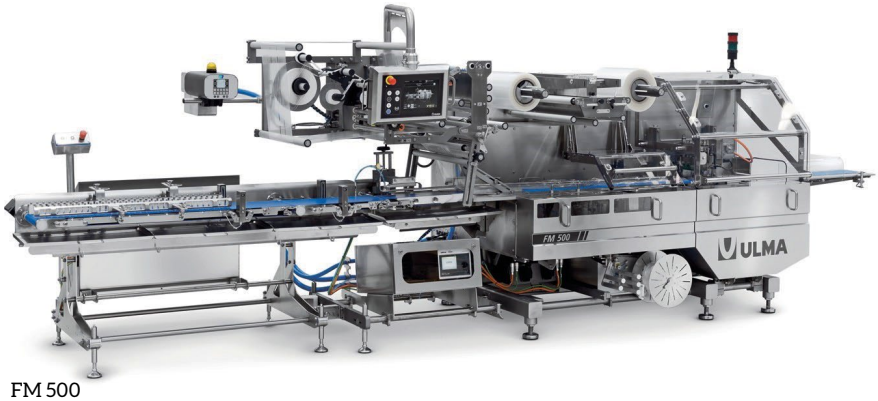
Sieć Badawcza Łukasiewicz – Krakowski Instytut Technologiczny
ul. Zakopiańska 73, 30-418 Kraków
kit.lukasiewicz.gov.pl

Mięso mielone pakowane bez tacki

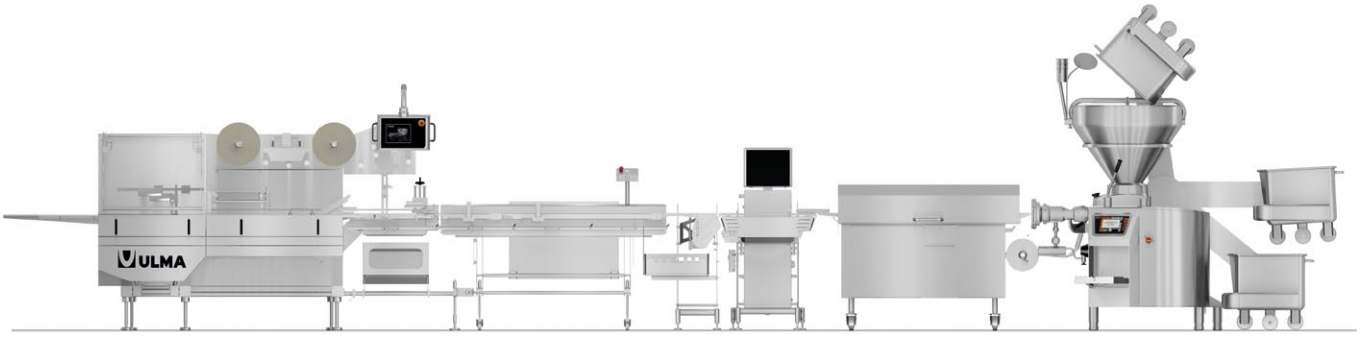
Maszyny typu Flow-Pack produkowane przez Ulma Packaging mają możliwość pakowania mięsa mielonego bez konieczności stosowania tacek. Dwie różne maszyny poziome: FM 300 i FM 500 to maszyny typu Flow Pack, wykonujące pakujące produkty w opakowania barierowe w atmosferze zmodyfikowanej (MAP). Maszyny nie tylko przyspieszą oraz zautomatyzują proces pakowania, ale również ochronią produkty przed zanieczyszczeniem. W obecnej sytuacji epidemiologicznej klienci coraz chętniej sięgają po produkty higienicznie zapakowane.

Maszyny do pakowania bloków mięsa mielonego bez konieczności stosowania tacek są jednymi z najbardziej innowacyjnych pod względem trendów proekologicznych rozwiązań ULMA Packaging. Nie tylko klienci indywidualni, ale również sieci supermarketów szukają zrównoważonych rozwiązań w celu zminimalizowania wpływu na środowisko przy jednoczesnym zachowaniu korzyści, które płyną z zastosowania opakowania. Dodatkowo takie opakowania zajmują o 30% mniej miejsca w transporcie do sklepów w porównaniu z mięsem mielonym w tradycyjnych opakowaniach. Opakowanie wydłuża przydatność produktu do spożycia, a w wyniku aplikacji powstaje poduszka powietrzna, która chroni produkt przed urazami mechanicznymi. Zużycie plastiku w porównaniu z mięsem mielonym na tacce jest o 60% mniejsze.

FM 300



FM 500



ULMA FM 500 Flow Pack z urządzeniami Handtmann's do mielenia i porcjowania

Dzięki współpracy ze specjalistycznymi producentami do mielenia i porcjowania mięsa możemy zaoferować również zautomatyzowaną kompletną linię.

O firmie ULMA Packaging

Ulma Packaging Polska sprzedaje i serwisuje w Polsce cały asortyment maszyn produkowanych przez Ulma Packaging. Ponadto oferuje urządzenia peryferyjne, tworząc kompletne linie pakujące. Rozwiązania Ulma Packaging przeznaczone są do pakowania produktów spożywczych i niespożywczych.

Ulma Packaging produkuje:

- maszyny typu FLOW PACK – pakowanie w folie niebarierowe, niebarierowe termokurczliwe (do 1000 op./min) oraz pakowanie w folie barierowe i barierowe termokurczliwe (pakowane w zmodyfikowanej atmosferze) (do 200 op./min);
- maszyny typu TRAYSEALER – wysoko wydajne pakowanie produktów na tackach – zgrzewanie tacek (do 23 taktów/min), zmodyfikowana atmosfera (do 19 taktów/min), SKIN;
- maszyny rolowe – pakowanie w opakowania z folii miękkiej (próżnia, MAP) i twardej (MAP), pakowanie w opakowania typu SKIN;
- maszyny pionowe – do pionowego pakowania produktów;
- maszyny do pakowania w folię stretch i folię termokurczliwą.

ULMA Packaging Polska

ULMA Packaging Polska Sp. z o.o.
tel. 22 766 22 50
www.ulmapackaging.pl

reklama

ULMA
Global Packaging

Traysealer
TSA 680

ULMA Packaging Polska Sp. z o.o. ul. Kościelna 10 05-124 Skrzeszew +48 22 766 22 50
biuro@ulmapackaging.pl www.ulmapackaging.pl

Rozwiązania, na które liczysz!

To dewiza przyświecająca firmie ISOIL Industria od początku działalności, to ponad 50 lat ciągłego rozwoju i doskonalenia oferowanych produktów. Wszystko po to, aby nasi Klienci mogli wierzyć, że przepływomierze, na które liczą, nigdy ich nie zawiodą, nawet w najtrudniejszych aplikacjach.

Jesteśmy pionierami szeregu rozwiązań technologicznych, m.in. przepływomierzy elektromagnetycznych zasilanych bateryjnie z wymianą informacji poprzez sieć GPRS, przepływomierzy z wbudowanym regulatorem przepływu, liczników energii cieplnej i chłodu oraz naszej dumy – przepływomierzy do dozowania, napełniania. Te idee przyświecają nam od początku i stanowią siłę napędową firmy ISOIL: dopasować, sprostać ciągle wzrastającym oczekiwaniom naszych partnerów i coraz bardziej wymagającym technologiom przemysłowym.

Dla zapewnienia najwyższej dokładności dysponujemy własną wzorcownią wodną, certyfikowaną zgodnie z MID mod. D.

Jakość produktów i obsługi ISOIL, jak i profesjonalizm, nie spadają z nieba, są zawsze rezultatem długotrwałego doświadczenia, które dokumentujemy szeregiem certyfikatów, m.in. ISO9001, MID, OIML R49 czy też 3A dla przepływomierzy w wykonaniu higienicznym lub WRAS i PZH dla wody pitnej.

Firma ISOIL oferuje szeroką gamę przepływomierzy elektromagnetycznych z czujnikami do zabudowy w rurociągu dla średnic 3–2000 mm oraz z czujnikami wkładanymi przez zawór kulowy. Czujniki charakteryzują się szerokim wyborem wykonań materiałowych dla cieczy czystych i zanieczyszczonych, agresywnych chemicznie i wykonań higienicznych (aseptycznych). Naszą ideą jest, aby każdy czujnik przepływomierza mógł być połączony z jednym z szerokiego spektrum przetworników elektronicznych, od najprostszych, poprzez przetworniki 2-przewodowe, przetworniki FLOWIZ™ z zasilaniem bateryjnym i komunikacją GPRS, aż po jedne z najbardziej zaawansowanych konstrukcji szybkiego przetwornika ML4F1 do zadań dozowania, napełniania w przemyśle rozlewniczym, chemicznym i innych zastosowaniach, gdzie precyzyjne odmierzenie dawki substancji płynnej jest kluczowe dla jakości i ekonomiki prowadzenia procesów.

Unikalna częstotliwość pracy przepływomierza ML4F1 aż do 400 Hz pozwala na niebywale dokładne i powtarzalne odmierzanie bardzo małych dawek płynów w bardzo krótkim czasie. Innowacyjne Rozwiązania pozwalają zaadaptować nastawy licznika dawki tak, aby uwzględnić charakterystykę instalacji dozującej lub rozlewającej, w której pracuje przepływomierz ML4F1.

Główne cechy przetwornika ML4F1:

- odmierzanie dawki (dozowanie);
- wysoka częstotliwość wzbudzania cewek do 150 Hz, co umożliwia niezawodny pomiar przepływów szybkozmiennych, pulsujących, odmierzenie precyzyjnych dawek substancji itp.;
- precyzyjne i bardzo szybkie (poniżej 1 s) napełnianie lub odmierzanie dawek;
- wysoka dokładność pomiaru 0,2% i powtarzalność lepsza niż 0,1%;
- zawansowane algorytmy dozowania pojedynczego i z dawką wstępną;
- 16 predefiniowanych dawek wybieranych z pulpitu operatorskiego, poprzez RS485 lub PROFIBUS DP oraz 4 pierwsze receptury dawki wybierane długością sygnału wyzwalania cyklu odmierzania;
- 5 programowalnych wejść/wyjść dwustanowych (programowanie funkcji wejścia lub wyjścia i funkcjonalności działania);
- RS485, PROFIBUS DP, 4–20 mA;
- działają ze wszystkimi czujnikami ISOMAG o średnicach od 3 do 1000 mm;
- czujniki ML2410 odporne na CIP (do 150°C);
- galwaniczna separacja zasilania oraz wszystkich wejść i wyjść przetwornika;
- obudowa ze stali KO typu 304;
- zaawansowane funkcje autodiagnostyczne;
- zupełnie unikalna funkcja, niedostępna w innych przepływomierzach – funkcja uczenia się wielkości dawki oraz kompensacji opóźnień wnoszonych przez instalację napełniającą lub rozlewczą;
- ML4F1 to naprawdę przepływomierz dokładny co do kropli!

Oprócz klasycznych przepływomierzy elektromagnetycznych firma ISOIL proponuje szereg instrumentów zintegrowanych, zapewniających w pojedynczym urządzeniu realizację kilku funkcji. Takie rozwiązanie zapewnia oszczędność miejsca i czasu niezbędnego do instalacji i uruchomienia małego systemu, gwarantuje interoperatywność i efektywność.

Przykładem takiego rozwiązania jest np. ML211 z wbudowanym regulatorem przepływu, który może służyć do utrzymywania stałego (nastawialnego) przepływu lub stosunku dwóch przepływów. Główne cechy urządzenia:

- wszystkie cechy typowego przepływomierza;
- wbudowany regulator PID stałowartościowy lub nadążny;
- wyjścia dla urządzenia wykonawczego: 4–20 mA, częstotliwościowe, wypełnienie impulsu, on/off;
- z możliwością sprzężenia od ustawnika pozycyjnego;
- 2 wejścia 4–20 mA (0–10 V) dla kontroli położenia urządzenia wykonawczego lub realizacji regulacji nadążnej;
- możliwość wymuszenia programowalnej wartości bezpiecznej wyjścia;
- praca ręczna/automatyczna;
- programowalne alarmy progu i czasu zadziałania urządzenia wykonawczego.

Innym ciekawym urządzeniem jest FLOWIZ™ – zasilany bateryjnie przetwornik z wbudowanym modemem GPRS, co przekłada się na nadzwyczajne możliwości zarządzania danymi i ustanawia nowe standardy w technice pomiarowej, tak jak Internet ustanowił nowe standardy komunikacji w świecie komputerów osobistych.

FLOWIZ™ jest nie tylko przetwornikiem przepływu – to prawdziwy kompletny system pomiarowy: może być połączony z jakimkolwiek czujnikiem przepływu rodziny ISOMAG™ – kołnierzowym, międzykołnierzowym, typu insert. Nie potrzeba specjalnego czujnika. Do FLOWIZ™ można podłączyć 2 czujniki ciśnienia, co umożliwia sterowanie zaworami PRV. System FLOWIZ zapewnia NAJNIŻSZY KOSZT całego systemu zawierającego komunikację GPRS, dedykowany Datalogger i baterie o żywotności do 15 lat. Synergia tych czynników powoduje, że FLOWIZ™ jest przełomem również w ekonomii stosowania tego typu rozwiązań.

Kompleksowość, a jednocześnie uniwersalność tego urządzenia, możliwość wymiany dla już zabudowanych czujników bez potrzeby stosowania czujników specjalnych, możliwość uzyskania szerokiego spektrum danych od przepływów do ciśnień – czynią FLOWIZ™ idealnym rozwiązaniem do WYKRYWANIA STRAT W SIECI, gdzie najwyższa dokładność i długoletnia powtarzalność pomiaru małych nocnych przepływów oraz możliwość dodatkowego pomiaru, rejestracji i przesyłania ciśnienia jest gwarancją sukcesu w tych zastosowaniach. ■

NIVELCO

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

reklama

ISOIL INDUSTRIA

Solutions that count

Niezawodne przepływomierze do najtrudniejszych zastosowań:

- precyzyjne i bardzo szybkie napełnianie lub odmierzanie dawek;
- wysoka dokładność pomiaru;
- zawansowane algorytmy dozowania pojedynczego i z dawką wstępną;
- 16 predefiniowanych dawek, z czego 4 wybierane sygnałem startu;
- 5 programowalnych we/wy dwustanowych;
- RS485, PROFIBUS DP, 4–20 mA.

Dystrybutor:

NIVELCO

NIVELCO-POLAND
ul. Chorzowska 44 B
44-100 Gliwice
tel. 32-270 37 01
www.nivelco.pl

ISOMAG™

The friendly magmeter

W drodze do Przemysłu 4.0 w produkcji żywności i napojów oraz w procesach pakowania – dlaczego warto i jak zacząć

Umiejętność czytania nie oznacza bynajmniej, że zostaniemy krytykami światowych bestsellerów literackich. Niemniej jednak jest to umiejętność istotna, gdybyśmy zechcieli aktywnie w tej krytyce uczestniczyć, pozostając opiniotwórczymi i uznawanymi w świecie – Paweł Juras, Business Development Manager, Packaging, Food & Beverage w Balluff.

Taka myśl naszła mnie, gdy w ostatnim czasie zastanawiałem się nad rolą cyfryzacji oraz koniecznością automatyzacji w produkcji żywności i napojów. Obszarów, w których cały czas większość stanowi stary park maszynowy, gdzie nowych technologii często nie można było zaimplementować.

Częstym pytaniem i wątpliwością pojawiającą się podczas bezpośrednich rozmów z Klientami sektora produkcji spożywczej jest:

Czy zagadnienie cyfryzacji oraz podążanie w kierunku Przemysłu 4.0 dotyczy w ogóle wszystkich, czy jest dedykowane wyłącznie największym graczom na rynku. Szczególnie w MŚP, gdzie pojawiają się zarówno argumenty/wątpliwości tak finansowe, jak i technologiczne – *„wszak te zaawansowane i futurystyczne rozwiązania 4.0 wymagają ogromnych nakładów finansowych, nie są dla nas" itd.*

Warto bardzo jasno i konkretnie odpowiedzieć – idea Przemysłu 4.0, cyfryzacja, jest dostępna i możliwa dla wszystkich i zdecydowanie każdy powinien rozważyć wykonanie pierwszego kroku związanego z zapewnieniem odpowiednich danych cyfrowych z maszyn, urządzeń, instalacji, aby w kolejnych krokach, w sposób mniej lub bardziej zaawansowany, wykorzystać te dane do zarządzania procesami produkcyjnymi.

Na szczęście coraz częściej mówi się o konieczności automatyzacji, szczególnie w ostatnim czasie, gdy dostęp do pracowników bywał ograniczony i kluczowe stało się zapewnienie ciągłości produkcji.

Bazując na najnowszym raporcie PMMI Business Intelligence oraz obserwowanych trendach dotyczących produkcji żywności i napojów, a także procesów pakowania, należy stwierdzić, że istnieją specyficzne potrzeby związane z predykcyjną strategią oraz inteligentnymi rozwiązaniami.

Condition Monitoring

Strategia predykcyjna to możliwość monitorowania maszyny lub jej podzespołu i unikania nieplanowanych przestojów poprzez przewidywanie awarii maszyny i umożliwienie podjęcia działań zapobiegawczych. Według „Packaging and Predictive Maintenance" najczęściej monitorowaniu poddawane są krytyczne zasoby i wyposażenie, m.in. silniki, pompy, wentylatory, przekładnie, agregaty, a także coraz częściej napędy przy systemach transportujących.

Balluff Condition Monitoring [BCM] zapewnia efektywną i bezawaryjną eksploatację każdego urządzenia, zwiększając wyraźnie produktywność całej linii produkcyjnej

Cyfrowy wskaźnik położenia Balluff stanowi sprzęgło między nastawami operatora a oczekiwaniami maszyny dla danego formatu

Zmiana i zarządzanie formatami (*Format Change*)

Coraz większa różnorodność opakowań (materiałów i kształtów) i konieczność częstego dopasowania lub wymiany oprzyrządowania wymuszają stosowanie bezpośrednio przez producentów maszyn rozwiązań wspierających identyfikację używanych narzędzi oraz automatyzację procesu zmiany formatu. W pracujących maszynach istnieje możliwość doposażenia we wspomniane rozwiązania, minimalizując tym samym ilość nieplanowanych przestojów, awarii czy wydłużonego czasu dopasowania, uruchomienia i synchronizacji wszystkich elementów odpowiedzialnych za zapewnienie poprawnej pracy z danym opakowaniem.

Inteligentne czujniki

Dążenie do doskonałości operacyjnej, jak najwyższego wskaźnika OEE, m.in. przez wyeliminowanie lub ograniczenie

Funkcje diagnostyczne i operacyjne zawarte w najnowszych czujnikach indukcyjnych i optoelektronicznych redefiniują ich rolę w całym procesie produkcyjnym

do minimum przestojów, zapewnienie elastyczności i multifunkcjonalności maszyn, a tym samym wdrażanie predykcyjnej strategii, wymaga dostarczania odpowiednich danych z maszyn i linii produkcyjnych w czasie rzeczywistym. Rolę nośników tych danych przejmują dzisiaj m.in. inteligentne rozwiązania z obszaru technologii oczujnikowania.

Przykładem są najnowsze czujniki indukcyjne oraz optoelektroniczne Balluff, które poza standardową funkcjonalnością – detekcji obiektu – dostarczają całą gamę informacji diagnostycznych i operacyjnych.

Możliwość pozyskiwania odpowiednich danych z maszyn, urządzeń, instalacji nie oznacza bynajmniej, że z dnia na dzień stworzymy idealną Fabrykę Przyszłości i zostaniemy liderem cyfrowej transformacji. Niemniej jednak możliwość taka jest niezbędna, gdybyśmy zechcieli aktywnie w tej transformacji uczestniczyć, pozostając opiniotwórczymi i uznawanymi w świecie – Paweł Juras, Balluff.

Zachęcam zatem do czerpania z doświadczeń oraz dostępności specjalistów i branżowych ekspertów, którzy na nowe technologie patrzą przez pryzmat różnych obszarów przemysłu oraz obecnych trendów. ■

BALLUFF

Balluff Sp. z o.o.
www.balluff.pl

Wózek widłowy elektryczny – magazynowe urządzenie przyszłości

W czasie, gdy coraz więcej firm i przedsiębiorców stawia na ekologiczne i nowoczesne rozwiązania dla swojej firmy, z roku na rok wzrasta liczba kupowanych nowych wózków widłowych elektrycznych. Skąd bierze się ich fenomen i co oferują potencjalnym nabywcom? Odpowiedzi na te pytania, poznacie w niniejszym artykule.

Ekologia przestała być pustym sloganem

Jeszcze kilka lat temu przedsiębiorcy nie wyobrażali sobie możliwości zastąpienia ciężkich i solidnych wózków widłowych spalinowych przez nowoczesne, ładowane akumulatorami wózki widłowe elektryczne. Widlaki spalinowe kojarzyły się z dobrą efektywnością pracy, dużym udźwigiem oraz umiejętnością pracy na zewnątrz, z którą nie radziły sobie bardziej delikatne i mniejsze wózki elektryczne.

Z czasem producenci urządzeń elektrycznych postanowili wyrównać szansę dla obydwu rodzajów pojazdów, zapewniając większą moc dla sztaplarek z napędem elektrycznym. Dodatkowa osłona silnika czy możliwość zabudowy kabiny, tak aby wózki widłowe elektryczne miały również możliwość wydajnej pracy w każdych warunkach, sprawiły, że od kilku lat to właśnie nowe wózki widłowe elektryczne są najczęściej wybieranymi urządzeniami jezdniowymi unoszącymi na rynku.

Ale to nie wszystko! Chcąc ograniczyć emisję szkodliwych spalin do otoczenia, także wózki widłowe spalinowe zyskały na nowej jakości. Nowoczesne modele tych urządzeń wyposażone są w filtry spalin, które ograniczają wydzielanie się niebezpiecznych substancji do środowiska. Natomiast w trosce o dobrą jakość powietrza do starszych urządzeń spalinowych wprowadzono możliwość zamontowania filtrów spalin.

Lekkość, wygoda i dobra sterowność

Producenci i projektanci wózków widłowych elektrycznych od lat starają się pogodzić wygodną sterowność oraz komfort jazdy z jak najlepszym dostępem do urządzeń sterujących w pojeździe. Podczas wykonywania operacji wózkami widłowymi liczy się nie tylko duży udźwig czy duża wysokość unoszenia wózka, ale również umiejętności i czas reakcji operatora na zaistniałe problemy. Przy intuicyjnie rozmieszczonych i dostosowanych narzędziach

sterowniczych łatwiej uniknąć błędu czy skrócić czas reakcji.

Jednocześnie liczy się również komfort pracy na urządzeniu. Szczególnie dla operatorów, dla których obsługa sztaplarki elektrycznej stanowi jedyny obowiązek i zajmują się tym w trakcie całej zmiany. Poza obowiązkowymi przerwami, które nie tylko mają na celu odpoczynek pracownika, ale również pozwalają mu na większą koncentrację, bardzo istotne jest również realne zadbanie o zdrowie operatora.

W tym celu wózki elektryczne widłowe mają optymalnej wielkości kabiny, z regulowanymi fotelami, które pozwalają zadbać o prawidłową pozycję kręgosłupa w trakcie pracy. Ponadto operatorzy wózków zobowiązani są do noszenia kasków oraz zapinania pasów, które mają chronić ich podczas ewentualnego

przewrócenia się wózka bądź upadku unoszonego towaru z wysokości.

Dodatkowo, w przeciwieństwie do wózków spalinowych, praca na wózkach widłowych elektrycznych jest cicha, dzięki czemu nie powoduje ona uszkodzeń słuchu. Natężenie decybeli oscyluje w granicy 70–80 dB, co odpowiada głośności włączonego odkurzacza lub darcia kartki papieru.

Kolejnym atutem wózków widłowych elektrycznych są ich niewielkie rozmiary. Dzięki kompaktowej budowie pojazdy te są bardzo zwrotne i można je z powodzeniem wykorzystywać nawet w stosunkowo dość wąskich korytarzach oraz niewielkich przestrzeniach. Mały promień skrętu umożliwia im bezpieczne i sprawne wykonywanie manewrów. Jeśli chodzi o jeszcze lepszą mobilność – w małych magazynach i na zapleczach często korzysta się z pomocy wózków trójkołowych, które charakteryzuje zwarta, kompaktowa konstrukcja.

Przed zakupem wózka widłowego elektrycznego warto sprawdzić nie tylko jego podstawowe parametry, ale również i wagę, tak by nie przekraczała nośności podłogi. O ile nie jest to problem w przypadku pracy na zewnątrz i betonowego podłoża, o tyle może to być istotne w przypadku powierzchni podłoża np. w hurtowniach czy magazynach. Do obsługi ładunków w zamkniętych pomieszczeniach warto rozważyć również wybór niebrudzących i niepozostawiających śladów opon, oznaczanych jako Non Marking. Pozwoli to uniknąć ciemnych, trudnych do pozbycia się śladów po wykonywanych przez wózek manewrach i przejazdach.

Wybierz model, który odpowiada potrzebom Twojej firmy!

Nie musisz wcale być znawcą wózków jezdniowych unoszących, by udało Ci się wybrać model pojazdu jak najlepiej dopasowany do potrzeb Twojego przedsiębiorstwa. Wystarczy, iż zwrócisz uwagę na kilka podstawowych parametrów oraz porad dotyczących zakupu wózka widłowego elektrycznego. Dla ułatwienia, zaprezentujemy je poniżej:

1. Jeśli wózek widłowy elektryczny ma w Twoim przedsiębiorstwie posłużyć długie lata, zainwestuj w lepszą markę. Niefirmowe widlaki kuszą niskimi cenami, jednak ich jakość idzie w parze z ceną. Zatem już po krótkim czasie możesz spodziewać się awarii i kłopotów związanych zarówno z poszczególnymi częściami urządzeń, jak i całymi układami. Producenci urządzeń, które na rynku funkcjonują już od wielu lat, nie mogą pozwolić sobie na spadek jakości wykonania swoich urządzeń. Dzięki temu każdorazowo otrzymujesz gwarancję na ich zakup oraz możesz mieć pewność, że wszystkie elementy tychże wózków są zgodne i dostosowane do europejskich norm.
2. Dla prawidłowego i bezpiecznego transportu ładunków ważny jest dobór elektrycznego wózka widłowego o odpowiednich parametrach. Maksymalny udźwig widlaka musi być dostosowany (i nieco większy) niż waga przeciętnie przewożonych czy unoszonych ładunków. Konieczne jest także, aby maksymalna wysokość unoszenia odpowiadała wysokości regałów magazynowych. Przed zakupem warto również zapoznać się z tabelą udźwigu pojazdu, która wskaże, jakie możliwości posiada dany wózek widłowy elektryczny i czy będzie on odpowiadał na zapotrzebowanie Twojego przedsiębiorstwa.
3. Warto również przemyśleć kwestię zabudowy kabiny operatora. O ile obsługa wózka ma przebiegać wewnątrz pomieszczeń – dodatkowa ochrona w postaci drzwi, szyb i dachu nie jest konieczna. Problem natomiast pojawia się w przypadku prac, które mają być wykonywane na zewnątrz. Szczególnie jeśli mowa o całorocznej obsłudze ładunków. W takim przypadku kabina (wyposażona w dodatkowe ogrzewanie) jest wręcz niezbędna dla zachowania odpowiednich warunków pracy.
4. Nie zapominaj także o wyznaczeniu miejsc:
   - do ładowania baterii wózka widłowego elektrycznego;
   - postojowych, gdzie widlak może zostać zaparkowany po skończonej pracy.

   Tego typu miejsca muszą zapewniać urządzeniom zabezpieczenie przed wiatrem, deszczem czy mrozem, które mogłyby negatywnie oddziaływać na stan techniczny wózków widłowych elektrycznych.

Elektryczny wózek widłowy – cena zakupu

Wózki podnośnikowe elektryczne plasują się gdzieś pośrodku na skali wydatków, jakie trzeba ponieść podczas zakupu urządzenia z mechanicznym napędem, przeznaczonego do transportowania ładunków. Zdecydowanie tańsze od nich są wózki paletowe elektryczne (jednak nie każdy zalicza je w poczet „wózków widłowych"), natomiast nawet ponad dwa razy droższe bywają wózki widłowe wysokiego składowania.

Wybierając markowy model wózka widłowego elektrycznego, trzeba przygotować się na wydatek rzędu ok. 70–75 tysięcy złotych. Ostateczna cena zależy jednak od wielu czynników – dodatkowego wyposażenia, wspomnianej powyżej zabudowy kabiny, długości okresu gwarancyjnego oraz wielu innych indywidualnych aspektów konkretnej umowy.

Magazynowanie na najwyższym poziomie

Wybór wózków widłowych elektrycznych do magazynu to rozwiązanie, które ułatwia codzienną pracę poprzez usprawnienie transportu bliskiego. Sprawne i efektywne wykonywanie operacji, takich jak: pobieranie zamówień, przewożenie i składowanie towarów oraz kompletacja, to podstawy prawidłowo przeprowadzanych prac z zakresu logistyki i magazynowania. Ekologiczny wózek unoszący elektryczny z powodzeniem radzi sobie z tego typu wyzwaniami, jednocześnie zapewniając łatwą obsługę oraz wysoki komfort jazdy. ■

Źródło: automatyka.pl

Popularne i sprawdzone wyroby UTILCELL

Hiszpański producent w swojej gamie produktowej posiada m.in. bardzo popularne, ogólnie stosowane tensometry, jak choćby model działający na zginanie M300.

Produkt ten posiada nośność nominalną od 5 kg do 500 kg, klasę dokładności OIML R60 C3 oraz w ograniczonym zakresie nośności klasę C6.

Model M300 uzyskał następujące certyfikaty: OIML, NTEP, FM, IECEx , ATEX (strefy zagrożonej wybuchem EX) i również rosyjski certyfikat zgodności GOST-R.

M300 ma bardzo szerokie zastosowanie, jest jednym z głównych elementów wyposażenia w większości urządzeń, maszyn pakujących, naważających w przemyśle spożywczym.

Prostota, precyzyjne wykonanie, niezawodność i szeroki zakres nośności tych tensometrów pozwala na zastosowanie ich w: wagach pomostowych, wagach ślimakowych, wagach platformowych, wagach zbiornikowych, silosowych, konwersji, hybrydyzacji wag, ciężkich warunkach przemysłowych itp.

M300, jak wszystkie wyroby UTILCELL, to produkt europejski, wykonany z najwyższą starannością. W oddziale UTILCELL s.r.o. posiadamy w ciągłej sprzedaży prawie wszystkie produkowane nośności, co przekłada się na błyskawiczne terminy realizacji zamówień – zapraszamy! ■

reklama

LD120 – przemysłowe wyświetlacze programowalne

Wyświetlacze alfanumeryczne serii LD120 znajdują zastosowanie w automatyce przemysłowej. Umożliwiają wyświetlanie danych liczbowych i komunikatów tekstowych. Mogą być swobodnie programowane przez użytkownika, tak aby jednocześnie wyświetlać kilka różnych informacji i dynamicznie zmieniać podział ekranu. Każdy zestaw danych może mieć swój „ekran". Dane można wyświetlać w jednym lub dwóch rzędach. W jednym rzędzie mieszczą się duże cyfry lub znaki alfanumeryczne o wysokości 120 mm, które są dobrze czytelne z odległości 50 metrów. W dwóch rzędach mieszczą się znaki o wysokości 50 mm. Podział matrycy diodowej można zaprogramować na stałe lub zmieniać go dynamicznie, wysyłając wraz z danymi informacje o rozmieszczeniu danych. Polega to na określeniu sektorów matrycy LED i przypisaniu im oddzielnych rejestrów protokołu Modbus. Ekran LD120 składa się z jednego lub kilku modułów matryc diodowych o rozdzielczości 64 × 16 pikseli. Seria LD120 to trzy modele z matrycami o różnej długości: 64 × 16, 128 × 16 i 192 × 16 pikseli. Najdłuższa z wersji może pomieścić dwie linie po 32 znaki tekstu lub 18 znaków o podwójnej wysokości. Wyświetlacze komunikują się z otoczeniem przez interfejsy szeregowe, z użyciem protokołu Modbus RTU lub przez port Ethernet z protokołem Modbus TCP. LD120 są produkowane w standardzie przemysłowym, w trwałych obudowach o stopniu ochrony IP54. ■

Producent: **SEM**
www.sem.pl

reklama

Targi Packaging Innovations gotowe na powrót

Packaging Innovations – największe i najbardziej cenione targi opakowań w Polsce – odbędą się stacjonarnie, ponownie jesienią, w dniach 15–16 września 2021 roku w EXPO XXI Warszawa. Szeroka oferta wystawców, ciekawy program towarzyszący, wykłady i warsztaty z ekspertami oraz konkurs dla młodych projektantów Strefa Studenta – to stałe i mocne punkty imprezy, które wyróżniają ją spośród konkurencji.

Siła spotkań

Za wydarzeniami stacjonarnymi tęsknią zarówno organizatorzy, jak i wystawcy, którzy na targach mają możliwość zaprezentowania nowości produktowych oraz pozyskania nowych i utrwalenia dotychczasowych kontaktów.

– Z nadzieją czekamy na Targi, a co za tym idzie – na oddech normalności. Nasza firma to stały wystawca wielu imprez targowych do zeszłego roku, kiedy to zostało z przyczyn zewnętrznych zablokowane. Wystawianie się na targach jest na stałe wpisane w kalendarz naszej firmy i nie możemy się doczekać, kiedy znowu odblokujemy te terminy – mówi Małgorzata Chomiuk z firmy Polpak Packaging.

Z kolei Aleksandra Czarniecka z Etykiety.pl Etigraf wyjaśnia:

– Kontakt z klientem jest dla nas bezcenny. Dlaczego? Dzięki takim kontaktom możemy wysłuchać potrzeb, doradzić w kwestii nowo powstałych projektów czy zaprezentować nowe rozwiązania, dopasowane do konkretnych produktów. Biznes klienta traktujemy jak nasz własny, a bezpośredni kontakt z nimi dodaje nam skrzydeł oraz buduje długotrwałe, partnerskie relacje. Czekamy na Was!

Przybywa Wystawców

Po sukcesie ubiegłorocznej edycji, która odbyła się w ściśle przestrzeganym reżimie sanitarnym, z każdym dniem lista wystawców się powiększa. We wrześniu spotkamy się m.in. z firmami: Eurovetrocap, TECHPAK GROUP, FANO, Masterpress, Merck, Rbeco czy Opakomet. Część wystawców już zdradza, co zaprezentuje na Targach. Aleksandra Czarniecka zapowiada:

– W naszej ofercie oprócz materiałów standardowych znajdą Państwo rozwiązania ekologiczne, dzięki którym dbamy o środowisko. Rozwiązań jest wiele, a my z chęcią pomożemy dobrać to, co będzie świetnie prezentować się na Państwa produkcie, ale pozwoli również na uratowanie naszej planety przed zaśmieceniem.

Przyjazne środowisku produkty zapowiadają także przedstawiciele firmy Polipack:

– W naszej ofercie posiadamy sporo nowości. Z przyjemnością zaprezentujemy Państwu nasze opakowania w nowych kształtach, ekologiczne opakowania, jak również produkty z naszej stałej oferty. Zapewniamy, że jest w czym wybierać.

Te oraz inne, przyjazne środowisku, produkty będzie można znaleźć na Targach pod szyldem strefy ECO, jednej z dziesięciu zdefiniowanych stref tematycznych, a są to strefy: PACKAGING, COMPONENTS, LEBELLING, E-COMMERCE, PRINT-FINISHING, POS&DISPLAYS, LUXPACK, SERVICES oraz MACHINES.

Producentów opakowań chętnych do zaprezentowania oferty na Targach zainteresuje z kolei informacja, że do końca maja obowiązują promocyjne ceny zgłoszenia oraz możliwość wyboru atrakcyjnej lokalizacji wystawienniczej.

Konferencja Packaging [R]evolution

Po sukcesie pierwszej edycji cyklu webinarów Packaging ON-novations organizatorzy ponownie zapraszają wszystkich chętnych na spotkanie z branżą opakowań w formule online. Już 9 czerwca odbędzie się ceniona konferencja Packaging [R]evolution, przygotowana przez Spółkę Aniflex Głowacka Wojtaszek oraz Targi w Krakowie. Wydarzenie kierowane jest do osób z firm kosmetycznych,

spożywczych, alkoholowych, chemii gospodarczej i przemysłowej, odpowiedzialnych za kreowanie i wdrażanie strategii opakowań. Swoją wiedzą podzielą się z Państwem m.in. Robert Sieńko z 3M Projekt, Tomasz Szacoń z Retail Poland Consulting, Szymon Ignarski z Avery Dennison czy Izabela Antczak i Katarzyna Zych-Młynarczyk z UPM Raflatac. Udział w wydarzeniu jest bezpłatny, po wcześniejszej rejestracji dostępnej na stronie Targów.

Strefa Studenta

Również w tym roku poznamy świeże spojrzenie młodych projektantów opakowań, którzy prezentować będą swoje prace w Strefie Studenta. Ze względu na sytuację epidemiologiczną zmienia się jednak formuła konkursu. Po raz pierwszy drugi etap wyłaniający laureatów wydarzenia odbędzie się w wersji online. Podczas specjalnych sesji z jury uczestnicy będą mieli za zadanie zaprezentować swój projekt oraz odpowiedzieć

na pytania ekspertów. Na zwycięzców jak zawsze czekają atrakcyjne nagrody 1000 zł za zajęcie pierwszego miejsca oraz możliwość udziału w charakterze wystawców podczas Targów Packaging Innovations 2021.

Jedna data – dwa wydarzenia

Warto przypomnieć, że w tym samym czasie co Targi Packaging Innovations w EXPO XXI Warszawa odbędą się także FestiwalMarketingu.pl oraz FestiwalDruku.pl organizowane przez OOH Magazine.

– Świat marketingu i sprzedaży jest ze sobą nierozerwalnie związany. To para idealna, która nie zawsze się zgadza, ale ostatecznie nie może bez siebie żyć. Z myślą o naszych wystawcach oraz gościach postanowiliśmy w tym roku połączyć oba wydarzenia, aby ułatwić firmom udział w spotkaniach branżowych. Synergia wydarzeń pozwoli na oszczędność czasu i pieniędzy – podkreśla Ewa Woch, Wiceprezes Targów w Krakowie.

Organizatorzy Targów Packaging Innovations, mając za sobą doświadczenie z ubiegłorocznej realizacji wystawy targowej, ponownie są gotowi na stworzenie dla Państwa areny do spotkań biznesowych, zachowując najwyższe standardy bezpieczeństwa. Czekając na „zielone światło" dla przemysłu spotkań, już dziś zachęcają do współtworzenia kluczowego w Polsce wydarzenia dla branży opakowań. ■

Szczegóły www.packaginginnovations.pl

Przepływomierz masy CO FLOW działający na zasadzie Coriolisa

Dodanie niewłaściwej ilości materiału do partii w produkcji wpływa na jakość końcowego produktu. Obecnie istnieją bardzo wysokie wymagania dotyczące dokładności i jakości.

Materiały o zmiennej gęstości są trudne do zmierzenia z dużą dokładnością. Przepływomierz masy SEG może mierzyć z dokładnością do 0,5% i powtarzalnością 0,1%. Materiałami mogą być na przykład popiół lotny, skrobia, pelet drzewny, granulaty tworzyw sztucznych i wszelkiego rodzaju minerały o średnicy do 15 mm.

W wielu procesach kluczowy jest pomiar przez długi czas przy stałym natężeniu przepływu. Urządzenie CO FLOW wymaga minimalnego serwisu, zapewniając przy tym stabilność pomiarów.

CO FLOW mierzy przepływ z wysoką dokładnością, a temperatura i zmiany gęstości materiału nie mają wpływu na dokładność pomiaru.

Przepływomierz masy charakteryzują:

- niskie koszty utrzymania;
- łatwa instalacja w linii;
- łatwość w użyciu;
- odporność na kurz i zanieczyszczenia;
- niezawodność;
- konstrukcja modułowa.

Skontaktuj się z Marius Thomas Rasmussen mtr@jesma.com, aby uzyskać więcej informacji na temat przepływomierza masowego SEG i możliwych zastosowań w Twoim zakładzie produkcyjnym. ■

reklama

Brak powtarzalności i możliwości pomiaru trudnych materiałów sypkich?

Przepływomierze masy SEG CO mierzą z dużą dokładnością i zapewniają długoterminową stabilność oraz minimalne przestoje w Twojej produkcji.

Dowiedz się więcej na www.s-e-g.com/massflow

SEG industrial weighing

Kontakt jesma@jesma.com

PACKAGING Innovations

15-16.09.2021, EXPO XXI Warszawa

13. Międzynarodowe Targi Opakowań

Targi w Krakowie

packaginnovations.pl

CLICK-WATCH-TALK 2.0 oraz SYMAS®/MAINTENANCE Virtual Talks – podsumowanie e-konferencji

Sytuacja gospodarcza i społeczna spowodowana wirusem SARS-CoV-2 w 2020 roku zmusiła sektor branży targowej do całkowitej reorganizacji swoich kalendarzy. Najskuteczniejszą odpowiedzią na kryzys, jaki zapanował na przestrzeni ostatnich kilkunastu miesięcy, okazało się aktywne działanie. Targi w Krakowie przygotowały cykl wydarzeń online łączących elementy konferencji i networkingu.

Wspólnie z Polskim Klastrem Technologii Kompozytowych oraz Politechniką Warszawską w dniach 24 i 25 marca zorganizowana została druga edycja konferencji CLICK-WATCH-TALK 2.0, poświęcona branży materiałów i technologii kompozytowych. Była to odpowiedź na potrzeby stale rozwijającego się sektora przemysłu oraz na ogromne zainteresowanie jakie wzbudziła pierwsza edycja konferencji.

Udział w wydarzeniu wzięło 20 prelegentów oraz 634 słuchaczy, którzy chętnie skorzystali z możliwości dyskusji z ekspertami. Podczas konferencji zaprezentowano 6 bloków tematycznych: Kompozyty metalowe – teraźniejszość i przyszłość; Kompozyty hybrydowe: polimer-metal; Monitorowanie uszkodzeń i naprawa kompozytów polimerowych; Automatyzacja procesów wytwarzania elementów kompozytowych; Druk 3D – perspektywy dla materiałów kompozytowych oraz O współpracy polsko-portugalskiej. Każdy blok rozpoczynał się od wystąpienia eksperta z uczelni, takich jak: Akademia Górniczo-Hutnicza im. Stanisława Staszica w Krakowie, Politechnika Śląska, Zachodniopomorski Uniwersytet Technologiczny w Szczecinie, Brandenburgische Technische Universität Cottbus – Senftenberg, Fraunhofer IAP oraz Centrum Zaawansowanych Technologii UAM i Polskiego Klastra Technologii Kompozytowych. Następnie od strony praktycznej tematy omawiane były przez specjalistów z firm: InnoMAT Sp. z o.o., Innerco Sp. z o.o., Loxee Sp. z o.o., EC TEST Systems Sp. z o.o., NDT-NET Sp. z o.o., Polska Spółka Gazownictwa Sp. z o.o., Sygnis New Technologies, CadXpert | Systemy Druku 3D, Omni3D, Mobinov :: Cluster Automóvel Portugal.

Dzięki współpracy Targów w Krakowie oraz Magazynu Powder & Bulk w dniach 14–15 kwietnia 2021 r. odbyła się pierwsza konferencja online SYMAS®/MAINTENANCE Virtual Talks, będąca zapowiedzią aktualnych trendów i nowości prezentowanych podczas wrześniowych targów w EXPO Kraków.

W konferencji wzięło udział 13 prelegentów z 10 podmiotów, wśród których były: 7BAR Sp. z o.o., Akademia Górniczo-Hutnicza w Krakowie, e-engineer symulacje komputerowe, GRUPA WOLFF, MESco Sp. z o.o., NORD Napędy Sp. z o.o., SchahlLED Lighting GmbH, STERNET Sp. z o.o., Systemy SCA Sp. z o.o. oraz TheusLED.

W 5 blokach tematycznych zaprezentowano 14 kluczowych zagadnień. Pierwszego dnia omówiono tematy z zakresu bezpieczeństwa procesowego oraz obróbki, magazynowania i transportu materiałów sypkich i masowych. Drugiego dnia natomiast, pod hasłem: „Utrzymaj się w ruchu" prelegenci zaprezentowali tematy z pogranicza efektywności energetycznej i redukcji kosztów w utrzymaniu ruchu oraz modernizacji oświetlenia w zakładach produkcyjnych. W konferencji wzięło udział ponad 200 słuchaczy na żywo.

Zapowiedź jesiennych targów

Trzynaste edycje: Międzynarodowych Targów Obróbki, Magazynowania i Transportu Materiałów Sypkich i Masowych – SYMAS® oraz Międzynarodowych Targów Utrzymania Ruchu, Planowania i Optymalizacji Produkcji – MAINTENANCE odbędą się w tym roku w dniach 29–30 września.

Już dziś, mimo że branża targowa nadal jest zamrożona, wiele firm potwierdza swoje zainteresowanie i chęć uczestnictwa, jeśli tylko sytuacja epidemiczna na to pozwoli. To pokazuje, że wszyscy oczekują na powrót wydarzeń targowo-kongresowych w tradycyjnej, stacjonarnej formie. Organizatorzy zapowiadają, że planują także wydarzenia towarzyszące, znane wystawcom i odwiedzającym sprzed pandemii, czyli Jesienną Szkołę Utrzymania Ruchu oraz konferencję: Nowoczesne technologie w branży materiałów sypkich i masowych.

Jednym z zagadnień, które będą rozwijane podczas tegorocznych targów, jest oświetlenie przemysłowe. Tematyka ta została podjęta podczas kwietniowej konferencji SYMAS®/MAINTENANCE Virtual Talks, a uczestnicy przyjęli ją z dużym zainteresowaniem.

– Planujemy seminaria *workshops* w tematyce modernizacji oświetlenia oraz liczymy, że pojawi się przynajmniej kilka firm, które zaprezentują na swoich stoiskach najciekawsze rozwiązania. Takie, które gwarantują oszczędność pieniędzy, a przede wszystkim wzmacniają komfort i bezpieczeństwo pracowników zakładów produkcyjnych – mówi Arek Suter, Project Manager Targów SYMAS®/MAINTENANCE.

Tegoroczne edycje Targów SYMAS® i MAINTENANCE odbędą się wspólnie z 11. Międzynarodowymi Targami Materiałów, Technologii i Wyrobów Kompozytowych KOMPOZYT-EXPO®.

Tradycyjnie, we współpracy z Polskim Klastrem Technologii Kompozytowych, zostaną zorganizowane warsztaty eksperckie, podczas których firmy podzielą się wiedzą na temat nowoczesnych materiałów i technologii. Kolejny raz pojawi się także przestrzeń Nauka dla Biznesu, przeznaczona dla ośrodków naukowych oraz badawczych.

Przygotowania ruszyły pełną parą, więcej informacji na stronach: **www.symas.krakow.pl** oraz **www.kompozyt-expo.pl**. ■

Pneumatyka w branży opakowań: Nowe rozwiązania dla tworzenia jeszcze lepszych butelek

Gerson Henning

Technologie i urządzenia pneumatyczne odgrywają kluczową rolę w szerokiej gamie systemów pakowania obsługujących rynki produktów konsumenckich. Zapewniają one niezawodne, sprawdzone i wydajne systemy do wykonywania różnych zadań związanych z załączaniem i przenoszeniem materiałów w różnego rodzaju systemach pakowania. Najnowsza generacja inteligentnej pneumatyki pozwala na ich bezproblemową integrację z cyfrowymi środowiskami maszyn pakujących dzięki wbudowanym inteligentnym funkcjom i zgodności ze wszystkimi stosowanymi normami komunikacyjnymi.

Najpowszechniej stosowanym produktem na świecie w przypadku butelkowania są butelki z politereftalanu etylenu (PET). W 2016 r. w zakładach na wszystkich głównych rynkach na całym świecie wyprodukowano ponad 6,12 miliarda butelek. Butelki PET są najczęściej stosowane w branży napojów, w tym wody i soków, ale inne rodzaje tego typu pojemników są również używane w branży kosmetycznej, farmaceutycznej, produktach higieny osobistej, a także chemii gospodarczej.

Popyt na butelki PET pozostaje duży i w rezultacie szacuje się, że każdego roku konstruowanych i wdrażanych jest około 3500 systemów wytłaczania z rozdmuchem i jednoczesnym rozciąganiem (SBM). W tych systemach kluczową rolę odgrywa kilka technologii pneumatycznych – między innymi innowacyjne urządzenia, takie jak proporcjonalne zawory regulacyjne, które pomagają systemom SBM zapewnić elastyczność, dużą przepustowość i wysoką jakość produktów, których potrzebują globalne firmy produkujące opakowania.

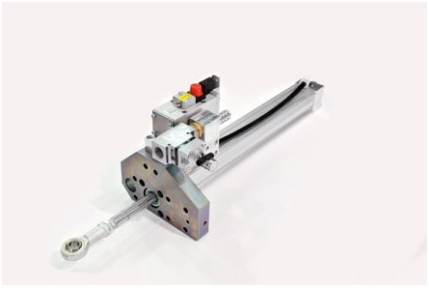
Rozwój łączonych systemów produkcyjnych opartych na SBM

W maszynach SBM kształtki wstępne PET są montowane na rdzeniach i transportowane przez piec podgrzewający w celu ich zmiękczenia. Później następuje zmiana rozstawu, która ma na celu ustawienie kształtek, aby wprowadzić je do form, które ustalają kształt butelek. Kształtka wstępna jest fizycznie rozciągana, gdy wstrzykiwane jest powietrze pod niskim ciśnieniem, aby natychmiast rozszerzyć butelkę (rozdmuch wstępny), która będzie odpowiadała kształtowi określonemu przez formę. Następnie zastosowanie powietrza pod wysokim ciśnieniem, wynoszącym do 40 barów (rozdmuch), zakańcza proces produkcyjny, nadając pojemnikowi ostateczną sztywność. W tym momencie rozpoczyna się proces zmniejszania temperatury. Butelki są następnie wyrzucane w celu przejścia do następnego etapu przetwarzania.

Pneumatyka odgrywa kluczową rolę w tych procesach: siłowniki pneumatyczne wykorzystujące powietrze zasilające pod niskim ciśnieniem sterują rdzeniami podczas ich przechodzenia przez proces podgrzewania do procesu rozciągania i rozdmuchiwania, natomiast pneumatyczne bloki zaworowe wysokiego ciśnienia i zawory regulacyjne zapewniają krytyczny rozdmuch rozszerzający.

Do niedawna produkcja butelek PET i napełnianie ich napojami były dwoma oddzielnymi procesami, które często odbywały się w dwóch różnych zakładach. Wiele firm zajmujących się pakowaniem – zwykle rozlewaniem napojów do butelek – zakupuje obecnie systemy „łączone", które integrują proces SBM z procesem butelkowania w jeden nieprzerwany przepływ produkcyjny.

Systemy te oferują dużą wydajność zakładom butelkującym i umożliwiają im kontrolę oraz zmianę rozmiaru i kształtu butelek PET, co pozwala na szybszą reakcję na zmieniające się trendy wśród klientów oraz wymagania rynku i pomaga zwiększyć zróżnicowanie produktów.



Rys. 1. Urządzenia do rozciągania mogą wykonywać do 2400 cykli na godzinę w procesie SBM

Ten łączony proces pomaga również przedsiębiorstwom zajmującym się butelkowaniem rozwiązać problem zrównoważonego rozwoju: butelki PET w dużej mierze nadają się do recyklingu, ale na wielu rynkach programy recyklingu nie są wystarczająco skuteczne, co prowadzi do zakazu lub ścisłego ograniczenia stosowania butelek PET. Wdrożenie systemów produkcji łączonej pozwala znacząco zmniejszyć ślad węglowy tego typu pojemników, ponieważ nie muszą już być produkowane w jednym miejscu i wysyłane do kolejnego, w którym są przechowywane do czasu napełnienia.

Kluczowe wyzwania w produkcji butelek PET

Firmy zajmujące się butelkowaniem, które inwestują w łączone linie produkcyjne, jak również producenci oryginalnego wyposażenia (OEM) dostarczający im systemy muszą stawić czoła kilku wyzwaniom związanym z maksymalizacją wartości i wydajności ich systemów produkcyjnych, zwłaszcza maszyn SBM:

- Redukcja kosztów i poprawa wydajności – typowa produkcja wykorzystująca proces formowania pozwala na wyprodukowanie od 2400 do 3000 butelek na formę dziennie. Producenci chcą utrzymać ten poziom produkcji przy bardzo niskim wskaźniku butelek odrzuconych lub złej jakości.
- Zapotrzebowanie na szerszą gamę kształtów i rozmiarów butelek – wydajna i elastyczna produkcja butelek o różnych rozmiarach i kształtach ma kluczowe znaczenie, aby ułatwić zróżnicowanie produkcji. Jest to szczególnie istotne, ponieważ niektóre firmy chcą zwiększyć produkcję butelek o niestandardowych kształtach i możliwości butelkowania na żądanie.
- Maksymalna niezawodność – rozlewnie i producenci OEM mają stałe zapotrzebowanie na podzespoły o długiej żywotności i możliwości przewidywanej konserwacji.
- Inteligentne rozwiązania Przemysłu 4.0/IIoT – więcej użytecznych danych w czasie rzeczywistym otrzymywanych z maszyn produkcyjnych i podzespołów wewnątrz maszyn, przydatnych w celach zwiększenia wydajności i ograniczenia czasu przestojów. Kolejnym wyzwaniem jest wizualizacja danych i umożliwienie ich wykorzystania – w celu otrzymania pełnej historii dotyczącej działania urządzeń.
- Możliwość recyklingu – rozlewnie wykorzystujące butelki PET oraz użytkownicy końcowi w dużej mierze interesują się również opracowaniem sposobów zwiększenia odsetka PET pochodzącego z recyklingu przy produkcji nowych pojemników o tej samej jakości i charakterystyce.

Na wiele z tych wyzwań odpowiadają różnorodne technologie pneumatyczne. Wiele z nich ma niezawodne, wysoko wydajne funkcje, które zostały dopracowane przez dziesięciolecia bliskiej współpracy z konstruktorami maszyn.

Pneumatyka jest wykorzystywana w kilku kluczowych obszarach maszyn SBM. Pneumatyczne systemy przygotowania powietrza zapewniają większą wydajność i lepszą kontrolę powietrza pod niskim i wysokim ciśnieniem, używanego przez siłowniki kształtek wstępnych oraz na etapie rozszerzania butelek w drodze rozdmuchiwania.

Powietrze pod niskim ciśnieniem aktywuje sterowniki pneumatyczne oraz urządzenia, które transportują butelki i manipulują nimi w trakcie procesu, np. moduły do zmiany kąta nachylenia, rozciągania i wyrzucania, natomiast modułowe filtry/regulatory i czujniki obsługują wysokie natężenia przepływu

reklama

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

www.symas.krakow.pl

Miejsce targów: EXPO KRAKOW

jesteśmy członkiem: ufi Member, Polska Izba Przemysłu Targowego, IOCA, SBE

5 lat Targi w Krakowie
Targów w Krakowie

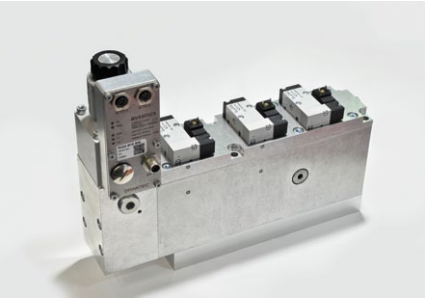
wymagane na etapie rozszerzania butelek przy użyciu wysokiego ciśnienia.

Najnowsza generacja inteligentnych czujników do tego typu zastosowań wyśle ostrzeżenia, gdy poziom wycieku przekroczy ustawioną wartość. Pozwala to na wczesne wykrycie i usunięcie wycieków, zanim staną się poważnym problemem. Zapewnia to rozlewniom wgląd w dane maszyn, takie jak przepływ, ciśnienie i temperatura, które pomagają zoptymalizować zużycie energii, zapobiegać przestojom maszyn i obniżać koszty.

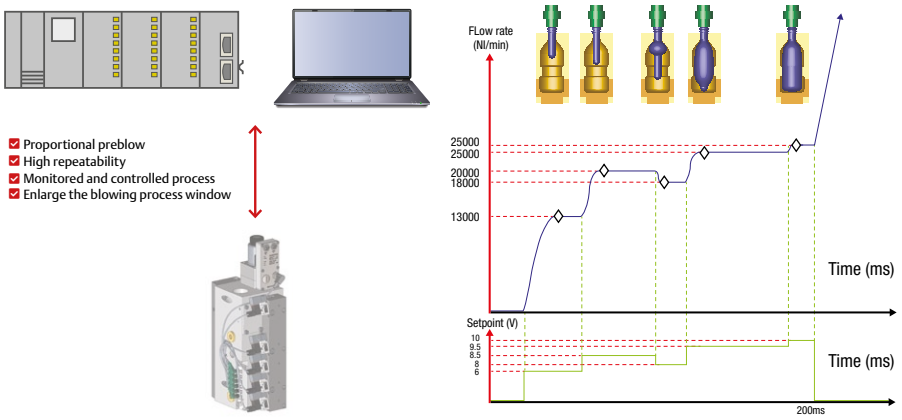
Innym kluczowym zestawem podzespołów pneumatycznych, krytycznych dla procesu SBM są wysoko wydajne bloki rozdmuchowe. Takie elementy pneumatyczne pozwalają kontrolować wzrost objętości butelek poprzez kluczowe części procesu rozszerzania butelek: rozdmuch wstępny, rozdmuch właściwy, przewracanie i wyrzucanie.

Najnowsza generacja tych podzespołów została zaprojektowana do pracy przez tysiące godzin. Wielu dostawców dostosowało swoje konstrukcje tak, aby

Rys. 2. Wysoko wydajne bloki rozdmuchowe pozwalają kontrolować wzrost objętości butelek, co czyni je kluczowym podzespołem pneumatycznym w procesie SBM



Rys. 3. Blok EP07-PT jest wyposażony w wysokiej jakości regulator natężenia przepływu, zintegrowany zawór bloku rozdmuchowego oraz funkcje IoT



Rys. 4. Wprowadzenie proporcjonalnego zaworu regulacyjnego na etapie rozszerzania w drodze rozdmuchu wstępnego w produkcji butelek PET zapewnia wyższy poziom kontroli nad każdym stanowiskiem maszyny w porównaniu z poprzednio używanym modelem wł./wył. przepływu pod wysokim ciśnieniem

były bardziej kompaktowe i mieściły się w ciasnych przestrzeniach maszyn, redukując martwe objętości oraz skracając czas reakcji w celu umożliwienia szybkiej produkcji butelek.

Siłowniki pneumatyczne odgrywają istotną rolę na kilku etapach pracy maszyny SBM, takich jak zmiana położenia kształtek wstępnych przy wyjściu z pieca podgrzewającego i umieszczanie w formach do rozdmuchu. W tych zastosowaniach szeroko wykorzystywane są siłowniki pneumatyczne, kierunkowe zawory regulacyjne, systemy zaworów oraz specjalnie zaprojektowane jednostki wyrzucania.

Pneumatyka jest nadal stosowana w tych funkcjach SBM, ponieważ jest ona zarówno niezawodnym, jak i wydajnym systemem. Wiele z tych urządzeń, na przykład zawory, ma higieniczną konstrukcję do pracy w środowiskach produkcji żywności. Dzięki temu doskonale nadają się one do zakładów „łączonych", gdzie butelki są napełniane bezpośrednio za linią z systemu SBM.

Inteligentniejsza pneumatyka: proporcjonalne zawory regulacyjne

Podobnie jak w przypadku wielu innych technologii automatyki, pneumatyka oferuje nowe możliwości, zapewniając nowe poziomy i zakresy kontroli w kluczowych procesach produkcyjnych. Jeden z głównych dostawców podzespołów pneumatycznych wprowadził ostatnio na rynek proporcjonalny zawór regulacyjny do etapu rozszerzania za pomocą rozdmuchu wstępnego w produkcji PET.

Regulacja ta może całkowicie zmienić ten etap, zastępując dotychczasowy przepływ pod wysokim ciśnieniem z funkcją wł./wył. ustawieniem natężenia przepływu, które pozostanie niezmienne w trakcie procesu rozdmuchu z modulacją przepływu w celu dostosowania rozszerzania każdej butelki w formie.

To nowe rozwiązanie łączy specjalnie zaprojektowany zawór proporcjonalny, elektronikę sterującą i oprogramowanie, które może zapamiętywać wartości zadane sekwencji rozdmuchania w zaworze lub reagować na wskazówki w zakresie sterowania ze sterownika PLC SBM zarządzającego procesem rozdmuchu.

Rozszerzanie butelek zazwyczaj trwa od 70 do 200 milisekund, w zależności od rozmiaru butelki i żądanej grubości. W przeszłości natężenie przepływu było stałe, natomiast dzięki technologii zaworów proporcjonalnych rozszerzanie butelki jest inteligentnie modulowane, co zapewnia o wiele większą kontrolę nad tym, w jaki sposób podgrzewana kształtka rozszerza się w formie.

Pozwala to na kontrolowanie w czasie rzeczywistym każdej z maksymalnie 48 stacji maszyny. Ponadto system umożliwia rejestrowanie informacji dotyczących jakości każdego rozdmuchu, zapewniając krytyczne dane wymagane przez

producentów butelek w celu dostosowania procesu i ograniczenia do minimum liczby odrzuconych butelek.

Technologia proporcjonalna do rozdmuchu butelek PET wynosi pneumatykę na zupełnie nowy poziom wartości dla tego procesu, oferując wiele zalet:

- Potencjał zmniejszenia zużycia materiałów dzięki możliwości dostosowania ścian butelek i formowania kształtu, a także tworzenia cieńszych i lżejszych pojemników.
- Możliwość uzyskania dużej przepustowości produkcji butelek o bardziej złożonych kształtach, co jest ważną kwestią dla celów marketingowych rozlewni.
- Pomoc w generowaniu oszczędności energii na dwa sposoby: poprzez potencjalne zmniejszenie ciśnienia rozdmuchu powietrza koniecznego do zapewnienia wysokiej jakości formowania butelek oraz przez zmniejszenie temperatury podgrzewania w piecu, w którym następuje rozdmuch wstępny.
- Większa elastyczność produkcji, ponieważ proces można łatwo regulować za pomocą oprogramowania/sterownika PLC dla każdej stacji rozdmuchu w maszynie.

Ze względu na to, że system zaworów proporcjonalnych rejestruje i przekazuje dane dotyczące każdego rozdmuchu, stanowi on bogate źródło danych na potrzeby dokumentacji jakościowej w celu ochrony i śledzenia procesu kontroli. Zapewnia również dane dotyczące monitorowania stanu w celu obsługi programów konserwacji rutynowej oraz zapobiegawczej.

Wnioski

W procesie formowania butelek PET pneumatyka stale się rozwija i ulepsza, łącząc niezawodne działanie w kilku kluczowych etapach technologicznych z innowacjami, które spełniają potrzeby producentów OEM oraz w zakresie zwiększenia kontroli i elastyczności.

Ponieważ łączone maszyny SBM nadal są rozwiązaniem wybieranym przez wiele rozlewni, stale wzrasta zapotrzebowanie na inteligentną pneumatykę, która zapewnia czujniki Przemysłowego Internetu Rzeczy (IIoT), umożliwia przechwytywanie danych w czasie rzeczywistym i oferuje interfejsy z najlepszą architekturą magistrali.

Producenci OEM, którzy współpracują z doświadczonymi dostawcami systemów pneumatycznych, mogą wykorzystać ich wiedzę w zakresie technologii pneumatycznych, jak również współtworzyć nowe rozwiązania i doskonalić istniejące urządzenia, co ostatecznie pomaga w poprawie sposobu, w jaki pneumatyka zapewnia wartość w zakresie wydajności oraz konkurencyjności systemów. ■

Gerson Henning,
Kierownik ds. rozwoju biznesu Food and Beverage & Packaging w Emerson

reklama

zrobotyzowany.pl

PRODUKTY
TECHNOLOGIE
ZROBOTYZOWANY TV
NEWSY
FIRMY
KALENDARIUM BRANŻOWE
KOOPERATOR

Przemysł ZROBOTYZOWANY

Biotworzywa – charakterystyka i zastosowanie do żywności

Sabina Galus, Magdalena Mikus, Karolina Ptak

Streszczenie: W pracy omówiono biotworzywa oraz materiały biodegradowalne, z których tworzone są opakowania do żywności jako alternatywa dla materiałów opakowaniowych z tworzyw sztucznych. Scharakteryzowano również kategorie, na jakie można podzielić biotworzywa ze względu na pochodzenie i biodegradację, oraz przykłady ich zastosowań do żywności. Opakowania wykonane ze źródeł odnawialnych mają za zadanie ograniczyć produkcję dwutlenku węgla, minimalizować ilość odpadów i pozytywnie oddziaływać na środowisko naturalne, wpisując się w założenia gospodarki w obiegu zamkniętym.

Wstęp

W ostatnich latach poszukuje się innowacyjnych opakowań do żywności, które będą alternatywnym rozwiązaniem dla powszechnie stosowanych opakowań z tworzyw sztucznych. Ze względu na narastający problem z odpadami opakowaniowymi prowadzone są badania w celu opracowania innowacyjnych materiałów, potocznie zwanych biotworzywami. Takie opakowania można znaleźć nie tylko na rynku żywnościowym, ale również w innych produktach dostępnych na rynku [Bilal i Iqbal 2018]. Wśród nich można wyróżnić m.in. torby na zakupy w sieciach handlowych lub worki na odpady. Ponadto coraz częściej można spotkać różne opakowania o zaawansowanych właściwościach użytkowych, w tym elementy konstrukcyjne samochodów luksusowych lub obudowy komputerów i telefonów komórkowych. Materiały biodegradowalne znajdują coraz szersze zastosowanie głównie z uwagi na podatność przetwarzania w procesach przetwórczych, którym poddaje się konwencjonalne tworzywa sztuczne. Dotychczas główną przyczyną niskiej dostępności biotworzyw była ich wysoka cena. Jednakże z uwagi na narastający problem środowiskowy związany z materiałami opakowaniowymi i większą świadomość ekologiczną wzrasta zapotrzebowanie na biotworzywa. Zgodnie z definicją Stowarzyszenia European Bioplastics (www.europeanbioplastics.org) grupa biotworzyw obejmuje biopochodne lub biodegradowalne tworzywa, albo materiały wykazujące jednocześnie obie te właściwości.

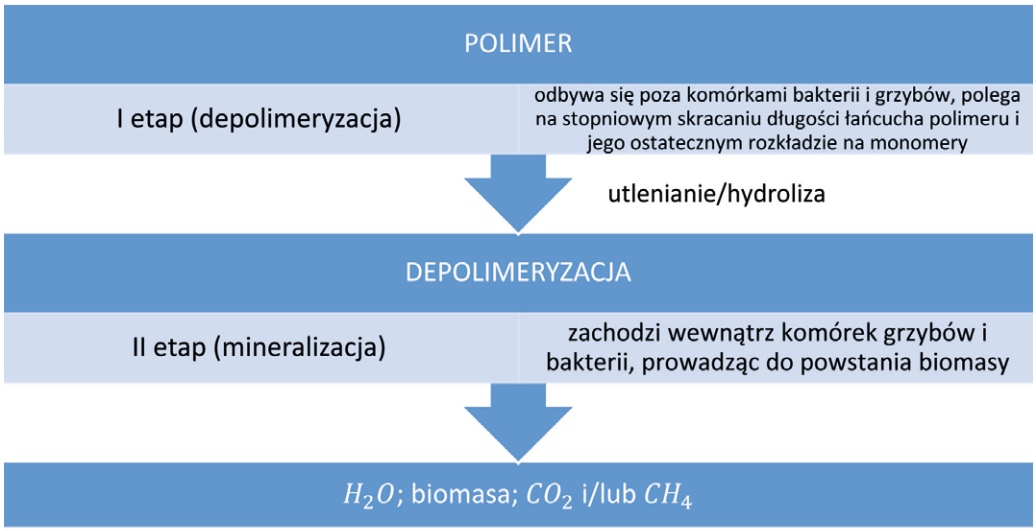
Świadomość proekologiczna

Wiedza i świadomość konsumencka dotycząca ochrony środowiska naturalnego rozwija się bardzo dynamicznie. Poza tym wprowadzane są regulacje prawne, polegające na zwiększeniu poziomu recyklingu odpadów opakowaniowych. Nowe kierunki badań dotyczące opakowań do żywności zależą od wielu czynników i uwzględniają źródło pochodzenia materiałów, różne metody recyklingu i odzysku, szersze wykorzystanie surowców z recyklingu materiałowego, a także ograniczenie wskaźników emisji gazów cieplarnianych. Wśród nich można wyróżnić [Żakowska 2017]:

- dyskusje związane z realizacją zasady zrównoważonego rozwoju w odniesieniu do opakowań;
- wyniki badań przy wykorzystywaniu znormalizowanej metody oceny cyklu życia pod kątem rozwiązań technicznych i materiałowych wykazujących najmniejszy wpływ na środowisko;
- problemy techniczne i ekonomiczne związane z recyklingiem odpadów opakowaniowych konwencjonalnych.

Biodegradacja i kompostowalność

Mechanizm degradacji tworzyw polimerowych może mieć charakter biologiczny, fizyczny lub chemiczny. Wskutek tarcia lub ekstrakcji następuje degradacja fizyczna, natomiast degradacja chemiczna – przez hydrolizę, fotolizę i/lub utlenienie. Biodegradacja jest wywołana enzymatycznym działaniem bakterii i grzybów. Mechanizm biodegradacji jest procesem bardzo złożonym i należy go traktować jako wypadkową reakcji o charakterze chemiczno-biologicznym [Żakowska 2017]. Biodegradacja to enzymatyczna, wysoce specyficzna, stopniowa fragmentacja i degradacja materiału (podłoża) przez mikroorganizmy. Proces ten polega na rozpadzie tworzyw w środowisku po określonym czasie od zakończenia ich użytkowania, pod wpływem działania mikroorganizmów w warunkach sprzyjających dla ich rozwoju [Grabowska 2010]. Na rys. 1 przedstawiono schemat procesu biodegradacji, który przebiega stopniowo. Początkowym etapem jest degradacja polimeru, podczas której następuje skrócenie długości łańcucha i eliminacja jego fragmentów, zmniejszenie stopnia polimeryzacji i masy cząsteczkowej. W sprzyjających warunkach proces ten zakończony jest depolimeryzacją, wytworzeniem prostych związków chemicznych, które są pokarmem odżywczym dla mikroorganizmów. Kolejnym etapem jest mineralizacja. Mikroorganizmy w tym etapie przyswajają powstałe związki organiczne, transportują je wewnątrz komórki i utleniają węgiel do dwutlenku węgla w przemianach metabolicznych. Produktami końcowymi procesu biodegradacji tworzyw polimerowych są biomasa, czyli materiał organiczny, woda i gazy. Dla warunków beztlenowych to metan, gdzie w warunkach przemysłowych proces prowadzony jest w instalacjach biometanizacji. Natomiast dla tlenowych to dwutlenek węgla, który w przemysłowych warunkach



Rys. 1. Schemat procesu biodegradacji na podstawie [Żakowska 2017]

jest prowadzony w kompostownikach. Szybkość rozkładu materiau biodegradowalnego w środowisku naturalnym zależy od otoczenia, a w przypadku kompostowania przemysłowego – od warunków prowadzenia procesu. Istotną rolę odgrywa budowa chemiczna materiału opakowaniowego, struktura powierzchni i grubość.

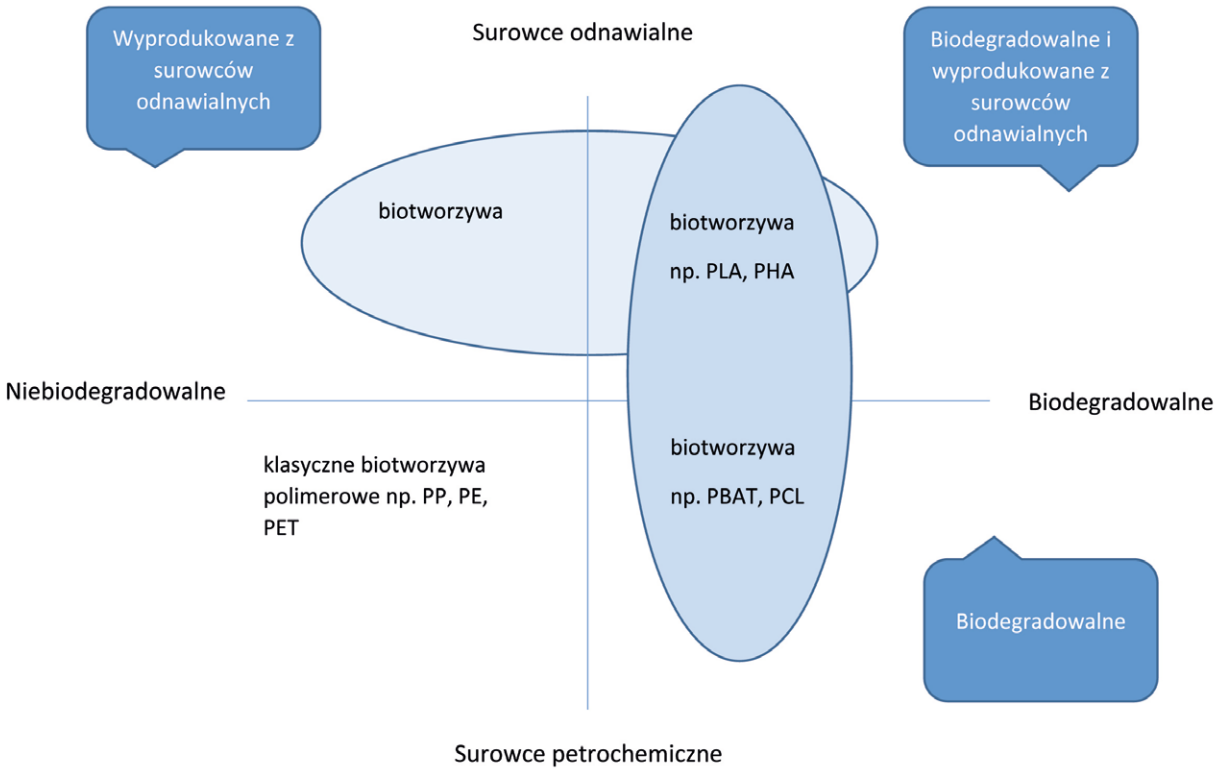
Kompostowalność ma kluczowe znaczenie dla polimerów opakowaniowych, ponieważ recykling wymaga energii. Mówiąc najogólniej, kompostowalność to szereg procesów, które wykorzystują biodegradowalność materii organicznej do transformacji w określony produkt, tzw. „kompost". Dlatego kompostowalność umożliwia degradację materiałów w glebie poprzez produkcję dwutlenku węgla, wody i innych związków nieorganicznych [Al Hosni i wsp. 2019]. Tworzywa sztuczne produkowane z zasobów odnawialnych niekoniecznie są biodegradowalne lub kompostowalne. Biodegradacja jest pozytywnie skorelowana bardziej ze strukturą chemiczną związku niż z jego pochodzeniem [Asgher i wsp. 2020]. Z tego względu istnieje czasami błędne przekonanie, że wszystkie materiały biodegradowalne są polimerami biopochodnymi, czyli produkowanymi wyłącznie z surowców odnawialnych. Przykładem biopolimeru nieulegającego biodegradacji jest biopolietylen wytwarzany z bioetanolu [www.european-bioplastics.org]. Istotne jest rozróżnienie pojęcia biodegradowalność materiału jako niejednoznaczne z terminem kompostowalność. Wszystkie polimery kompostowalne są biodegradowalne, natomiast nie jest tak odwrotnie. Powstający w procesie rozpadu tworzywa kompost musi spełniać określone wymagania dotyczące nawozów i nie może zawierać substancji toksycznych bądź nieulegających rozkładowi [Assman 2012].

Podział biotworzyw

Znaczenie biotworzyw można rozumieć również jako kilka terminów, odnoszących się do rodzaju materiałów, z których zostały utworzone [Jariyasakoolroj i wsp. 2020]:

- biodegradowalne lub kompostowalne tworzywa sztuczne i polimery, które mogą pochodzić z produktów syntezy biotechnologicznej lub pochodnych ropy naftowej;
- tworzywa sztuczne i polimery na bazie biologicznej (tj. wykonane z odnawialnych źródeł), które niekoniecznie ulegają biodegradacji (np. konwencjonalne polimery, takie jak biopolietylen i poliamid-11, które są wykonane z biopaliw);
- tworzywa sztuczne i polimery zawierające ropopochodne i biopochodne składniki (mogą być biodegradowalne lub niebiodegradowalne);

reklama



Rys. 2. Podział materiałów polimerowych ze względu na pochodzenie i biodegradację [Asgher i wsp. 2020]

- tworzywa sztuczne i polimery używane do zastosowań biomedycznych (np. protetyka, bioabsorpcja lub kontrolowane uwalnianie).

Na rys. 2 przedstawiono podział materiałów polimerowych ze względu na pochodzenie i biodegradację. Wyróżniamy następujące grupy:

- I grupa – polimery pochodzące ze źródeł petrochemicznych (tzw. klasyczne tworzywa sztuczne, np. PE);
- II grupa – tworzywa biodegradowalne pochodzące ze źródeł odnawialnych;
- III grupa – tworzywa biodegradowalne ze źródeł kopalnych;
- IV grupa – niebiodegradowalne tworzywa ze źródeł odnawialnych.

Z danych statystycznych opublikowanych przez European Bioplastics można wywnioskować, że w najbliższym czasie największe zastosowanie znajdą tworzywa z grupy IV, czyli polimery pozyskane ze źródeł odnawialnych, ale nie ulegające biodegradacji.

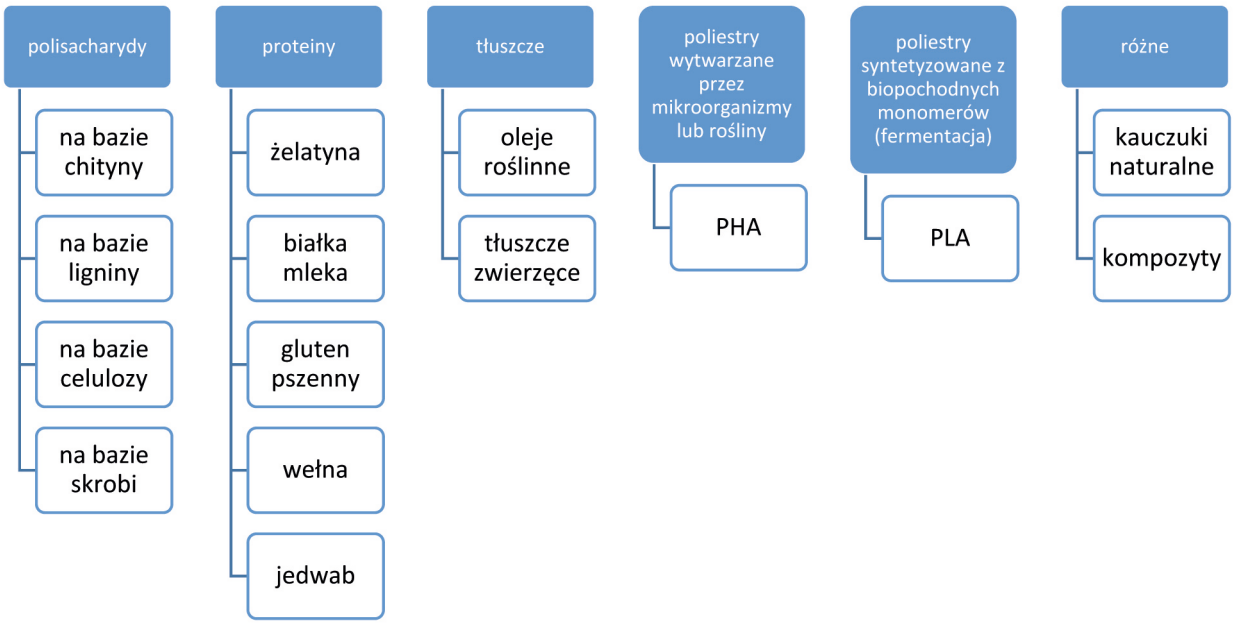
Biotworzywa można również podzielić pod względem mechanizmu rozpadu na trzy kategorie [Korzeniowski i wsp. 2011]:

1. Polimery hydrobiodegradowalne zgodnie z obowiązującymi normami: PN-EN 13432:2002, PN-EN 14995:2009, ISO 17088:2012, do których należą polimery z grupy polisacharydów, białek oraz lipidów, poliestry alifatyczne i aromatyczne.
2. Polimery oksybiodegradowalne zgodnie z normą ASTM D6954-04:2013.
3. Polimery niebiodegradowalne bazujące na surowcach odnawialnych.

Tworzywa biodegradowalne ze źródeł odnawialnych

Na rys. 3 przedstawiono podział polimerów pozyskiwanych z biomasy pochodzenia roślinnego i zwierzęcego, z których mogą być wytwarzane biotworzywa biodegradowalne. Jednym z najstarszych surowców jest celuloza, która pozyskiwana jest najczęściej do celów przemysłowych z drzew, kwiatów bawełny oraz wytłoków łodyg trzciny cukrowej. Celuloza jest tanim i łatwo dostępnym surowcem, a jej właściwości użytkowe wynikają z jej budowy [Smith 2005]. Ze względów przetwórczych celulozę poddaje się procesowi obróbki chemicznej w procesie estryfikacji, m.in.: acetyloceluloza (CA), propionian acetylocelulozy (CAP) oraz maślan acetylocelulozy (CAB). Estry celulozy są skomercjalizowane od prawie stu lat i posiadają wiele zastosowań w farmacji, kosmetyce czy rolnictwie [Klemm i wsp. 2005]. Przykładem mogą być handlowe folie celulozowe NaturFlex™ firmy Futamura (Japonia), które są określane mianem tzw. przezroczystego papieru. Estry celulozowe można wytwarzać z różnym stopniem podstawienia, ale jedne i drugie mają dobre właściwości mechaniczne i podatność na biodegradację. Dostępna aktualnie na rynku folia celulozowa produkowana jest w sposób przyjazny środowisku naturalnemu dzięki modyfikacji technologii wytwarzania oraz kontrolowaniu pochodzenia surowca [Kornacki 2008].

Głównym producentem biotworzyw skrobiowych jest Navomont S.p.A., a ich nazwą handlową jest MATER-Bi, która dociera do szerokiej gamy producentów, którzy używają go do produkcji worków oraz folii do ściółkowania [Han 2014].



Rys. 3. Podział polimerów pozyskanych z biomasy pochodzenia roślinnego i zwierzęcego na podstawie [Smith 2005]

Skrobia, po odpowiedniej modyfikacji chemicznej, znalazła szerokie zastosowanie w przemyśle opakowaniowym. Najczęściej stosowana jest skrobia z kukurydzy, ryżu i pszenicy [Domka i Czaja 2004]. Termoplastyczne materiały na bazie skrobi znalazły szereg zastosowań w przemyśle spożywczym, zaczynając od wytłaczania, formowania wtryskowego, rozdmuchiwania folii i spieniania [Mensitieri i wsp. 2011]. Modyfikowana skrobia termoplastyczna jest jednym z podstawowych materiałów do tworzenia opakowań biodegradowalnych, który stale podlega nowym modyfickacjom [Shi i wsp. 2007].

Do naturalnych polimerów biodegradowalnych możemy zaliczyć polisacharydy oraz polipeptydy. Funkcjonalność jest czynnikiem odróżniającym polisacharydy od innych tworzyw biologicznie czynnych. Uzależnione jest to od struktury cząsteczek i ich konfiguracji. Natomiast syntetycznymi polimerami biodegradowalnymi są polilaktydy, czyli związki, które otrzymuje się z kukurydzy, a które po przefermentowaniu ulegają biodegradacji. Kolejnym przykładem syntetyzowanych polimerów jest Poli(kwas mlekowy), który otrzymywany jest z dimeru kwasu L-mlekowego. Jest to polimer o dużej przezroczystości z charakterystycznym połyskiem [Grabowska 2010]. Polihydroksyalkanolany (PHA) to rodzina naturalnych, biodegradowalnych, izotaktywnych poliestrów, które są syntetyzowane przez szeroką gamę mikroorganizmów jako materiał zapasowy wówczas, gdy środowisko jest bogate w liczne źródła węgla, a równocześnie występuje niedobór magnezu, siarki, azotu i fosforu. Jest to materiał zapasowy mikroorganizmów, zużywany w okresie niedoboru węgla i energii [Kurcok i wsp. 2017].

Tworzywa sztuczne pochodzenia biologicznego są podzielone na następujące kategorie: modyfikowane polimery naturalne, zsyntetyzowane biopolimery z syntetyzowanych biologicznych monomerów oraz biotworzywa z odpadów. Obecnie szacuje się, że 1% rocznej produkcji tworzyw sztucznych na świecie to biotworzywa. Źródła, które stosowane są do produkcji bioplastiku, to surowce roślinne, naturalne polimery, takie jak węglowodany i białka. Innymi małymi cząsteczkami są: cukier, disacharydy, tłuszcze i kwasy [Cinar i wsp. 2020]. Opakowania do żywności z biotworzyw na bazie źródeł odnawialnych mogą być otrzymywane w całości, ale również częściowo z biomasy różnego pochodzenia roślinnego lub zwierzęcego [Galus i wsp. 2020].

Tworzywa biodegradowalne ze źródeł kopalnianych

Biotworzywa biodegradowalne ze źródeł kopalnianych, m.in. polikaprolakton (PCL), poddawane są ciągłym badaniom w celu poprawy stopnia biodegradacji [Asgher i wsp. 2020], jak również wchodzą w skład biokompozytów w połączeniu z polimerami ze źródeł odnawialnych (skrobia). Polikaprolakton wykazuje kompatybilność z wieloma polimerami naturalnymi oraz biodegradację w glebie, wodzie morskiej oraz osadzie czynnym [Al Hosni i wsp. 2019].

Niebiodegradowalne tworzywa ze źródeł odnawialnych

Bio-poli(tereftalan etylenu) (Bio-PET) jest tworzywem stosowanym do produkcji butelek, pozyskiwanym z kwasu

tereftalowego oraz glikolu etylenowego, które mogą być poddawane procesowi recyklingu wraz z powszechnie występującymi butelkami PET. Aktualnie prowadzone są prace nad wyprodukowaniem butelek składających się w 100% z biomasy pochodzącej z trawy, kory lub kukurydzy [Assman 2015]. Bio-PET stanowi ok. 26% całej produkcji biokompozytów, lecz jego cena jest o ok. 30% wyższa w porównaniu do tradycyjnych polimerów petrochemicznych. Modyfikacje materiałów Bio-PET to wprowadzanie dodatku nanocząstek lub włókien lignocelulozowych [Kuciel i Mazur 2019].

Bio-polietylen (Bio-PE) jest tworzywem posiadającym identyczne właściwości jak polietylen (PE), który jest wytwarzany na bazie kopalnej, lecz nie ulega biodegradacji. Bio-PE otrzymywany na bazie biologicznej znalazł zastosowanie przy wytwarzaniu wielu produktów (np. zakrętki do butelek), nie powodując dużego zanieczyszczenia środowiska. Takimi produktami najczęściej są torby, folie, butelki i zbiorniki paliwa samochodowego. Proces produkcji Bio-PE ze źródeł odnawialnych składa się z trzech etapów, do których zalicza się [Jeremic i wsp. 2020]:

- syntezę etanolu w procesie fermentacji z cukrów ekstrahowanych, np. z trzciny cukrowej;
- chemiczną reakcję odwodnienia, podczas której następuje przekształcenie się etanolu w etylen;
- „klasyczną" reakcję polimeryzacji etylenu do polietylenu.

Natomiast proces produkcji Bio-polipropylenu (Bio-PP) jest znacznie bardziej złożony niż wytwarzanie Bio-PE i został zastosowany w 2011 r. do pakowania metodą wtryskową. Aby otrzymać Bio-PP metodą przemysłową, stosuje się biomasę alg, która stanowi ok. 20% bio-polipropylenu, lub inne surowce pochodzenia biologicznego, np. kukurydzę, trzcinę cukrową lub buraki [Jariyasakoolroj i wsp. 2020]. Zakres temperatury topnienia PP umożliwia stosowanie go w różnego rodzaju wyrobach medycznych, opakowaniach odpowiednich do podgrzewania w mikrofalówkach lub mycia w zmywarce. Aktualnym koncernem zajmującym się produkcją bio-polipropylenu jako doskonałego materiału opakowaniowego na większą skalę jest koncern Braskem [Assman 2015].

Zalety i wady biotworzyw

Podstawową zaletą opakowań ze źródeł odnawialnych jest stosunkowo łatwa degradacja, trwająca od kilku miesięcy do kilku lat, w porównaniu do opakowań z tworzyw sztucznych, które rozkładają się znacznie dłużej, nawet do kilkuset lat. Opakowania wykonane z odnawialnych surowców organicznych mają za zadanie ograniczyć produkcję dwutlenku węgla, minimalizować odpady i pozytywnie oddziaływać na środowisko naturalne. Poza tym biotworzywa mogą składać się z naturalnych materiałów, które są pożywieniem dla mikroorganizmów, co przyczynia się do cyklu życia w ciągłym obiegu. Opakowania te w mniejszym stopniu zanieczyszczają środowisko, czyli podczas ich rozkładu nie są uwalniane pierwiastki chemiczne lub inne gazy szkodliwe dla atmosfery. Efektem tego zjawiska jest również zmniejszenie śladu węglowego. Jedną z najważniejszych wad biotworzyw jest ich wyższa cena. Przed zastosowaniem tych materiałów jako opakowań do żywności należy wziąć pod uwagę odpowiednie właściwości barierowe, głównie przenikalność wobec tlenu, dwutlenku węgla i pary wodnej, które wpływają na jakość produktu. Wadą niektórych opakowań z biotworzyw jest również wrażliwość na wilgotność, co w znacznym stopniu ogranicza ich zastosowanie do żywności o średniej i wysokiej zawartości wody.

Opakowania do żywności ulegające biodegradacji różnią się od opakowań z tworzyw sztucznych różnymi właściwościami użytkowymi, takimi jak: połysk, barierowość wobec gazów, estetyka wykonania oraz możliwość nadruku na opakowaniu [Baran 2008]. Ludzie mylnie kojarzą opakowania „bio" jako niesterylne, z „drugiej ręki", coś gorszego, a w dodatku droższego, dlatego podążają drogą przyzwyczajenia i decydują się kupować produkty w klasycznych opakowaniach z tworzyw sztucznych. Zmieniając pogląd konsumentów na opakowania ze źródeł odnawialnych, można ograniczyć zużycie opakowań sztucznych [Pogorzelska 2013].

Wymagania prawne

Dobór odpowiedniego rodzaju materiału do produkcji opakowań jest istotny i regulowany prawnie. Na podstawie Rozporządzenia (WE) Parlamentu i Rady z dnia 27 października 2004 r. w sprawie materiałów i wyrobów przeznaczonych do kontaktu z żywnością zwraca się szczególną uwagę na wybór materiału opakowaniowego pod względem składu produktu, cech organoleptycznych i sensorycznych, migracji składników z opakowania do produktu, ale również ze względu na możliwość śledzenia i monitoringu opakowań. Materiały, z których wytwarzane są opakowania, muszą zapewniać bezpieczeństwo mikrobiologiczne i odpowiednią barierowość dla substancji obcych. Znakowanie opakowań ma na celu przekazanie informacji, że dany materiał jest dopuszczony do kontaktu z żywnością, dlatego błędy w etykietowaniu lub ich nieczytelność mogą prowadzić do występowania problemów związanych z bezpieczeństwem żywności. Identyfikowalność produktów żywnościowych jest wymogiem prawnym w Unii Europejskiej i określana jest poprzez umieszczenie na opakowaniu daty, czasu oraz informacji o partii produkcyjnej, dzięki czemu możliwe jest zidentyfikowanie lub usunięcie produktów żywnościowych w przypadku wystąpienia zagrożenia [Thota i wsp. 2020].

Każdy producent materiałów opakowaniowych przeznaczonych do kontaktu z żywnością powinien określić zakres wykorzystania materiału lub opakowania, aby umożliwić jak najbezpieczniejszy obszar jego zastosowania. Ma to na celu m.in. zapobieganie przenoszeniu związków o niskiej masie cząsteczkowej do żywności, np. podczas użytkowania opakowania do innych celów niż zamierzone. Szczegółowe wymagania prawne dotyczą substancji chemicznych wchodzących w skład materiałów opakowaniowych, dlatego przed wprowadzeniem opakowania do obrotu wykonywane są testy migracji ogólnej oraz specyficznej, które są niezbędne do określenia bezpieczeństwa zdrowotnego. Ilość substancji nielotnych, które mogą zostać przeniesione z materiału opakowaniowego, mającego bezpośredni kontakt z żywnością, nie może przekraczać 60 mg/kg środka spożywczego [Wiszumirska 2019].

Podsumowanie

Poza klasycznymi opakowaniami z tworzyw sztucznych można wyróżnić biotworzywa, które mogą być wytworzone ze źródeł kopalnianych lub odnawianych i być biodegradowalne lub niebiodegradowalne. W pracy omówiono opakowania z biotworzyw, proces biodegradacji, czynniki, które kształtują nowe kierunki dotyczące innowacyjnych opakowań do żywności. Przedstawiony w pracy podział biotworzyw ze względu na rodzaj stosowanych surowców, jak również zalety i wady opakowań wytworzonych z biotworzyw wskazują na różnorodność materiałów, właściwości i zastosowań do żywności (folie opakowaniowe, systemy zamknięć butelek). Istnieje potrzeba prowadzenia badań naukowych w celu modyfikacji składu surowcowego, jak również stosowanych technik produkcyjnych pod kątem stopnia biodegradacji bądź kompostowalności oraz szerszych zastosowań praktycznych.

Literatura

Al Hosni A.S., Pittman J.K., Robson G.D.: *Microbial degradation of four biodegradable polymers in soil and compost demonstrating polycaprolactone as an ideal compostable plastic*. „Waste Management" 97/2019.

Asgher M., Qamar S.A., Bilal M., Iqbal H.M.N.: *Bio-based active food packaging materials: Sustainable alternative to conventional petrochemical-based packaging materials*. „Food Research International" 137/2020.

Assman K.: *Metody badań tworzyw biodegradowalnych w procesie kompostowania* [w:] *Odpady i opakowania – nowe regulacje i obowiązki. Praktyczny poradnik dla wytwórców i odbiorców odpadów i opakowań. Tom 1*. Poznań 2012.

Assman K.: *Opakowania z natury.* „Biuletyn Ekoinnowacje w Opakowaniach" 4/2015.

Baran E.: *Perspektywy rynku biopolimerów i biodegradowalnych tworzyw, cz. II*. „Rynek Tworzyw" 1/2008.

Bilal M., Iqbal H.M.: *Bio-based biopolymers and their potential applications for bio-and non-bio sectors*. Handbook of biopolymers: Advances and multifaceted applications. CRC Press 2018.

Cinar S.O., Chong Z.K.M., Kucuker M.A., Wieczorek N., Cengiz U., Kuchta K.: *Bioplastic production from microalgae: a review*. „International Journal of Environmental Research and Public Health" 17(11)/2020.

Domka F.L., Czaja N.: *Opakowania biodegradowalne alternatywą dla opakowań z tworzyw sztucznych. Chemia z dodatkiem natury*. Ekoprofit 2004.

Galus S., Arik Kibar A.E., Gniewosz M., Kraśniewska K.: *Novel materials in the preparation of edible films and coatings – a review*. „Coatings" 10 (7)/2020.

Grabowska B.: *Biodegradacja tworzyw polimerowych*. „Archives of Foundry Engineering" 10(2)/2010.

Han J.H.: *Innovations in Food Packaging*. Academic Press 2014.

Jariyasakoolroj P., Leelaphiwata P., Harnkarnsujarita N.: *Advances in research and development of bioplastic for food packaging*. „Journal of the Science of Food and Agriculture" 100/2020.

Jeremic S., Milovanovic J., Mojicevic M., Bogojevic S.S., Nikodinovic-Runic J.: *Understanding bioplastic materials – Current state and trends*. „Journal of the Serbian Chemical Society" 85(12)/2020.

Klemm D., Heublein B., Fink H.P., Bohn A.: *Cellulose: fascinating biopolymer and sustainable raw material*. „Angewandte Chemie International Edition" 44/2005.

Kornacki A.: *Folie celulozowe kompostowalną alternatywą dla folii z tworzyw sztucznych*. „Opakowanie" 6/2008.

Korzeniowski A., Ankiel-Homa M., Czaja-Jagielska N.: *Innowacje w opakowalnictwie*. Poznań 2011.

Kuciel S., Mazur K.: *Novel hybrid composite based on bio-PET with basalt/carbon fibre*. IOP Conference Series: Materials Science and Engineering 634/2019.

Kurcok P., Kawalec M., Sobota M., Michalak M., Kwiecień M., Jurczyk S.: *Polihydroksyalkaniany – zastosowanie i recykling*. „Polimery" 62(5)/2017.

Mensitieri G., Maio E. di, Buonocore G.G., Nedi I., Oliviero M., Sansone L., Iannace S., Pogorzelska Z.: *Bezpieczeństwo zdrowotne materiałów i wyrobów przeznaczonych do kontaktu z żywnością w świetle aktualnych przepisów*. „Opakowanie" 4/2013.

Processing and shelf life issues of selected food packaging materials and structures from renewable resources. „Trends in Food Science & Technology" 22/2011.

Rozporządzenie 2004: Rozporządzenie (WE) NR1935/2004 Parlamentu Europejskiego i Rady z dnia 27 października 2004 r. w sprawie materiałów i wyrobów przeznaczonych do kontaktu z żywnością oraz uchylające dyrektywy 80/590/EWG i 89/109/EWG.

Shi R., Zhang Z., Liu Q., Han Y., Zhang L., Chen D.: *Characterization of citric acid/glycerol coplasticized thermoplastic starch prepared by melt blending*. „Carbohydrate Polymers" 69/2007.

Smith R.: *Biodegradable polymers for industrial applications*. CRC Press, Boca Raton, 2005.

Thota M., Kollias S., Swainson M., Leontidis G.: *Multi-source domain adaptation for quality control in retail food packaging*. „Computers in Industry" 123/2020.

Wiszumirska, K.: *Legal requirements for plastic materials and articles that come into direct contact with food*. „Towaroznawcze Problemy Jakości" 3(60)/2019.

www.europeanbioplastics.org

Żakowska H.: *Opakowania a środowisko*. Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa 2017.

dr inż. Sabina Galus, mgr inż. Magdalena Mikus, inż. Karolina Ptak
Katedra Inżynierii Żywności i Organizacji Produkcji
Instytut Nauk o Żywności
Szkoła Główna Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie
e-mail: sabina_galus@sggw.edu.pl

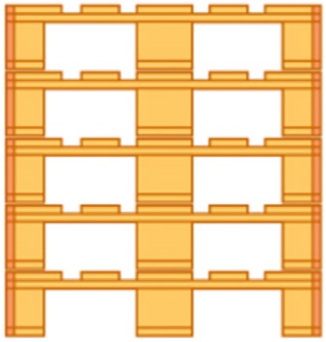
Sposób depaletyzacji palet

Kacper Bania

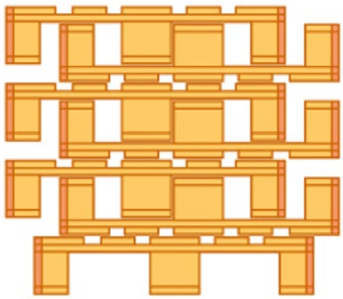
Streszczenie: W procesie wytwarzania produktów niezbędne jest dostarczanie palet, które transportowane są w ułożeniu jedna na drugiej lub w ułożeniu naprzemiennym. W drugim przypadku konieczne jest zastosowanie depaletyzatora palet drewnianych, który umożliwia rozdzielenie oraz odpowiednią orientację palet.

Słowa kluczowe: depaletyzacja, drewniane palety, słupek palet

W trakcie procesu wytwarzania produktów niezbędne jest dostarczanie samych palet. Dostarczanie palet następuje na dwa sposoby: pierwszy sposób, czyli proste ułożenie palet (rys. 1), w którym są one ułożone w jednoznaczny oraz taki sam sposób. Drugi sposób polega na dostarczaniu palet ułożonych naprzemiennie (rys. 2), aby zmniejszyć objętość słupka palet. Aby zwiększyć liczbę transportowanych palet do fabryk, układa się je w tzw. „kanapkę". Podczas transportowania palet za pomocą samochodu ciężarowego o standardowych wymiarach naczepy liczba palet ułożonych w słupek wynosi 700 sztuk, zaś w przypadku prostego ułożenia palet liczba ta wynosi 532 sztuki, co daje różnicę 168 palet tylko podczas jednego transportu. Jednakże wadą metody „w supełek" jest konieczność odwracania co drugiej palety przed procesem paletyzacji wytworzonych produktów.



Rys. 1. Proste ułożenie palet



Rys. 2. Słupek palet

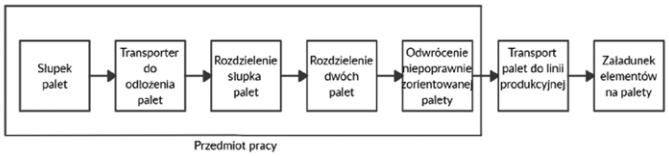
Na rynku dostępne są urządzenia służące do odwracania co drugiej palety, jednakże są one bardzo duże oraz skomplikowane. Ponadto wykorzystuje się je w zakładach cechujących się dużą liczbą wytwarzanych produktów. W przypadku średnich firm urządzenia te są nieakceptowalne ze względu na rozmiary oraz cenę.

Z uwagi jednak na ciężką pracę ludzką, polegającą na przekładaniu palet, średnie firmy chętnie zamontowałyby takie urządzenia. W związku z tym koncepcja odwracania palet oraz model 3D urządzenia zostały opracowane jako praca dyplomowa inżynierska na wydziale Mechatroniki Politechniki Warszawskiej.

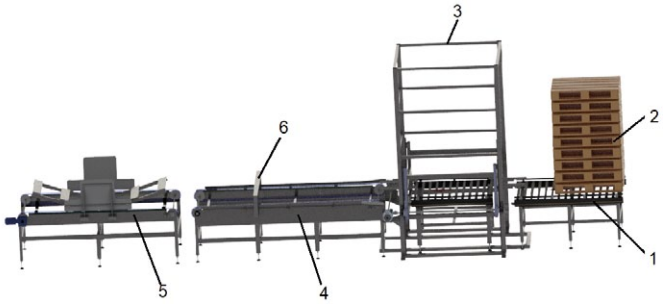
Słupek palet jest dostarczany do maszyny za pomocą wózka widłowego (rys. 3). Palety zostają umieszczone na transporterze, a następnie transportowane są do klatki rozdzielającej palety. Aby rozdzielić tzw. „kanapkę", konieczne jest podnoszenie słupka bez ostatnich dwóch palet. W oparciu o przyjętą koncepcję działania zaprojektowano model 3D (rys. 4).

Słupek palet (1) (rys. 5) odstawiany jest na transporterze rolkowym, w którym zostały zamocowane płaskowniki (2) uniemożliwiające wypadnięcie elementów z transportera. Rolki (3), obracając się, przemieszczają palety. Stalowe profile konstrukcyjne (4) zapewniają sztywność oraz stabilność całej konstrukcji. Wysokość transportera rolkowego regulowana jest za pomocą stopki (5).

Słupek palet (9) (rys. 6) przemieszcza się za pomocą transportera rolkowego (2), który zamocowany jest na ramie (3)

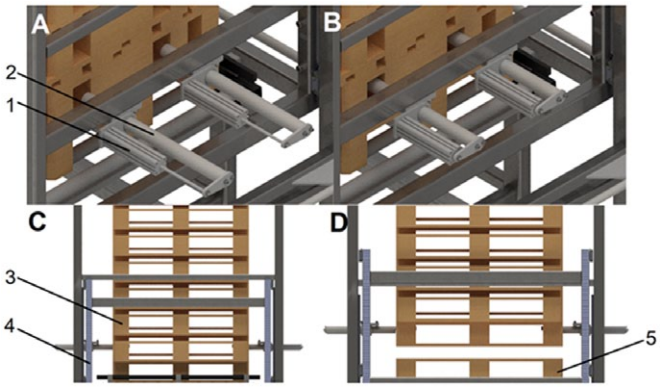


Rys. 3. Algorytm procesu rozdzielenia słupka palet

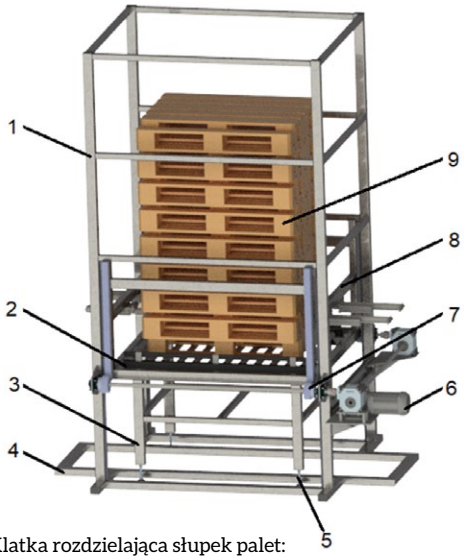


Rys. 4. Struktura układu mechanicznego depaletyzatora palet drewnianych „Euro": 1 – transporter rolkowy; 2 – słupek palet; 3 – klatka rozdzielająca słupek palet; 4 – transporter łańcuchowy z zabierakami; 5 – transporter łańcuchowy z systemem odwracania palet; 6 – poprzeczka

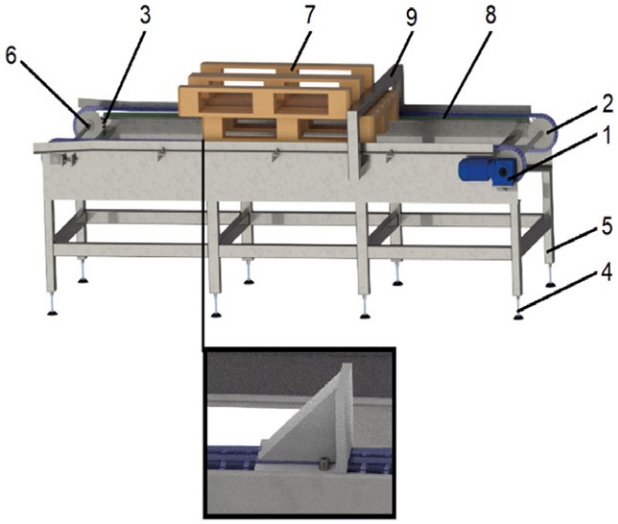
Rys. 5. Transporter rolkowy do odłożenia słupka palet:
1 – słupek palet; 2–płaskownik, który zabezpiecza przez spadnięciem słupka palet; 3 – rolka transportera rolkowego; 4 – stalowy profil konstrukcyjny; 5 – stopka z możliwością regulacji wysokości



Rys. 7. Proces rozdzielenia słupka palet:
A – pozycja początkowa wałka sprzęgniętego z siłownikiem pneumatycznym; B – wsunięcie wałków; C – położenie początkowe słupka palet; D – podniesienie słupka palet.
1 – siłownik pneumatyczny; 2 – pręt; 3 – słupek palet; 4 – rama; 5 – ostatnia (dolna) para palet



Rys. 6. Klatka rozdzielająca słupek palet:
1 – stalowy profil konstrukcyjny; 2 – transporter rolkowy; 3 – rama transportera rolkowego; 4 – stalowy profil konstrukcyjny; 5 – stopka z regulacją wysokości; 6 – zespół napędowy; 7 – mechanizm zębatkowy; 8 – rama wykonująca ruch posuwisto-zwrotny; 9 – słupek palet



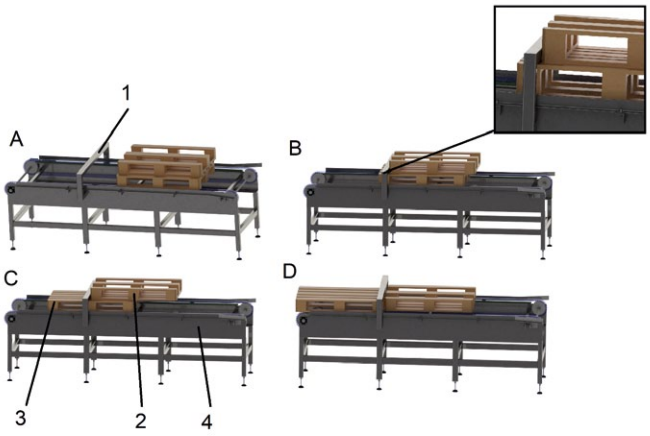
Rys. 8. Transporter łańcuchowy z zabierakami: 1 – silnik trójfazowy; 2 – koło zębate; 3 – zespół łożyskowy; 4 – stopka z możliwością regulacji wysokości; 5 – rama; 6 – koło zębate przesuwne; 7 – para palet; 8 – prowadnica łańcuchowa; 9 – poprzeczka

z możliwością regulacji wysokości stopek (5). Cała klatka wykonana jest z profili konstrukcyjnych (4). Ze względu na duże rozmiary gabarytowe klatki (wysoko umieszczony środek ciężkości) podstawa klatki jest znacznie szersza, co wpływa na stabilność całej konstrukcji. Profile konstrukcyjne (1) są gwarancją sztywności. Rama (8) wykonuje ruch posuwisto-zwrotny w kierunku pionowym za pomocą zespołu napędowego (6) oraz mechanizmu zębatkowego (7).

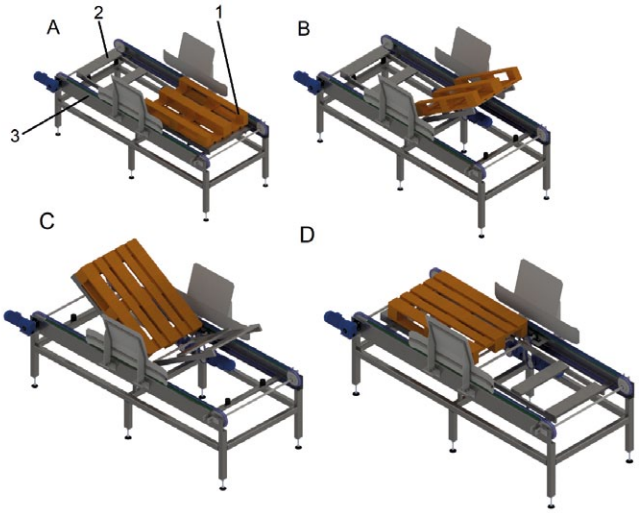
Proces podnoszenia oraz rozdzielenia słupka palet przedstawiono na rys. 7. Pręt (2) połączony jest z siłownikiem pneumatycznym (1), a następnie wsuwany jest w słupek palet (3). Rama (4), wykonując ruch posuwisto-wzdłużny w kierunku pionowym, podnosi słupek bez ostatniej (dolnej) pary palet (5).

Silnik trójfazowy (1) (rys. 8) napędza wał, na którym zamocowane jest koło zębate (2). Cały wał ułożyskowany jest w zespole łożyskowym (3). Transporter łańcuchowy zamocowany jest na ramie (5), której wysokość można regulować za pomocą stopki (4). Łańcuch ma zapewnione prowadzenie w prowadnicach łańcuchowych (8). Poprzeczka (9), która rozdziela parę palet (7), zamocowana jest w sposób trwały do ramy transportera łańcuchowego. Koło zębate przesuwne (6) umożliwia napinanie łańcucha.

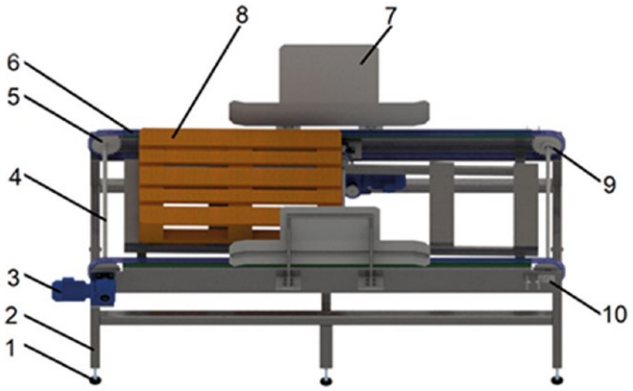
Proces rozdzielenia pary palet przedstawiono na rys. 9. Za pomocą transportera łańcuchowego (4) transportowana jest para palet. Poprzeczka (1) zatrzymuje górną paletę (2), zaś dolna paleta (2) transportowana jest pod poprzeczką.



Rys. 9. Proces rozdzielenia dwóch palet:
A – transportowanie pary palet; B – inicjacja procesu rozdzielenia dwóch palet; C – końcowa faza procesu rozdzielenia palet; D – koniec procesu rozdzielenia palet.
1 – poprzeczka; 2 – górna paleta; 3 – dolna paleta; 4 – transporter łańcuchowy



Rys. 11. Proces odwracania niepoprawnie zorientowanej palety:
A – inicjacja procesu odwracania niepoprawnie zorientowanej palety; B – podnoszenie palety na jednym ramieniu; C – kontakt palety z drugim ramieniem; D – opuszczenie poprawnie zorientowanej palety.
1 – niepoprawnie zorientowana paleta; 2 – rama; 3 – transporter łańcuchowy



Rys. 10. Widok transportera łańcuchowego z systemem odwracania palet z boku: 1 – stopka z możliwością regulacji wysokości; 2 – stalowy profil konstrukcyjny; 3 – silnik trójfazowy; 4 – wał napędowy; 5 – koło zębate nieprzesuwne; 6 – prowadnica łańcuchowa; 7 – blacha uniemożliwiająca wypadnięcie palety; 8 – odwracana paleta; 9 – koło zębate przesuwne; 10 – mechanizm umożliwiający napinanie łańcucha

Stalowe profile konstrukcyjne (2) (rys. 10) gwarantują stabilność oraz sztywność transportera łańcuchowego, którego wysokość można regulować za pomocą stopki (1). Silnik trójfazowy (3) napędza wał (4) sprzęgnięty z nieprzesuwnym kołem zębatym (5), które wprawia w ruch łańcuch, mający prowadzenie w prowadnicach łańcuchowych (6). Mechanizm (10) umożliwia napinanie łańcucha. Blacha (7) uniemożliwia odwracanej palecie (8) wypadnięcie z transportera łańcuchowego.

Niepoprawnie zorientowana paleta (1) (rys. 11) przemieszcza się po transporterze łańcuchowym (3). Za pomocą systemu odwracania palet oraz ramy (2) paleta zmienia swoje położenie.

Podsumowanie

Trudnościami, które pojawiły się podczas opracowywania konstrukcji mechanicznej depaletyzatora palet drewnianych „Euro", były opracowanie metody rozdzielania słupka palet oraz odwracanie niepoprawnie zorientowanej palety.

Ze względu na wysoko umieszczony środek ciężkości konieczne było zapewnienie stabilności oraz sztywności całej ramy wykonanej ze stalowych profili konstrukcyjnych. Dodatkową trudnością było poprawne zaprojektowanie zespołu wsuwającego/wysuwającego pręty w taki sposób, aby nie doszło do zakleszczenia prętów. Aby uniknąć tego problemu, wykorzystano tuleje wykonane z brązu.

Koniecznym wymaganiem było jak najszybsze dokonanie procesu odwrócenia niepoprawnie zorientowanej palety. Fakt ten uniemożliwiał zastosowanie innych rozwiązań konstrukcyjnych oprócz wykorzystanej metody, która spełnia wymagane założenia oraz dodatkowo cechuje się relatywnie niskim kosztem produkcji, a także niezawodnością działania.

Dobrym rozwiązaniem ułatwiającym obsługę maszyny jest zastosowanie obrotnicy zamiast transportera rolkowego, na który odkłada się słupek palet. Wtedy operator wózka widłowego nie musiałby odkładać słupka palet w określonej pozycji (dłuższy bok równoległy do transportera). Błędne odstawienie słupka palet byłoby korygowane przez obrotnicę. Ponadto w przyszłości należałoby zastosować osłony na ruchome elementy, a także kratki bezpieczeństwa oddzielające moduł rozdzielający słupek palet oraz moduł odwracający niepoprawnie zorientowane palety, co przyczyniłoby się do wzrostu bezpieczeństwa podczas użytkowania maszyny.

Podsumowując wykonane prace, zaprojektowane urządzenie służące do depaletyzacji palet drewnianych „Euro" jest nieodłączną częścią linii produkcyjnych, do których należy dostarczyć poprawnie zorientowane palety. Konieczność transportowania

palet na dalszą część linii produkcyjnych istnieje ze względu na rosnącą liczbę wytwarzanych produktów, które muszą zostać umieszczone na palecie w celu dalszego transportu.

Literatura

[1] https://www.ventech.pl/suszarnie-do-palet/, data odczytu: 14.10.2020 r.

[2] Linia rozsztaplowania weryfikacji (kontroli) oraz sztaplowania palet, firma PENNY Dobroszyce, https://www.penny.pl/, data odczytu: 14.10.2020 r.

[3] Jereczek J., Budniak Z., Karaczun A.: *Zastosowanie technik CAD/CAE do projektowania i analiz nożycowych podnośników samochodowych*. PWN, Warszawa 2014.

[4] https://europasystems.pl/product-pol-36-Przenosnik-tasmowy.html, data odczytu: 16.10.2020 r.

[5] Kurmaz Leonid W.: *Podstawy konstrukcji maszyn – projektowanie*. PWN, Warszawa 1999.

inż. Kacper Bania, e-mail: kacper.bania98@gmail.com
Wydział Mechatroniki, Politechnika Warszawska

Opinia o artykule pt. *Sposób depaletyzacji palet*

Przedstawiony w artykule sposób pobierania palet ułożonych naprzemiennie umożliwia jego zastosowanie w typowych procesach produkcyjnych wymagających pakowania wyrobów na paletach transportowych typu „euro" (800 × 1200 mm).

Zaproponowane rozwiązania poszczególnych zespołów pozwalają na wykorzystanie wielu powszechnie dostępnych elementów handlowych. Tym samym urządzenie takie może wykonać we własnym zakresie wiele firm posiadających warsztat mechaniczny wyposażony w podstawowe obrabiarki, co jest niewątpliwą zaletą zaproponowanego przez Autora rozwiązania.

Ponadto istotną zaletą zaproponowanej konstrukcji jest dostosowanie jej wysokości do typowych linii produkcyjnych wykorzystywanych w różnych gałęziach przemysłu.

Przedstawione w artykule rozwiązanie jest odpowiedzią na zgłaszane przez zakłady średniej wielkości zapotrzebowanie na stosunkowo proste urządzenie do depaletyzacji stosów palet (ułożonych naprzemiennie) wykorzystywanych w procesach produkcyjnych. Dostępne na rynku (a wymienione przez Autora) urządzenia przeznaczone do tych zadań – nie spełniają takich oczekiwań.

Tytuł artykułu odpowiada treściom w nim przedstawionym.

Dr inż. Janusz Igielski, profesor uczelni, Politechnika Warszawska

reklama

Biofilmy

Pasqualina Lagana, Gabriella Caruso, Francesco Mazzu, Giogia Caruso, Salvatore Parisi, Antonino Santi Delia

….Aby zoptymalizować nasze życie w mieście, musimy dokonać kilku wyborów. Po pierwsze, wybrać miasto, w którym będziemy żyć, następnie sąsiedztwo, które najlepiej będzie odpowiadało naszym potrzebom, a także dopasować architekturę naszego domu do innych, znajdujących się w okolicy. Od czasu do czasu, kiedy życie w mieście stanie się nie do zniesienia, wyjeżdżamy….

P. Watnick, R. Kolter (2000) *Biofilm, City of Microbes*

Streszczenie: Biofilm jest to zbiorowość drobnoustrojów, którą cechują osiadłe komórki bakteryjne ściśle przylegające do substratu i/lub interfejsu oraz włączone do polimerowej matrycy pochodzenia mikrobiologicznego. W takich warunkach komórki mikrobiologiczne wykazują zmieniony fenotyp w porównaniu do odpowiadających im form życia, np. planktonu. Życie w biofilmie stanowi przeważający model wzrostu mikroorganizmów w różnych środowiskach. Po opracowaniu nowych metod obserwacji oraz wprowadzeniu zmian do różnych procedur możliwe jest zidentyfikowanie biofilmów na znanych podłożach, jak i w nowych miejscach. Koncepcja biofilmu zyskała na znaczeniu w sektorze służby zdrowia, a zwłaszcza w tych obszarach, gdzie wykorzystuje się narzędzia inwazyjne. Ponadto biofilmy odgrywają kluczową rolę w przemyśle spożywczym ze względu na bezpośrednią obecność na powierzchni żywności.

Słowa klucze: alginian, biofilm, celuloza, egzopolisacharyd, pozakomórkowa substancja polimerowa, N-acetyloglukozamina, succinoglikan

Wykaz skrótów:
- CLSM – mikroskopia konfokalna (ang. *confocal laser scanning microscopy*);
- DNA – kwas deoksyrybonukleinowy;
- ES – egzopolisacharyd;
- EPS – pozakomórkowa substancja polimerowa.

1. Wprowadzenie

Biofilm jest to zbiorowość drobnoustrojów, którą cechują osiadłe komórki bakteryjne przylegające do substratu i/lub interfejsu oraz włączone do polimerowej matrycy pochodzenia mikrobiologicznego. W takich warunkach komórki mikrobiologiczne wykazują zmieniony fenotyp w porównaniu do odpowiadających im form życia, np. planktonu.

Dowiedziono, że przyłączanie się bakterii oddziałuje na mechanizmy kontroli genów, przyczyniając się do powstawania niezbędnych cząsteczek podczas tworzenia biofilmów (Donlan i Costerton 2002). Definicja biofilmu obejmuje nie tylko opis o charakterze morfostrukturalnym, lecz także czynniki biomolekularne (Donlan 2002).

Opracowanie nowych metod obserwacji, takich jak scanningowa mikroskopia elektronowa, oraz wprowadzenie modyfikacji do różnych procedur umożliwiło identyfikowanie biofilmów na znanych podłożach, jak również na nowych miejscach. W ten właśnie sposób udało się wyjaśnić trwałe i odporne na działanie antybiotyków infekcje. W ostatnim czasie odnotowuje się powszechny wzrost zainteresowania zagadnieniem biofilmu z różnych perspektyw badawczych. Dlatego też przedmiotem badań stały się m.in. następujące mikroorganizmy:
- *Candida albicans* (Hawser i Douglas 1994; Sherry i in. 2014);
- *Escherichia coli* (Pratt i Kolter 1998);
- *Klebsiella pneumoniae* (di Martino i in. 2003);
- *Legionella pneumophila* (Atlas 1999; Declerck 2010; Declerck i in. 2007; Hindré i in. 2008; Murga i in. 2001; Storey i in. 2004);
- *Proteus mirabilis* (Holling i in. 2014; Jones i in. 2007; Moryl i in. 2014);
- *Pseudomonas aeruginosa* (Klausen i in. 2003; O'Toole i Kolter 1998; Ramsey i Whiteley 2004; Savoia 2014);
- *Staphylococcus aureus* (Kiedrowski i in. 2014; Islam i in. 2014; Wojtyczka i in. 2014).

1.1. Zewnątrzkomórkowe substancje polimerowe

Jak już zostało wspomniane, biofilm jest złożoną strukturą zbudowaną z agregatów komórek bakteryjnych w ramach matrycy pozakomórkowych substancji polimerowych (EPS). EPS są to składniki o wysokiej masie cząsteczkowej wydzielane przez mikroorganizmy do otoczenia.

Struktura matrycy stanowi elastyczną część biofilmu. Przestrzenie międzywęzłowe oraz kanały oddzielające mikrokolonie zawierają płyn rozdzielający, składający się głównie z wody. Płyn rozdzielający stanowi lepki element biofilmów. Matryca EPS zapewnia biofilmowi stabilność mechaniczną dzięki lepko-sprężystym właściwościom (Shaw i in. 2004), jak również integralność funkcjonalną i integralną. Fizykochemiczne właściwości biofilmów są głównie determinowane przez jakościowy i ilościowy skład matryc EPS (Flemming i Wingender 2010).

W biofilmie mogą występować wszystkie ważniejsze rodzaje makrocząsteczek, takie jak polisacharydy, białka, kwasy nukleinowe, peptydoglikany i lipidy. Chociaż pozakomórkowe polisacharydy uznaje się za główne składniki strukturalne matrycy

biofilmu, to jednak kwas deoksyrybonukleinowy (DNA) odgrywa kluczową rolę przy tworzeniu struktur biofilmu (Whitchurch i in. 2002).

EPS stanowią materiał konstrukcyjny kolonii bakteryjnych i są przymocowane do zewnętrznych powierzchni komórki lub są uwalniane do pożywki wzrostowej. Składniki te są istotne przy tworzeniu biofilmu oraz podczas przywierania komórek do powierzchni. EPS stanowią 50–90% całkowitej materii organicznej w biofilmach (Donlan 2002; Donlan i Costerton 2002; Flemming i in. 2000).

Powstawanie biofilmów mikrobiologicznych można zaobserwować praktycznie na wszystkich podwodnych powierzchniach w środowiskach naturalnych, jak i przemysłowych. Biofilmy obserwuje się również na złączach w postaci kulek lub w większości środowisk wodnych w formie kłaczków albo granulek (Marti i in. 2011).

Mikroorganizmy syntetyzują szerokie spektrum wielofunkcyjnych polisacharydów, takich jak wewnątrzkomórkowe, strukturalne i pozakomórkowe polisacharydy lub egzopolisacharydy (ES). ES są to polimery o wysokiej masie cząsteczkowej, w ich skład wchodzą pozostałości cukrowe, które są uwalniane przez mikroorganizm do otoczenia. ES jest zasadniczo zbudowany z monosacharydów oraz różnych niewęglowodanowych podstawników, takich jak octan, pirogronian, bursztynian oraz grupy fosforanowe. Dzięki różnorodnej budowie ES znalazły szereg zastosowań w przemyśle spożywczym, farmaceutycznym oraz w medycynie.

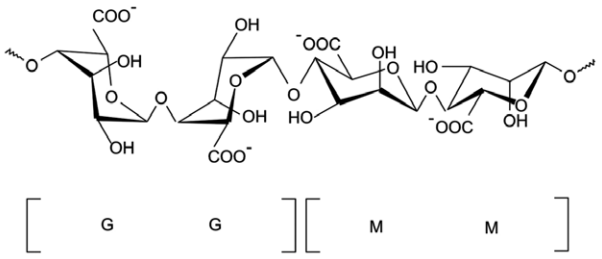
ES niektórych szczepów bakterii kwasu mlekowego, np. *Lactococcus lactis subsp. cremoris*, nadają galaretowatą strukturę produktom powstałym ze sfermentowanego mleka, takim jak *Viili* (jogurt powstały przy udziale mezofilnych bakterii fermentacji mlekowej). Ponadto te polisacharydy są przyswajalne (Ljungh i Wadstrom 2009; Welman 2009). Przykładem przemysłowego zastosowania ES jest użycie dekstranu we włoskim cieście *panettone* oraz w pieczywie w przemyśle piekarniczym (Ullrich 2009).

Lembre wraz ze współpracownikami wykazali szereg przykładów ES i węglowodanów w biofilmie bakteryjnym (Lembre i in. 2012). Budowa ES może różnić się w zależności od pochodzenia od danego gatunku bakterii (por. rozdz. 1.1.1–1.1.3).

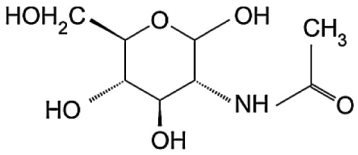
1.1.1. Alginian i N-acetyloglukozamina

W ostatnim czasie przeprowadzono szereg badań nad alginianem (rys. 1), polisacharydem pozyskiwanym od brunatnic oraz innych bakterii, takich jak *Azotobacter vinelandii* (Gorin i Spencer 1966) oraz *P. aeruginosa* (Davies i in. 1993; Davies i Geesey 1995; Linker i Jones 1964). Alginian klasyfikuje się jako ES o względnie wysokiej masie cząsteczkowej (10^4–10^6 g/ml). Składnik ten (Gacesa 1998) jest zbudowany z dwóch reszt kwasu uronowego: β-D-mannuronian, zwanego również M, oraz jego C-5 epimeru, α-L-guluronianu, zwanego również G (rys. 1).

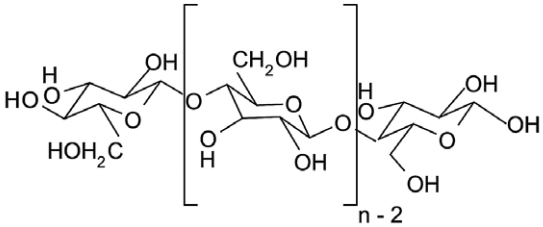
Kolejnym ciekawym przykładem ES jest N-acetyloglukozamina (rys. 2). Jest ona wytwarzana przez *E.coli, S. aureus* i *S. epidermidis* (Cerca i Jefferson 2008; Kaplan i in. 2004; Izano i in. 2008).



Rys. 1. Egzopolisacharydy w matrycach biofilmu: budowa alginianów G i M. Struktury G oznaczają „poli-α-L-guluronian", a bloki M „poli-β-D-mannuronian". Rysunek opracowany na podstawie BKchem wersja 0.13.0, 2009 (http://bkchem.zirael.org/index.html)



Rys. 2. Budowa N-acetyloglukozaminy. Rysunek opracowany na podstawie BKchem wersja 0.13.0, 2009 (http://bkchem.zirael.org/index.html)



Rys. 3. Budowa celulozy. Rysunek opracowany na podstawie BKchem wersja 0.13.0, 2009 (http://bkchem.zirael.org/index.html)

1.1.2. Succinoglikan

Succinoglikan jest wytwarzany przez *Alcaligenes faecalis var. myxogenes* 10C3, mikroorganizm wyizolowany przez grupę badawczą kierowaną przez autorów niniejszego artykułu. Mikroorganizm ten wytwarza zarówno rozpuszczalny wodzie, jak i nierozpuszczalny pozakomórkowy polisacharyd. Succinoglikan składa się z glukozy, galaktozy, kwasu pirogronowego oraz kwasu bursztynowego (stosunek molowy 7:1:1:1) o wiązaniach glikozydowych (β1-3)-, (β1-4)- oraz (β1-6)-. Te polimery czy oligomery są wytwarzane przez różne szczepy *Agrobacterium* oraz *Rhizobium* (Harada 1983; Harada i Amemura 1979; Hisamatsu i in. 1982; Tomlinson i in. 2010).

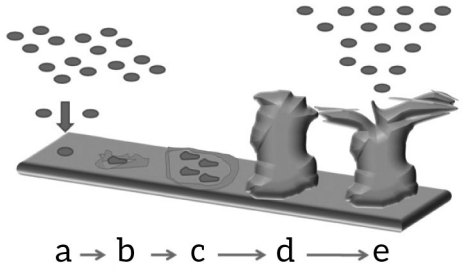
1.1.3. Celuloza

Celuloza (rys. 3) jest najliczniejszym polimerem cukrowym występującym na powierzchni Ziemi. Występuje on w świecie żywym: w roślinach, zwierzętach, grzybach oraz w bakteriach, takich jak *Salmonella spp*., *E.coli, Acetobacter, Agrobacterium* oraz *Rhizobium* (Matthysse i in. 2005; Solomon i in. 2005; Spiers i Rainey 2005).

2. Powstawanie biofilmu

Jak już zostało wspomniane, biofilmy stanowią skupiska mikroorganizmów przylegających do powierzchni i rosnących na niej (Costerton i Stewart 2001). Na powstawanie i rozwój biofilmów wpływ ma szereg różnych czynników, takich jak specyficzny szczep bakterii (Borucki i in. 2003; Chae i Schraft 2000), właściwości powierzchni materiałów czy parametry środowiska (wartość pH, dostęp do składników odżywczych oraz temperatura; Donlan 2002).

Powstawanie biofilmu jest procesem dynamicznym, składającym się z pięciu etapów:
(a) adhezja wstępna;
(b) adhezja trwała;
(c) powstawanie mikrokolonii;
(d) utworzenie dojrzałej formy biofilmu;
(e) migracja komórek i tworzenie nowych mikrokolonii (rozproszenie; rys. 4).



Rys. 4. Etapy powstawania biofilmu: (a) adhezja wstępna; (b) adhezja trwała; (c) powstawanie mikrokolonii; (d) utworzenie dojrzałej formy biofilmu; (e) migracja komórek i tworzenie nowych mikrokolonii (rozproszenie)

2.1. Adhezja wstępna

Początkowe przyleganie mikroorganizmów do powierzchni może być czynne lub bierne, w zależności od ich ruchliwości, grawitacyjnego przemieszczania się gatunków planktonowych (swobodny przepływ) czy też dyfuzji otaczającego płynu rozdzielającego (Kumar i Anand 1998). Właściwości fizyczne środowiska są istotne dla przylegania mikroorganizmu do podłoża, powstania biofilmu oraz procesów mikrobiologicznych. Adhezja komórek podczas tego procesu zależy w dużej mierze od parametrów fizykochemicznych powierzchni komórek bakteryjnych (Begoude i in. 2007). Na początku przylegające białka zawierają jedynie niewielką ilość EPS, wiele z tych form życia jest w stanie przemieszczać się niezależnie (O'Toole i Kolter 1998) poprzez drgania lub ślizganie się. Na tym etapie proces adhezji jest odwracalny (rys. 4).

2.2. Adhezja trwała (nieodwracalna)

Przejście biofilmu z fazy odwracalnej do nieodwracalnej jest związane z interakcją pomiędzy powierzchnią z wytwarzaniem EPS oraz obecnością bakterii (rys. 4). Na tym etapie komórki tracą zdolność do przemieszczania się, którą zapewniały im wici (Stoodley i in. 2002). Po zakończeniu fazy nieodwracalnego przywiązania potrzebna byłaby wyjątkowo mocna siła, aby usunąć biofilm. Niezbędne byłoby wówczas zastosowanie np. enzymów, detergentów czy substancji powierzchniowo czynnych. Badania McCoy i in. wykazały, że adhezja mikrobiologiczna zależy w dużej mierze od właściwości hydrofobowo-hydrofilowych danych powierzchni (McCoy i Brown 1998).

2.3. Powstawanie mikrokolonii

Powstawanie mikrokolonii wynika z jednoczesnej agregacji i wzrostu ilości mikroorganizmów (rys. 4). W efekcie powstawanie biofilmów wiąże się z wytwarzaniem EPS, który ma za zadanie wzmocnić wiązania między bakteriami a podłożem. Ponadto przyczynia się do ochrony kolonii przed stresem środowiskowym (Donlan 2002).

Mikrokolonie są odrębnymi zbiorowościami drobnoustrojów, ograniczonymi matrycą, zawierającymi komórki jednego lub wielu gatunków. W zależności od gatunku mikrokolonia może składać się z 10–29% oraz 75–90% EPS na matrycy (Costerton i in. 1987). Komórki bakteryjne na matrycy cechuje brak ruchów Browna. Ponadto analizowane struktury wielu mikrokolonii mają często kształt przypominający grzyb (Costerton i in. 1995).

Badania gatunków bakteryjnych w systemach naturalnych pokazały (McLean i in. 1997; Swift i in. 2001), że komórki planktoniczne z sąsiadującego ośrodka mogą w tej fazie przeniknąć do biofilmu przy pomocy komunikacji komórek (zwanej również *quorum sensing*).

2.4. Różnicowanie się osiadłej populacji bakterii i utworzenie dojrzałej formy biofilmu

Po przylgnięciu do powierzchni bakterie przechodzą dalszą adaptację do życia w biofilmie. Z tą fazą związane są dwie istotne właściwości: zwiększona synteza EPS oraz wykształcenie odporności na działanie antybiotyków. Podczas tej fazy bakterie zyskują również inne właściwości, takie jak: odporność na działanie promieniowania ultrafioletowego, zwiększenie szybkości wymiany genetycznej, zmieniona zdolność biodegradacji oraz zwiększone wytwarzanie wtórnych metabolitów (O'Toole i in. 2000). Przykładowo obecność białek pochodzących z mleka czy mięsa może wpływać na właściwości fizykochemiczne powierzchni (ładunek, wolna energia, hydrofobowość itp.), co skutkuje zwiększeniem przylegania bakterii (Kumar i Anand 1998).

Dojrzewanie biofilmu (rys. 4) jest etapem, podczas którego żywe komórki bakteryjne przekształcają się w zorganizowaną strukturę (płaską lub przypominającą kształtem grzyb, rys. 4), w zależności od dostępu do składników odżywczych (Klausen i in. 2003).

Do osiągnięcia dojrzałości strukturalnej niezbędny jest okres 10 lub więcej dni (Stoodley i in. 2002). Bakterie rozwijają się w formie osiadłej w postaci różnorodnych mikrokolonii o zamkniętych kompleksach rozsianych po otwartych kanałach wodnych (Davey i O'Toole 2000). Przeprowadzono badania nad dojrzałymi biofilmami poprzez poddanie ich analizie porównawczej z kulturami hemostatycznymi *P. aeruginosa* z wykorzystaniem technologii mikromacierzy DNA. Wyniki pokazały, że ponad 70 genów było zmienionych, w tym geny kodujące białka

odpowiedzialne za translację, metabolizm, przenoszenie i/lub wydzielanie membranowe oraz regulację.

2.5. Migracja komórek i tworzenie nowych mikrokolonii

Po zakończeniu fazy czwartej część bakterii może opuścić „zestarzały" biofilm indywidualnie lub w grupach oraz rozproszyć się w środowisku. W rezultacie prowadzi to do przetrwania tych form życia oraz kolonizacji nowych niszy. To odłączanie się jest procesem przerywanym oraz okazjonalnym i zależy od różnych czynników, takich jak:

(a) wahanie przepływu otaczającego płynu;
(b) obecność substancji chemicznych lub zmiany właściwości powierzchni komórek lub skolonizowanego podłoża;
(c) procesy wewnętrzne biofilmu, takie jak endogenna degradacja enzymatyczna;
(d) uwolnienie EPS lub białka wiążącego powierzchnię.

Czynniki te mogą wystąpić w tym samym czasie. Ponadto również głód jest uznawany za powód rozpraszania biofilmu, ponieważ zmusza bakterie do poszukiwania innego środowiska o wysokiej zawartości składników odżywczych (Srey i in. 2013). Każdy mikroorganizm, który się odłączył, może przedostać się do środowiska i zacząć od nowa proces tworzenia biofilmu (rys. 4).

3. Czynniki środowiskowe wpływające na powstawanie biofilmu

3.1. Wartość pH i temperatura

Bakterie są podatne na zmiany wewnętrznego i zewnętrznego pH oraz temperatury, co wpływa na ich aktywność i syntezę białek związaną z wieloma innymi procesami komórkowymi (Olsen 1993). Stopniowy wzrost poziomu kwasowości sprzyja szansom przeżycia komórek, w przeciwieństwie do nagłego wzrostu wynikającego z dodania kwasu chlorowodorowego (Li 2001). Wynik ten pozwala sądzić, że bakterie dysponują mechanizmami umożliwiającymi populacji zaadaptowanie się do niewielkich zmian pH (Garrett i in. 2008). Bakterie posiadają pompy protonowe związane przez membrany, które wypychają protony z cytoplazmy w celu wytworzenia transbłonowego gradientu elektrochemicznego, tj. siły napędowej protonu. Bierny napływ protonów w reakcji na siłę napędową może stanowić problem dla komórek dążących do wyregulowania cytoplazmatycznego pH (Booth 1985). Znaczne wahania zewnętrznych wartości pH mogą zdominować działanie tych mechanizmów i mieć biobójczy wpływ na mikroorganizmy. Optymalna wartość pH dla wytwarzania polisacharydu zależy od poszczególnych gatunków. Jednakże badania pokazują, że korzystne wartości pH dla większości bakterii wynoszą około 7 (Oliveira i in. 1994).

3.2. Ukształtowanie powierzchni

Chropowatość podłoży uznaje się za jeden z głównych czynników determinujących zakres kolonizacji bakteryjnej (Crawford i in. 2012; Oh i in. 2009). Ponadto odgrywa on kluczową rolę przy procesie przylegania zwłaszcza wtedy, gdy nieregularności na powierzchni odpowiadają wielkością drobnoustrojom i są w stanie zapewnić im schronienie przed niekorzystnym oddziaływaniem środowiska (Mitik-Dineva i in. 2008). Ponadto ukształtowanie powierzchni wpływa również na poziom adhezji bakteryjnej. Zależność między chropowatością powierzchni a przyczepnością (i wzrostem) bakterii może się różnić w zależności od danego gatunku. Gdy tylko dochodzi do kolonizacji powierzchni, odporność biofilmów na usuwanie poprzez ścieranie wzrasta proporcjonalnie do chropowatości powierzchni (Preedy i in. 2014).

3.3. Hydrofobowość i hydrofilowość

Hydrofobowość odgrywa istotną rolę w przywieraniu mikroorganizmów do powierzchni: czynnik ten wpływa na długość czasu wiązania komórek z podłożem. Hydrofobowość powierzchni komórek jest również istotna w adhezji, ponieważ interakcje hydrofobowe narastają wraz ze wzrostem niepolarnych właściwości każdej powierzchni (Alsteens i in. 2007; Faille i in. 2002; van Oss 1995, 1997).

4. Żywność i przemysł spożywczy

Biofilmy odgrywają szczególną rolę w sektorze spożywczym. Wiele badań wskazuje na obecność mikroorganizmów skupionych w biofilmach bezpośrednio na żywności, jak również na innych materiałach, z którymi żywność ma kontakt. Bakterie z łatwością przylegają do szkła czy narzędzi ze stali nierdzewnej, a także do powierzchni ceramicznych oraz polipropylenowych, co utrudnia ich eliminację (Adetunji i in. 2014; Balsanelli i in. 2014; Regina i in. 2014).

W przetwórstwie spożywczym do powstawania warstwy kondycjonującej dochodzi w wyniku interakcji bakterii z innymi organicznymi i nieorganicznymi cząsteczkami, np. białkami mleka lub mięsa. Tak powstały film, składający się z wielu kompleksów, może zostać usunięty wskutek dyfuzji lub przeniesiony za pomocą przepływu cieczy. Akumulacja cząsteczek na styku ciało stałe – płyn po kontakcie z żywnością może powodować wysokie stężenie składników odżywczych w fazie płynnej. Zwiększony poziom składników odżywczych na powierzchni kontaktu z żywnością może sprzyjać powstawaniu biofilmu działającego jak warstwa kondycjonująca.

Adhezja bakterii do żywności lub do powierzchni kontaktu z żywnością stanowi poważny problem higieniczny, który może przyczynić się do strat finansowych wynikających z psucia się tej żywności. Ponadto najnowsze badania wskazują na zdolność do przetrwania niektórych patogenów powstałych na powierzchniach kontaktu z żywnością. Do istniejącej już listy dołączono następujące drobnoustroje: *Salmonella* (de Oliveira i in. 2014; Lianou i Koutsoumanis 2012, 2013; Patel i in. 2013; Schonewille i in. 2012; Wang i in. 2013); *Listeria monocytogenes* (Barbosa i in. 2013; Borucki i in. 2003; Ferreira i in. 2014; Valderrama i Cutter 2013); *Yersinia enterocolitica* (Zhou i Yang 2011); *Campylobacter jejuni* (Joshua i in. 2006; Reeser i in. 2007; Teh i in. 2010, 2014); *Aeromonas hydrophila* (Elhariry 2011; Jahid i in. 2013); *E.coli* i *E.coli* O157: H7 (Dourou i in. 2011; Gomes i in. 2014; Silagyi i in. 2009; Simpson Beauchamp i in. 2012); *S. aureus* (Gutiérrez i in. 2012). Zdolność do przetrwania oraz akumulacja drobnoustrojów w biofilmach może stanowić źródło kolejnego zanieczyszczenia, co prowadzi do skrócenia

okresu przydatności do spożycia danego produktu. Do przeniesienia patogenów może również dojść za pośrednictwem aerozoli powstałych podczas procesów czyszczenia powierzchni roślin spożywczych (Italian Institute of Packaging 2009; Parisi 2011, 2012; Steinka 2015).

Jednym z głównych celów przemysłu spożywczego jest wytwarzanie bezpiecznych dla zdrowia produktów o wysokiej jakości organoleptycznej. Dlatego też niezbędne jest stałe monitorowanie wzrostu mikroorganizmów w celu zminimalizowania ryzyka zanieczyszczenia żywności przez różne drobnoustroje pochodzące od roślin spożywczych (zanieczyszczenie środowiskowe). Ponadto działania monitorujące powinny uwzględniać metody wytwarzania i obróbki produktów spożywczych, ze szczególnym uwzględnieniem kontaktów między produktami surowymi, półproduktami i produktami gotowymi a powierzchniami roboczymi i narzędziami. Przypuszcza się, że flora bakteryjna o patogennych właściwościach z łatwością przedostaje się do żywności za pośrednictwem powierzchni roboczych, narzędzi, materiałów do pakowania oraz innych urządzeń (Parisi 2013).

Dodatkowa obecność pozostałości składników odżywczych na powierzchniach sprzyja powstawaniu biofilmów. Nawet woda pitna wykorzystywana do mycia powierzchni może być źródłem pożywki dla drobnoustrojów, ponieważ zawiera substancje organiczne.

Z perspektywy przemysłowej biofilmy stanowią poważny problem, zwłaszcza dla branży spożywczej, tj. browarów, zakładów mięsnych czy mleczarni (Chen i in. 2007; Frank i in. 2003; Jessen i Lammert 2003; Simões i Vieira 2009; Simões i in. 2010; Somers i Wong 2004). Ze względu na ten przemysł należy pamiętać, że bakterie i składniki chemiczne (organiczne i nieorganiczne cząsteczki, takie jak białka mleka czy mięsa) mogą przywierać także do innych powierzchni niż żywność, prowadząc do powstania warstw kondycjonujących. Organiczne i nieorganiczne cząsteczki są niekiedy przenoszone razem z mikroorganizmami na różne powierzchnie poprzez dyfuzję lub gwałtowny przepływ płynów (Poulsen 1999; Sharma i Anand 2002). W takich przypadkach obserwuje się znaczną ilość pozostałości składników odżywczych wraz z silnym przywieraniem do powierzchni, co niejako warunkuje samą powierzchnię (Hood i Zottola 1997). Zwiększanie ilości składników odżywczych sprzyja zatem powstawaniu biofilmu (Jeong i Frank 1994).

Wytwarzanie biofilmu na materiałach mających kontakt z żywnością prowadzi do wielu problemów natury równocześnie higienicznej oraz ekonomicznej. Zanieczyszczenie biologiczne może powodować psucie się żywności jeszcze przed upływem terminu przydatności do spożycia (Parisi 2002a, b, c).

Jednakże z drugiej strony powierzchnie i narzędzia mające kontakt z żywnością wykonywane są z materiałów umożliwiających łatwe ich czyszczenie i dezynfekcję (Gurnari 2015). Z tego względu wykorzystuje się w tym celu stal i twarde tworzywa sztuczne, a nie porowate materiały, takie jak drewno. Na przykład głównym źródłem zanieczyszczenia mleka i produktów mlecznych są brudne i niedomyte urządzenia. Wskutek narastania biofilmów i ich dużej trwałości może dojść do zanieczyszczenia wtórnego, co spowoduje skrócenie okresu przydatności do spożycia produktów (Jin i Zhang 2008; Zottola i Sasahara 1994).

Do zanieczyszczenia może dojść w dowolnej chwili pomiędzy etapem pakowania i konsumpcji żywości. Zgodnie z najnowszymi wynikami badań dotyczącymi politereftalanu etylenu PET (materiału wykorzystywanego do produkcji plastikowych opakowań do napojów) bakterie mogą mocno przylgnąć i stworzyć biofilm w mniej niż 24 h. Natomiast w przypadku polipropylenu (wykorzystywanego do produkcji pojemników i talerzyków) rzadko dochodzi do zanieczyszczenia pleśnią czy bakteriami (Byun i in. 2007).

Współczesne urządzenia wykorzystywane w przemyśle spożywczym wytwarzane są z różnych materiałów, takich jak stal nierdzewna, szkło, plastik, guma oraz politetrafluoroetylen PTFE (teflon). Stopień hydrofobowości tych powierzchni wpływa na przyczepność drobnoustrojów (Sinde i Carballo 2000; Teixeira i in. 2005).

Do zanieczyszczenia żywności może dojść na różnych etapach jej produkcji. Na szczególną uwagę zasługują produkty łatwo psujące się, takie jak mleko. Może ono ulec zanieczyszczeniu już na etapie dojenia wskutek styczności z fekaliami czy użycia zanieczyszczonej wody. Należy pamiętać, że bakterie saprofityczne lub patogenne mogą przeniknąć pod uszczelkami lub poprzez urządzenia do pakowania i zanieczyścić mleko lub jego pochodne i/lub pojemniki, prowadząc tym samym do powstania biofilmu. W przypadku zanieczyszczenia materiałów opakowaniowych powstawanie biofilmu następuje już po etapie pasteryzacji. Półki czy ściany mogą stanowić wtórne źródło zanieczyszczenia: drobnoustroje mogą przeniknąć przez powietrze lub zostać przeniesione na rękach operatora urządzenia.

Projekt budowy urządzenia, jak również właściwy dobór materiałów mają kluczowe znaczenie przy zapobieganiu powstawania biofilmów (Gurnari 2015). Najbardziej odpowiednim materiałem do budowy urządzeń jest stal nierdzewna, którą łatwo się czyści z wykorzystaniem zwykłych detergentów.

Warunkiem koniecznym przy utrzymywaniu higieny urządzeń jest ich specyficzna konstrukcja (Gurnari 2015). Rogi, szczeliny, złącza, uszczelnienia i szpary stanowią punkty newralgiczne, w których może dojść do tworzenia się biofilmu. Jeśli projekt urządzenia i powierzchni roboczych jest nieodpowiedni, wówczas jakikolwiek program higieny będzie wskazywał na problemy związane z zanieczyszczaniem. Chcąc zatem kontrolować powierzchnie mające kontakt z żywnością, należy uwzględnić następujące zasady:

(a) projekt urządzenia powinien umożliwiać właściwe wdrożenie programu higieny, odpowiednie czyszczenie oraz zapewniać odpowiednie warunki sanitarne;
(b) skuteczny program czyszczenia powinien umożliwiać usuwanie niepożądanych materiałów z powierzchni mających kontakt z żywnością, takich jak mikroorganizmy, ciała obce i pozostałości detergentów.

5. Metody kontrolowania biofilmu

5.1. Metody fizyczne

Usuwanie biofilmów w przemyśle spożywczym przy udziale metod fizycznych odbywa się z pomocą:

(a) ultradźwięków o wysokiej częstotliwości;
(b) impulsów pól elektrycznych o wysokiej częstotliwości (ewentualnie przy jednoczesnym stosowaniu kwasów organicznych);
(c) pól elektrycznych o niskiej częstotliwości (w celu wzmocnienia działania biobójczego).

W ostatnim czasie do kontrolowania powstawania biofilmu pochodzącego od *Pseudomonas* wykorzystuje się pola elektryczne wraz z antybiotykami.

5.2. Metody chemiczne

Przed rozpoczęciem procedury dezynfekcji niezbędne jest skuteczne wyeliminowanie mikroorganizmów z powierzchni. Drobnoustroje stają się bardziej podatne na działanie środków odkażających, jeśli uprzednio usunie się biofilm z powierzchni. Nawet mechaniczne lub chemiczne przerwanie matryc polisacharydu jest istotne przy kontrolowaniu biofilmów. Spośród detergentów o silnym działaniu przeciwko powstawaniu biofilmów wyróżnia się przede wszystkim substancje chelatujące, takie jak kwasy tetraoctowe, np. kwas etylenodiaminotetraoctowy (EDTA). Niektóre utleniające środki dezynfekujące (np. kwas nadoctowy, chlor, jod, nadtlenek wodoru) są w stanie depolimeryzować ES. Substancje te umożliwiają oderwanie od powierzchni biofilmów wytworzonych przez niektóre rodzaje bakterii.

5.3. Metody biologiczne

Innowacyjna metoda kontrolowania zjawiska biofilmów polega na adsorpcji biologicznie czynnych cząsteczek, takich jak bakteriocyny i enzymy, na powierzchniach mających kontakt z żywnością. W przypadku prób zmniejszenia przyczepności *L. monocytogenes* do powierzchni (Saà Ibusquiza i in. 2011) niezwykle skuteczna okazała się nizyna. Wykorzystanie określonych kultur bakterii mlekowych oraz ich ekstraktów umożliwia zahamowanie działania mikroorganizmów odpowiedzialnych za rozkład produktów oraz patogenów na powierzchniach mających kontakt z żywnością (zwłaszcza na wyrobach drobiowych). Z kolei enzymy uznaje się za bardzo skuteczne detergenty ze względu na zdolność do inaktywacji polimerów pozakomórkowych biofilmu oraz wspieranie procesu usuwania biofilmu.

6. Biofilm a warunki szpitalne i odporność na antybiotyki

Należy pamiętać, że chroniczność zakażeń bakteryjnych wynika z powstawania biofilmu z udziałem bakterii, w przeciwieństwie do bakterii planktonicznych występujących przy ostrych infekcjach (Bjarnsholt 2013).

Dane epidemiologiczne pokazują, że biofilmy odgrywają szczególną rolę przy zapadaniu na choroby zakaźne (mukowiscydozę, zapalenie ozębnej, zakażenia krwi i infekcje dróg moczowych) ze względu na ich występowanie na sprzęcie medycznym. Problem ten jest szczególnie istotny dla pacjentów o obniżonej odporności, którzy nie są w stanie stawić oporu przenikającym do ich ciała drobnoustrojom. Oprócz nielicznych danych, obecnie nie ma szczegółowych badań na temat samego przebiegu procesu wywoływania choroby w ciele człowieka przez organizmy powiązane z biofilmem. Zakłada się, że mechanizmy te mogą obejmować następujące etapy:
(a) odrywanie się komórek lub skupisk komórek od biofilmów występujących na sprzęcie medycznym, co powoduje infekcje dróg moczowych oraz zakażenia krwi;
(b) wytwarzanie endotoksyn;
(c) odporność na działanie układu immunologicznego gospodarza;
(d) tworzenie niszy dla generacji odpornych organizmów (poprzez wymianę plazmidów).

Jeden z ciekawszych mechanizmów obronnych biofilmu polega na sygnalizacji międzykomórkowej, tzw. *quorum sensing*. Niektóre bakterie uwalniają sygnał cząsteczkowy, zwany również induktorem. Cząsteczki te są acylowanymi laktonami homoseryny dla bakterii Gram-ujemnych oraz substancjami pektynowymi (peptydami, aminami, aminokwasami) dla bakterii Gram-dodatnich.

Wraz ze wzrostem gęstości komórek rośnie również stężenie tych cząsteczek. Induktory wchodzą w reakcję z poszczególnymi receptorami w każdej komórce w celu aktywacji genów odpowiedzialnych za *quorum sensing* oraz zapoczątkowania reakcji łańcuchowej, powodującej ekspresję lub represję szeregu innych genów w chromosomie bakteryjnym.

Budowa i właściwości fizjologiczne organizmów wytwarzających biofilm wskazują na ich wrodzoną odporność na działanie środków antybakteryjnych, takich jak antybiotyki, środki odkażające i bakteriobójcze. Do mechanizmów odpowiedzialnych za tę odporność zalicza się:
(a) utratę mocy penetracyjnej antybiotyku przez matrycę biofilmu;
(b) udział ilościowy podwyższonego wzrostu drobnoustrojów tworzących biofilm;
(c) inne zmiany fizjologiczne wynikające z modelu wzrostu biofilmu.

Cząsteczki antybiotyku muszą przeniknąć do matrycy biofilmu w celu inaktywowania danych komórek. Pozakomórkowe substancje polimerowe tworzące matrycę stanowią barierę przed przenikaniem tych cząsteczek, aby zachować udział ilościowy cząsteczek przenoszonych do wnętrza biofilmu oraz interakcję środka antybakteryjnego z materiałem z matrycy. Przeprowadzono badania pokazujące utratę mocy penetracyjnej cyprofloksacyny w stosunku do *P. aeruginosa* (Suci i in. 1994), co oznacza konieczność wydłużenia okresu sterylizacji powierzchni ze standardowych 40 s do 21 min w przypadku powierzchni pokrytych biofilmem. Komórki bakteryjne są 15-krotnie bardziej wrażliwe na działanie tobramycyny w porównaniu do komórek nieuszkodzonego biofilmu (Hoyle i in. 1992).

Do wyjaśnienia zjawiska odporności na działanie środków dezynfekcyjnych posłużono się innym mechanizmem. Komórki powiązane z biofilmem mogą znacznie wolniej wzrastać niż komórki planktoniczne w przypadku opóźnionego wchłaniania środka antybakteryjnego. Anwar i in. (1989) wykazali, że stare komórki (okres życia: 10 dni) biofilmów *P. aeruginosa* były o wiele bardziej odporne na działanie tobramycyny i piperacyliny i in. niż młodsze komórki (okres życia: 2 dni).

Tabela 1. Główne metody kontroli biofilmu

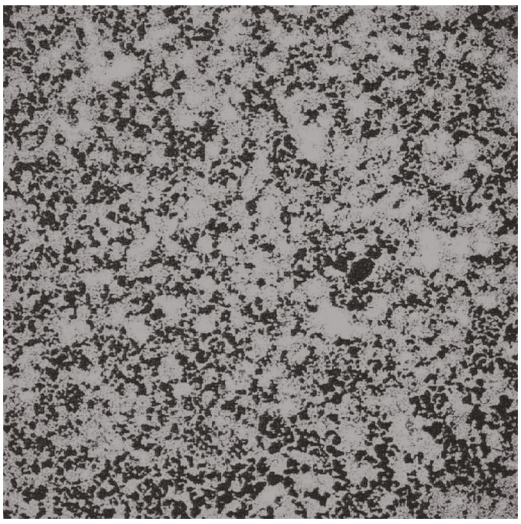
Metody kontroli biofilmu	Narzędzia kontroli biofilmu
Fizyczne	pola magnetyczne o dużym natężeniu
	pulsacyjne pola elektryczne o wysokiej energii
	pola elektryczne o niskiej energii
Mechaniczne	szczotkowanie
	skrobanie
Chemiczne	czynnik chelatujący
	kwas nadoctowy
	chlor
	jod
	monolaurynian nadtlenku wodoru
	chlorek cetylopirydyniowy
	inne substancje chemiczne
Biologiczne	bakteriocyny (np. nizyna)
	Lactobacillaceae
	enzymy bakteryjne: proteaza, alfa amylaza, beta glukanaza, endo-glikozydaza (endo-H), egzo-polisacharydaza itp.

Dawka 500 mg piperacyliny + tobramycyny (5 mg/ml) mogą spowodować całkowitą inaktywację komórek planktonicznych oraz biofilmów młodych komórek. Jednocześnie w analogicznych warunkach dojdzie do zmniejszenia ilości starszych komórek średnio o 20%.

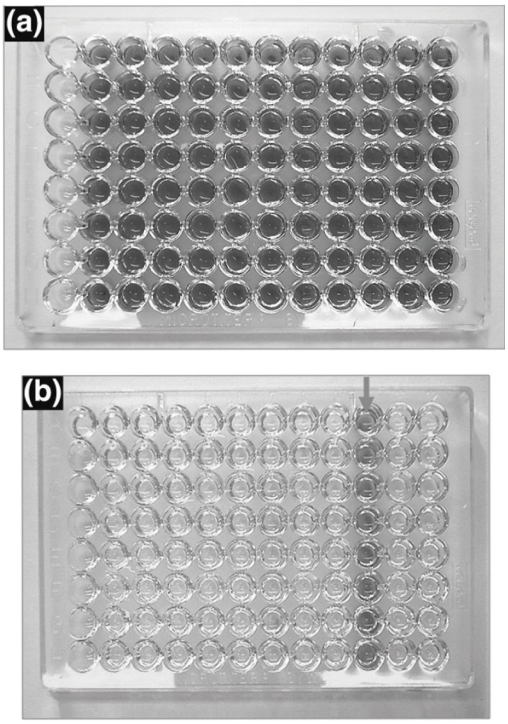
6.1. Pomiary i obserwacja biofilmów

Poddano ocenie budowę i wzrost biofilmu z udziałem różnych metod, takich jak fluorescencja, transmisja elektronów, skanowanie elektronów, mikroskopia konfokalna (CLSM). Do ostatniego badania wykorzystano mikroskop konfokalny TCS SP2 (Leica Microsystems Heidelberg GmbH, Mannheim, Niemcy) wyposażony w laser argonowo-kryptonowy oraz sparowany z mikroskopem odwróconym Leica DMIRB z fluorescencją. Zastosowanie CLSM oznaczało konieczność wykorzystania barwników fluorescencyjnych, takich jak jodek propidionu, czynnika fluorescencyjnego i interkalującego kwas nukleinowy (Sigma). Biofilm wytworzony przez *S. aureus* wzrastał na szkle i został poddany analizie z udziałem CLSM (rys. 5).

Obecnie znanych jest wiele metod szacowania produkcji biofilmu (Sternberg i in. 2014), z czego najczęściej wykorzystywane są analizy z udziałem płytek do mikromiareczkowania (Djordjevic i in. 2002; Elkhatib i in. 2014; Kwasny i Opperman 2010; Pierce i in. 2010). Na ścianach i spodzie płytek do mikromiareczkowania (zazwyczaj 96-komorowych) dochodzi do wzrostu biofilmów. Odczytów pomiarów dokonuje się zazwyczaj z udziałem spektrometru (rys. 6 i tabela 1).



Rys. 5. Biofilm wytworzony przez *S. aureus* na szklanej powierzchni (CLSM image; 2014, Laganà P, Delia S., University of Messina, Włochy)



Rys. 6. (a) Płytka do mikromiareczkowania, na której *S. aureus* i *P. aeruginosa* były inkubowane przez 45 min w temperaturze pokojowej z udziałem 1% gencjany; (b) płytka do mikromiareczkowania po umyciu i dodaniu 95% etanolu. Strzałka na rysunku pokazuje rząd ze szczepem *S. aureus* (Laganà P i Delia S, University of Messina, Włochy)

Bibliografia dostępna pod linkiem: wdp.com.pl/bibliografia.html

Fragment pochodzi z książki:
Mikrobiologiczne zanieczyszczenia żywności,
Pasaqalina Lagana, Gabriella Caruso, Caterina Barone i inni
Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa 2017

Nowe dotacje – lep na przedsiębiorców

Anna Szymczak

Trwa okres posuchy w dotacjach, a dokładniej – stare dotacje z perspektywy budżetowej 2014–2020 się skończyły, a nowe dopiero się tworzą. Trwa promocja zakończonych inwestycji dotowanych z UE. Zainteresowanie tematyką dotacyjną jest duże i niektórzy próbują taką sytuację wykorzystać, aby zarobić na nieuwadze przedsiębiorców.

Nabory wniosków z perspektywy 2014–2020 w zasadzie się zakończyły, wnioski złożone w ostatnich naborach są w trakcie oceny. Skoro nie ma naborów, to nie ma szans na podpisanie nowych umów o dotację. Z drugiej strony trwają intensywne akcje promocyjne wsparcia unijnego. Pokazuje się efekty zakończonych projektów, inwestycji z wyraźnym wskazaniem, że powstały dzięki wsparciu z dotacji UE. W spotach telewizyjnych czy radiowych prezentowane są efekty uzyskanych dotacji – nowe drogi, szkoły, oczyszczalnie, technologie itp. To podsyca zainteresowanie tematyką unijną.

Stan wiedzy na temat nowych możliwości wsparcia bazuje na dokumentach strategicznych, które mają status „projekt" i są to tylko zarysy. Takie dokumenty cechują się wysokim poziomem ogólności, co stwarza wrażenie, że na wszystko można uzyskać dotację. Dotacje dla firm są specyficzne, tzn. wielość branż, w jakich działają przedsiębiorcy, wymusza język opisu jako stosunkowo ogólny. Takie ogólne sformułowania umożliwiają snucie bardzo optymistycznych tez, że każde zamierzenie inwestycje będzie dotowane. Jednak – jak pokazują doświadczenia – diabeł tkwi w szczegółach i zapis z programu operacyjnego brzmiący np.: „dotowane będą projekty mające na celu podniesienie konkurencyjności", w regulaminie naboru może się zawęzić do: „dotowane będą projekty mające na celu wprowadzenie innowacyjnej technologii nie starszej niż 3 lata na rynku, podnoszącej konkurencyjność". Takich niespodzianek zawsze jest sporo i znacząco zmieniają one realne szanse na uzyskanie dotacji.

Przedstawiciele niektórych firm doradczych czy wydawnictw nękają przedsiębiorców telefonami, e-mailami i ofertami na „napisanie wniosku" z nowych dotacji czy przesłanie materiałów, co do których dostęp mają już teraz tylko oni, sugerując pełną znajomość nowych warunków wsparcia.

Należy mieć świadomość, że podpisanie umowy na sporządzenie wniosku o dotację, gdy nie są znane faktycznie warunki udzielenia dotacji, jest dosyć ryzykowne, tzn. może się okazać, że dany pomysł na inwestycję nie będzie miał realnie szans na otrzymanie dotacji, a firma podejmie zobowiązanie zapłacenia za napisanie wniosku o dotację na projekt, który nie ma szans na powodzenie, czyli pozyskanie dotacji. Z tego względu należy podchodzić z dużą ostrożnością do osób proponujących pośrednictwo w pozyskaniu dotacji z programów, które jeszcze nie są zatwierdzone. Na wielu stronach instytucji zarówno krajowych, jak i regionalnych, zajmujących się naborami wniosków i rozdzielaniem dotacji, publikowane są już ostrzeżenia przez nieuczciwymi praktykami podmiotów, jednak osoby mniej zorientowane w systemie dotacyjnym – nie wchodzą na te programowe strony, stąd ostrzeżenie do nich nie dociera.

Skala takich drobnych oszustw jest duża i niedoszacowana, bo nie każdy zdaje sobie sprawę z tego, że dał się złapać na lep obiecanek „łatwych dotacji", a problem wyjdzie na jaw dopiero po złożeniu wniosku, gdy okaże się, że projekt jest kompletnie nietrafny tematycznie. Za kilka miesięcy będą ogłoszone nowe konkursy dla przedsiębiorstw i ruszy nowe rozdanie. Ważne jest, aby do tego czasu – w oczekiwaniu na nowe szczegóły programów – nie paść ofiarą bardzo kreatywnych pseudodoradców, którzy szukają sposobu, jak wyłudzić środki od firm. ■

Anna Szymczak
e-mail: a.szymczak@ms-consulting.pl

reklama

Przemysłowa wiosna
w Targach Kielce

Targi Kielce
exhibition & congress centre

KIELCE FLUID POWER
Targi Pneumatyki, Hydrauliki, Napędów i Sterowań

CONTROL STOM
Targi Przemysłowej Techniki Pomiarowej

CONTROL TECH
Targi Przemysłowej Techniki Pomiarowej oraz Badań Nieniszczących

19-21 X 2021 Kielce

www.fluid-power.targikielce.pl

Diagnostyka drganiowa maszyn i zespołów maszynowych. Cz. 1

Sławomir Szymaniec, Marek Kacperak

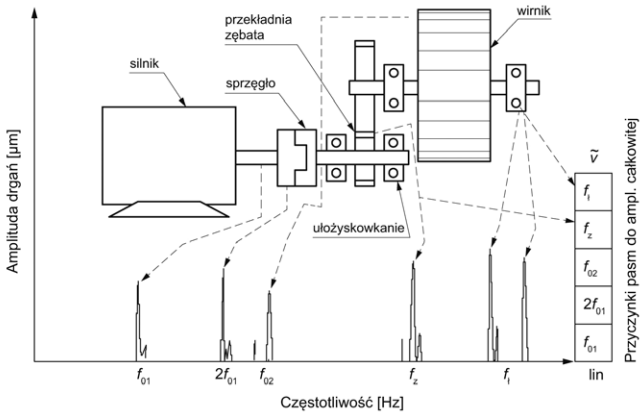
1. Wprowadzenie

Wieloletnie doświadczenia autorów w utrzymaniu ruchu w przemyśle oraz w drganiowej eksploatacyjnej diagnostyce maszyn pozwoliły ustalić podstawowe, dominujące zjawiska dynamiczne w zespołach maszynowych cementowni, ich przyczyny oraz wpływ na pracę cementowni. Wiarygodna diagnostyka maszyn jest możliwa tylko przy dobrej znajomości potencjalnych uszkodzeń maszyn i sposobów ich rozróżnienia.

Zadaniem specjalisty ds. diagnostyki, oprócz oceny ogólnego stanu dynamicznego maszyn i prognozy dalszej ich eksploatacji, jest identyfikacja uszkodzenia konkretnej części maszyny. Analiza sygnałów diagnostycznych maszyn w dziedzinie częstotliwości i czasu jest podstawą ich rozpoznania [266].

Na rysunku 1 przedstawiono występujące najczęściej źródła wymuszeń drgań zespołów maszynowych w cementowniach oraz odpowiadające im częstotliwości drgań [53, 54, 149, 150, 266]. Przyjęto następujące oznaczenia:

- f_{01} – częstotliwość obrotowa napędu;
- $2f_{01}$ – 2-krotnść częstotliwości obrotowej napędu;
- f_{02} – częstotliwość obrotowa maszyny napędzanej;
- f_z – częstotliwość zazębiania przekładni;
- f_l – częstotliwość łożyskowa.

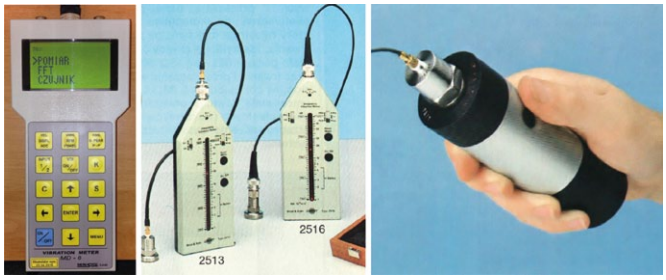


Rys. 1. Obraz widmowy drgań elementów maszyny prostej

Czołowe firmy produkujące profesjonalną aparaturę do pomiarów i analizy sygnałów, w tym aparaturę diagnostyczną dla potrzeb przemysłu, w swojej ofercie mają zwykle trzy grupy produktów [213–229, 266]:

- proste, przenośne mierniki danego sygnału;
- przenośne analizatory sygnału jedno-, dwu- lub czterokanałowe o rozbudowanym menu, zbieracze danych;
- aparaturę stacjonarną do monitoringu, systemy online.

Diagnostyka układów elektromechanicznych w przemyśle opiera się w głównej mierze na pomiarach sygnałów: napięciowego, prądowego, drganiowego, wyładowań niezupełnych oraz temperatury maszyn i urządzeń, a następnie na analizowaniu otrzymanych wyników [53, 54, 149, 150, 251–269].



Rys. 2. Przykładowe proste mierniki do pomiaru drgań wraz z ręcznym kalibratorem toru pomiarowego [32, 99]

Rys. 3. Przykładowe przenośne analizatory sygnału: (a–c) jedno-, (d) dwu- oraz (e) czterokanałowe o rozbudowanym menu, w tym zbieracze danych stosowane w opolskich cementowniach [32, 212–228, 266]

Pomiary sygnałów diagnostycznych wykonywane są bardzo często za pomocą prostych mierników (rys. 2) lub przenośnych analizatorów sygnału jedno-, dwu- lub czterokanałowych (rys. 3) o rozbudowanym menu, w tym zbieraczy danych. Są to najczęściej urządzenia o znacznych możliwościach pomiarowych, co umożliwia diagnozowanie uszkodzeń zespołów elektromechanicznych.

Bardzo ważną czynnością w diagnostyce [53, 54, 267] jest obserwacja trendu danego sygnału oraz prowadzenie dokumentacyjnego archiwum historii pracy maszyny. Aby to wykonać, należy dane pomiarowe odczytać i przesłać do komputera.

Prawie wszystkie analizatory mają interfejs umożliwiający transmisję danych i zdalne sterowanie, odpowiednie oprogramowanie umożliwia komunikację i przesyłanie danych.

Wykorzystywanie analizatorów sygnałów dodatkowo do celów badawczych stawia przed oprogramowaniem analizatorów specyficzne wymagania, które należy uwzględnić przy tworzeniu oprogramowania przeznaczonego do diagnostyki maszyn w przemyśle. Każdy z analizatorów powinien mieć możliwość „organizacji" pomiarów przemysłowych wg tzw. „ścieżki pomiarowej" (precyzyjnego menu pomiarów).

2. Niewyważenie wirników

2.1. Przyczyny niewyważenia

Niewyważenie wirników jest jedną z podstawowych przyczyn złego stanu dynamicznego maszyn. Amplituda drgań maszyny jest wprost proporcjonalna do wielkości niewyważenia. Za pomocą prostych obliczeń można wykazać, że już przy prędkości obrotowej 3000 obr./min przesunięcie środka ciężkości wirnika z osi obrotu tylko o 100 µm wywołuje reakcje dynamiczne na łożyskach (siła odśrodkowa) równe w przybliżeniu ciężarowi wirnika [53, 54, 149, 150, 266, 273].

Przyczyny niewyważenia bywają następujące [53, 54, 149, 150, 266, 273]:

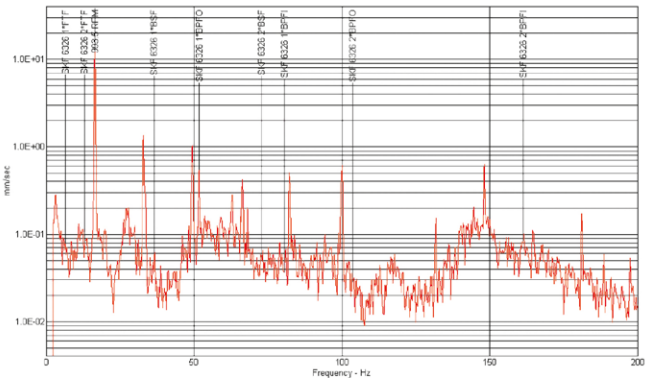
- wady materiałowe;
- błędy konstrukcyjne;
- błędy wykonawstwa;
- błędy montażu;
- deformacje termiczne;
- luzowanie elementów wirnika i ich przemieszczenie;
- erozja wirnika i osady na wirniku;
- korozja materiału wirnika;
- kawitacja w pompach;
- pełzanie materiału wirnika;
- przytarcie wirnika;
- czynniki hydro-aerodynamiczne.

2.2. Charakterystyka składowych drgań

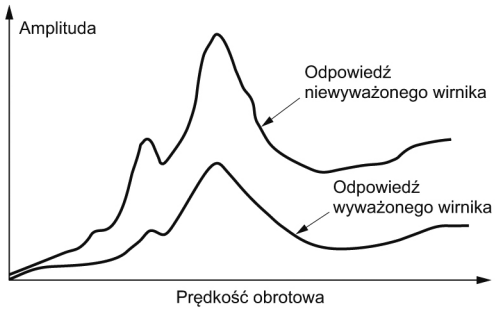
Drgania maszyny spowodowane statycznym niewyważeniem wirnika pojawiają się głównie w płaszczyźnie promieniowej i stycznej, przy czym drgania obudów łożysk w kierunku poprzecznym są współfazowe. W przypadku wirników przewieszonych (wirnik zamocowany na końcu wału poza łożyskowaniem) bardziej znaczące drgania mogą się pojawić w kierunku osiowym. Amplituda drgań jest stała.

W widmie drgań wyraźnie dominuje składowa o częstotliwości obrotowej wirnika f_{01} – rys. 4. W przypadku ugięcia wału występują drgania promieniowe i osiowe, przy czym drgania promieniowe są współfazowe, natomiast drgania osiowe są przeciwfazowe [53, 54, 149, 150, 266, 273].

Następuje zmiana fazy drgań w trakcie eksploatacji maszyny w płaszczyźnie promieniowej. Amplituda drgań jest większa w kierunku najmniejszej sztywności (typowo w płaszczyźnie poziomej). Pojawia się duża amplituda drgań przy „przejściu" przez prędkość krytyczną. Ma miejsce przesunięcie krytycznej częstotliwości w wyniku nieliniowej odpowiedzi układu wirującego – rys. 5.



Rys. 4. Przykładowe widmo drgań obudowy łożyska z niewyważonym wirnikiem



Rys. 5. Wzrost amplitudy drgań przy przejściu przez prędkości krytyczne [53, 54, 266]

Rodzaj niewyważenia można rozpoznać, porównując fazy drgań węzłów łożyskowych (podparć łożyskowych) wirnika:

- jeżeli są w fazie, to ma miejsce niewyważenie statyczne;
- przy przesunięciu fazy o 180° występuje niewyważenie momentowe;
- zmiana fazy pomiędzy 0 i 180° wskazuje na niewyważenie dynamiczne;
- przesunięcie fazy o 180° drgań osiowych pomiędzy obydwoma łożyskami świadczy o skrzywionym lub wygiętym wale.

Z praktyki, licznych eksperymentów oraz rozważań teoretycznych wynika, że niewyważenie wywołuje wyraźny wzrost prędkości drgań maszyny, który jest obserwowany w szczególności przy pomiarze drgań na łożyskach w kierunku poziomym (kierunku o najmniejszej sztywności) – rys. 4. Intensywność drgań silnika wywołana niewyważeniem (poza obszarami rezonansów) jest w przybliżeniu proporcjonalna do kwadratu prędkości obrotowej i nie zależy bezpośrednio od zmian obciążenia. Widmo prędkości drgań wywołanych niewyważeniem ma charakter poliharmoniczny z wyraźną dominacją składowej odpowiadającej prędkości obrotowej f_{01} opisanej wzorem (na rys. 4 – 1×RPM i kolejnych jej harmonicznych: 2×RPM, 3×RPM itd.):

$$f_r = \frac{n}{60} = \frac{f_0}{p} \cdot (1 - s) \qquad (1)$$

gdzie: n – prędkość obrotowa wirnika; s – poślizg; p – liczba par biegunów; f_0 – częstotliwość sieci zasilającej.

Towarzyszy temu uaktywnienie „wszystkich możliwych" składowych w widmie, łącznie ze składowymi łożyskowymi, stojanowymi, żłobkowymi, wirnikowymi, wentylatorowymi itd. Widać to bardzo dobrze na rys. 4. Na rysunku 5 pokazano wzrost prędkości drgań przy przejściu wirnika maszyny przez obroty krytyczne. Intensywny wzrost poziomu drgań przy przejściu przez obroty krytyczne jest jednym z symptomów wystąpienia niewyważenia wirnika.

W prądzie silnika, który napędza niewyważoną maszynę wirnikową, obok typowych składowych widma pojawiają się składowe f_N. Składowe od prędkości obrotowej silnika f_{01} modulują składowe podstawowe f_0:

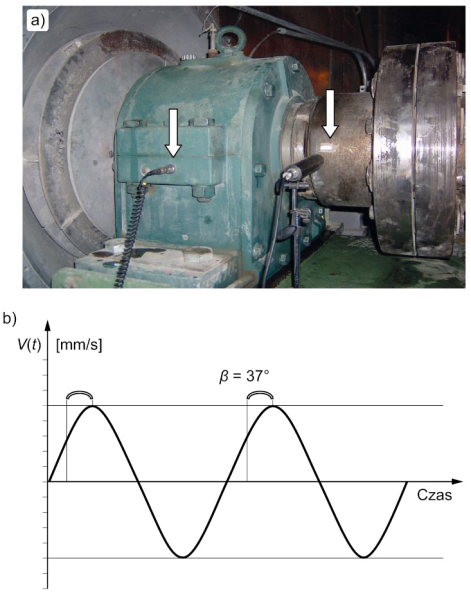
$$f_N = f_0 \pm f_{01} \quad (2)$$

Za charakterystyczne symptomy niewyważenia należy uznać:

- w widmie jest widoczne, że składowa częstotliwości związana z prędkością obrotową f_{01} ma większą niż normalnie rzeczywistą wartość skuteczną (RMS);
- częstotliwość drgań spowodowanych niewyważeniem wirnika jest równa częstotliwości obrotowej f_{01};
- najczęściej RMS składowej f_{01} jest większa niż 60% sumarycznej wartości drgań, co oznacza, że są niewielkie składowe krotności 1× – rys. 4;
- niewyważenie wywołuje wyraźny wzrost prędkości drgań silnika, obserwowany w szczególności przy pomiarze drgań na łożyskach w kierunku poziomym (kierunku o najmniejszej sztywności);
- faza składowej obrotowej (1×) mierzona względem znacznika na wale zmienia się adekwatnie do zmian kątowego położenia czujnika drgań na obudowie łożyska silnika – faza „podąża" za czujnikiem;
- intensywny wzrost poziomu drgań maszyny przy przejściu przez obroty krytyczne;
- w prądzie silnika, który napędza niewyważoną maszynę wirnikową, obok typowych składowych widma pojawiają się składowe ($f_n = f_0 \pm f_{01}$) pochodzące od prędkości obrotowej silnika, które modulują składowe podstawowe f_0;
- przy sporym niewyważeniu i stosunkowo małym tarciu w łożyskach (dobre smarowanie) maszyna zatrzymuje się w charakterystyczny sposób, kołysząc się.

2.3. Przygotowanie zespołu maszynowego do pomiarów

Postępowanie diagnosty powinno zmierzać do wyjaśnienia przyczyn charakterystycznego wzrostu drgań. Ważne jest, by wcześniej prawidłowo zorganizować stanowisko pomiarowe i właściwie przygotować zespół maszynowy do pomiarów (oczyścić obiekt wirujący, np. łopaty wentylatora, właściwie wybrać punkt pomiarów drgań, właściwie zamocować czujniki drgań i czujnik fazy). Czynności te są wręcz obowiązkowe. Bardzo często bywa tak, że po gruntownym oczyszczeniu łopat wentylatora drgania na wszystkich łożyskach znacząco maleją – do poziomu, który wyważanie czyni zbytecznym. Bywa i tak, że



Rys. 6. Pomiar drgań przykładowego zespołu maszynowego dużego wentylatora w celu stwierdzenia, czy przyczyną nadmiernych drgań jest niewyważenie: a) widok usytuowania czujnika drgań, czujnika fazy (lunetki) oraz znacznika na wale; b) idea pomiaru kąta fazowego dla składowej 1× względem znacznika na wale [266]

dopiero po piaskowaniu wentylatora osiąga się bardzo niski poziom drgań. Jeżeli czyszczenie nie przyniosło oczekiwanych rezultatów, należy ustalić, czy wzrost drgań nie jest spowodowany pogorszeniem osiowania. Skuteczną czynnością, która umożliwi wykluczenie ewentualnej nieosiowości jako przyczyny wzrostu drgań, jest zatrzymanie zespołu maszynowego i sprawdzenie osiowości układem laserowym. Przy tej okazji należy sprawdzić wszystkie mocowania, stan śrub, nakrętek, szpilek i tulei w sprzęgle, fundamentów i konstrukcji wsporczych. Po wykluczeniu jako przyczyny wzrostu drgań nieosiowości i anomalii w sprzęgle oraz w fundamencie i konstrukcji wsporczej ponownie należy uruchomić zespół maszynowy, zmierzyć drgania i sprawdzić, czy kąt fazowy składowej obrotowej mierzony względem znacznika na wale zmienia się adekwatnie do zmian kątowego położenia czujnika drgań na obudowie łożyska silnika – rys. 6. Jeżeli faza „podąża" za czujnikiem, to najprawdopodobniej przyczyną wzrostu intensywności drgań jest niewyważenie. Przykładowo, gdy dla położenia czujnika drgań w kierunku H, tak jak na rys. 6, zmierzony kąt fazowy dla składowej 1× względem znacznika na wale β = 37°, to po przemieszczeniu czujnika drgań o 180° (kierunek H po drugiej stronie łożyska) β = 37° + 180°, z zachowaniem pewnych tolerancji odchyłek akceptowanych przez doświadczenie mierzącego.

3. Niewspółosiowość maszyn

3.1. Typy niewspółosiowości

Na podstawie literatury [53–55, 149, 150, 178, 215, 266, 273] można wyciągnąć wnioski, że nawet ponad połowa wszystkich przedwczesnych uszkodzeń maszyn jest spowodowana przez niewłaściwe ich ustawienie (nadmierna niewspółosiowość).

Silnik i napędzana maszyna są na ogół konstrukcyjnie rozdzielone i połączone końcówkami wałów przy użyciu sprzęgieł. Elementy te często nie są jednak połączone współosiowo. Wyszczególnić można trzy typy rozosiowania (rozcentrowania wałów): promieniowe, kątowe i mieszane (rys. 7–11) . Powstają one w wyniku błędów wytwórczych i montażowych.

Nieosiowość równoległą, tzw. „korbę", w trakcie pomiarów diagnostycznych rozpoznajemy po dużych drganiach w kierunku promieniowym, dla których różnica fazy przy pomiarach w pobliżu sprzęgła jest bliska 180°, rys. 8 (patrz na kierunki umieszczenia czujników). Często składowa obrotowa w widmie (2 × RPM) ma większą wartość od składowej 1 × RPM, lecz jej wartość w stosunku do 1 × RPM jest uzależniona od rodzaju sprzęgła (jego konstrukcji). Kiedy rozosiowanie jest duże, może powodować pojawienie się w widmie wyższych harmonicznych (4 × RPM–8 × RPM) lub nawet całej serii wyższych harmonicznych, co skutkuje powstaniem widma podobnego do widma charakterystycznego dla mechanicznych luzów. Konstrukcja sprzęgła ma duży wpływ na postać spektrum drgań.

Niewspółosiowość kątową („rozwarcie na sprzęgle") rozpoznaje się po dużych drganiach poosiowych, dla których różnica fazy przy pomiarach w pobliżu sprzęgła jest bliska 180° – rys. 10 (patrz na kierunki umieszczenia czujników). Duże drgania poosiowe mają w widmie składowe o częstotliwościach obrotowych 1 × RPM, 2 × RPM i 3 × RPM (rys. 10). Takie objawy mogą również wskazywać na problemy ze sprzęgłem.

Zilustrowane powyżej przypadki nieosiowości należy rozpatrywać przestrzennie, dotyczą one bowiem zarówno płaszczyzny pionowej, jak i poziomej.

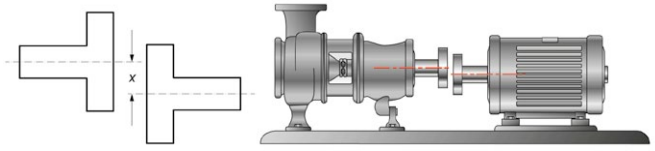
Istotnym zagadnieniem przy rozpatrywaniu nieosiowości jest sposób jej definiowania. Nieosiowość kątowa jest podawana jako kąt (w stopniach lub radianach) lub w mm w odniesieniu do 100 mm średnicy sprzęgła – rys. 11. Definicję niesiowości można znaleźć np. w pracy [178]: nieosiowość jest to maksymalne przesunięcie przypadające na odległość między powierzchniami czołowymi wałów.

Najczęściej w aparaturze służącej do pomiarów osiowości metodą laserową mikroprocesor przelicza i podaje przesunięcie równoległe [mm] oraz nieosiowość kątową [mm/100 mm], co odpowiada konkretnemu kątowi θ.

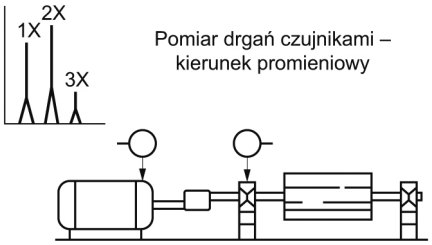
3.2. Charakterystyka składowych drgań

Niewspółosiowość elementów maszyny wywołuje drgania w płaszczyźnie promieniowej i w kierunku osiowym. Widmo drgań często charakteryzuje się wzrostem wartości składowych o częstotliwościach równych pierwszej i drugiej wielokrotności częstotliwości obrotów wirnika. Jeżeli amplituda drugiej składowej harmonicznej w kierunku osiowym przekracza 75% amplitudy pierwszej składowej w kierunku promieniowym, to stan taki może spowodować awarię maszyny [53–55, 149, 150, 266].

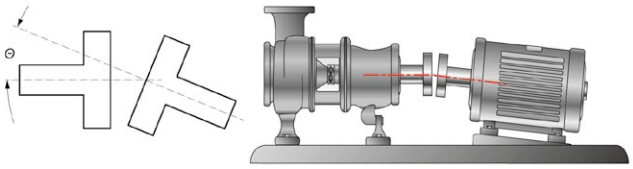
W przypadku niewspółosiowości stojana i wirnika maszyny elektrycznej w widmie drgań pojawiają się, oprócz pierwszej harmonicznej od obrotów, składowe o częstotliwości równej podwojonej częstotliwości sieci oraz składowe tworzące wstęgi boczne – rys. 12.



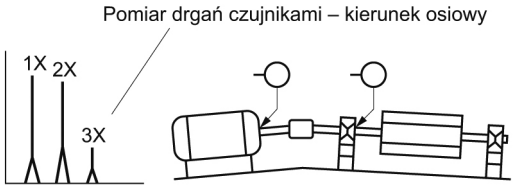
Rys. 7. Niewspółosiowość równoległa (promieniowa) [178]



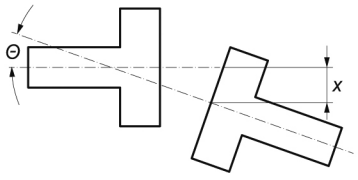
Rys. 8. Niewspółosiowość równoległa (promieniowa): po lewej u góry – charakter widma w kierunku promieniowym (wyniki pomiarów drganiowych w uproszczeniu); u dołu – relacje fazowe na łożyskach [273]



Rys. 9. Niewspółosiowość kątowa [178]



Rys. 10. Niewspółosiowość kątowa („rozwarcie na sprzęgle"): po lewej u góry – charakter widma w kierunku osiowym (wyniki pomiarów drganiowych w uproszczeniu); u dołu – relacje fazowe na łożyskach [178, 273]



Rys. 11. Niewspółosiowość mieszana [178]

Trajektoria wału ulega zniekształceniu w miarę zwiększania się niewspółosiowości – rys. 13.

3.3. Osiowanie urządzeń

Aby osiowanie nie okazało się bezużyteczną pracą, należy przeprowadzić inspekcję fundamentu w celu sprawdzenia, czy:

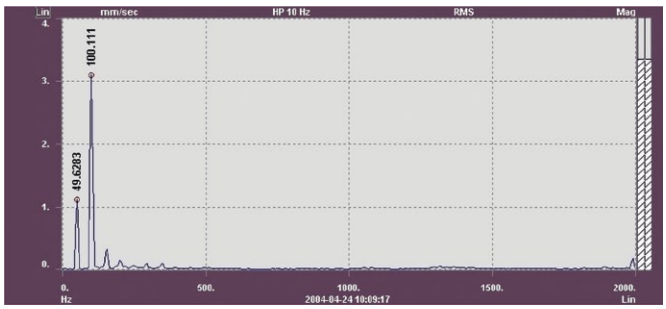
- płyty fundamentowe są niepowybrzuszane, niepopękane i płaskie;
- przedmiotowy fundament dostatecznie stwardniał, zanim zamontuje się na nim maszynę;
- łapy maszyny nie spoczywają bezpośrednio na fundamencie; jeżeli tak, to należy umieścić pod nimi dodatkowe podkładki;
- powierzchnia pod łapami maszyny jest czysta i wolna od rdzy;
- fundament pod maszyną mobilną, „ruchomą", jest odpowiednio usytuowany: powinien być nieco niżej usytuowany niż fundament maszyny stacjonarnej. Istotne znaczenie ma również przypadek tzw. „miękkiej stopy" (rys. 14).

Mianem tym określa się przypadek, kiedy maszyna spoczywa na trzech (lub mniej) łapach, zamiast na czterech. Jedna z łap nie stoi trwale na fundamencie [53–55, 150, 151, 179, 267].

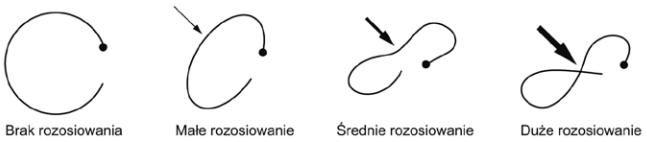
Na rysunku 15 pokazano jeden ze sposobów sprawdzenia, czy w danym przypadku mamy do czynienia z miękką stopą [53–55, 149, 150, 178, 266]. Metoda polega na obserwowaniu wskazań czujnika przy odkręcaniu śruby usytuowanej przy nim (przy pozostałych śrubach dokręconych). Odchylenie powyżej 0,12 mm wskazuje na prawdopodobieństwo wystąpienia „miękkiej stopy". Możliwość sprawdzenia tego przypadku ma większość urządzeń opartych na metodzie laserowo-optycznej.

Proces osiowania należy przeprowadzić w warunkach naturalnej pracy maszyny (temperatura pracy ustalona). Jeżeli nie ma możliwości przeprowadzenia centrowania w warunkach naturalnej pracy maszyny, to należy uwzględnić współczynnik rozszerzalności cieplnej, a podczas przeprowadzania procesu osiowania konieczna będzie korekta otrzymanych przesunięć maszyny. Korekta obejmuje uwzględnienie przesunięcia osi wału z pozycji „zimnej" do „gorącej" (to znaczy do warunków naturalnej pracy maszyny, a więc dla osiągnięcia określonego stopnia nagrzania). W zależności od rodzaju maszyny oraz jej temperaturowych warunków pracy zmiana linii wałów wskutek rozszerzalności cieplnej może osiągnąć dość znaczną wartość. Na przykład, dla przeciętnego silnika elektrycznego rozszerzalność cieplna jest rzędu 0,01 mm/m przy wzroście temperatury o 1°C [53–55, 178]. I tak, dla silnika o wzniosie wału H = 1,0 m, temperaturze osiowania +20°C, temperaturze pracy +50°C i podanej rozszerzalności cieplnej zmiana linii wałów wskutek rozszerzalności cieplnej wynosi: $1{,}0 \cdot (50 - 20) \cdot 0{,}01 = 0{,}3$ mm.

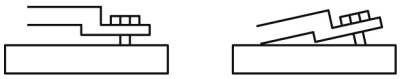
Jeśli maszyna stacjonarna oraz maszyna „ruchoma" mają takie same charakterystyki nagrzewania, to proces osiowania jest ułatwiony, ponieważ nie jest wymagane uwzględnienie korekty cieplnej. W przeciwnym wypadku, o ile to możliwe, osiowanie powinno być wykonane, zanim maszyny ostygną. Innym rozwiązaniem jest skompensowanie różnicy wynikającej z istnienia rozszerzalności. Na przykład, jeśli pod wpływem ciepła maszyna stacjonarna podnosi się o 0,25 mm, to pod łapami maszyny „ruchomej" powinny znaleźć się podkładki o grubości 0,25 mm.



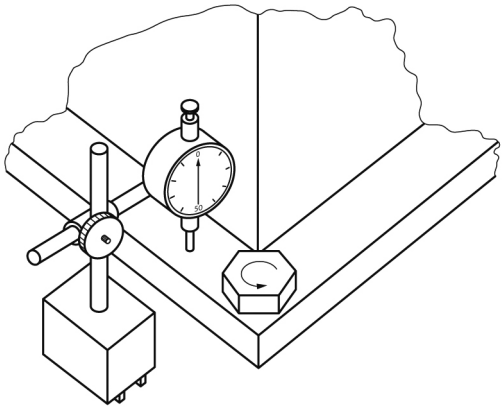
Rys. 12. Przykładowe widmo drgań obudowy łożyska przy niewspółosiowości zesprzęglonych wałów maszyn [53]



Rys. 13. Zmiana kształtu trajektorii wraz ze wzrostem rozosiowania wałów [53]



Rys. 14. „Miękka stopa" w uproszczeniu [53–55, 178]



Rys. 15. Sprawdzenie „miękkiej stopy" za pomocą czujnika zegarowego [53–55, 178]

Należy podkreślić, że nie ma jednoznacznych wytycznych odnośnie do dopuszczalnych tolerancji nieosiowości przy ustawianiu maszyn. Porównując w tym zakresie wytyczne producentów sprzęgieł, producentów maszyn i producentów aparatury co do osiowania, należy stwierdzić istnienie daleko idących rozbieżności. Mając na uwadze użytkownika maszyn, w którego interesie jest dążenie do wydłużenia czasookresu bezawaryjnej eksploatacji wirujących zespołów maszynowych, za celowe uważa się przyjęcie surowych wymagań odnośnie do tolerancji osiowania. Mogą to być kryteria podane przez czołową firmę Fixtur Laser AB [229], które są zbieżne z kryteriami osiowania

podawanymi przez inną, znaną firmę Prüftechnik AG – tabela 1 [193]. W tabeli podano wartość tolerancji w zależności od prędkości obrotowej i typu nieosiowości wałów. Wartość kątowego „załamania" podano jako różnicę w szerokości szczeliny między tarczami sprzęgła na 100 mm średnicy sprzęgła.

Wielkość odchyłki podczas procesu osiowania zależy od następujących czynników [178, 193, 229]:

- prędkości obrotowej wałów (im ta prędkość jest większa, tym kryteria tolerancji są bardziej zaostrzone);
- rodzaju sprzęgła (dla sprzęgieł sztywnych i półsztywnych wymagana dokładność podczas centrowania jest większa niż dla sprzęgieł podatnych);
- typu nieosiowości.

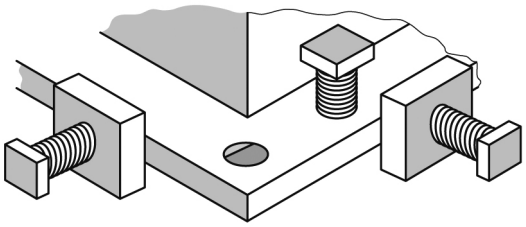
Osiowanie maszyn jest procesem wieloetapowym, którego poszczególne fazy muszą być wykonywane w ustalonym porządku zapewniającym najkorzystniejsze wyniki pracy. Wykonywanie kolejnego kroku w procesie osiowania musi być poprzedzone sprawdzeniem, iż wcześniejsze fazy zadania zostały wykonane prawidłowo. Całe zadanie można podzielić na etapy:

- zabezpieczenie maszyny przed przypadkowym załączeniem;
- identyfikacja maszyn, które należy wyosiować; sprawdzenie danych znamionowych, w tym prędkości obrotowej, rodzaju sprzęgieł i łożysk, ogólnych wymiarów, miejsca zainstalowania;
- sprawdzenie stanu technicznego (pęknięcia, luzy) fundamentu i konstrukcji wsporczych ze zwróceniem szczególnej uwagi na konieczność wyposażenia konstrukcji w okolicy maszyny mobilnej w tzw. „koniki" umożliwiające korektę ustawienia maszyny w poziomie, w tym do przodu i do tyłu (koniki mogą stanowić, po wyosiowaniu maszyn, dodatkowe zabezpieczenie przed ewentualnym przesuwaniem, rys. 16);
- ustalenie dopuszczalnych tolerancji osiowania z uwzględnieniem ruchów termicznych maszyn;
- kontrola sprzęgła i jego osadzenia na wale, pomiar „bicia" wałów, kontrola śrub mocujących;
- usunięcie wszelkich naprężeń w układzie – maszyny osiowane muszą się „dać" swobodnie obracać;
- sprawdzenie tzw. „miękkiej stopy";
- właściwe osiowanie maszyny, dokręcenie śrub mocujących i kontrola stanu wyosiowania układu;
- sprzęgnięcie osiowanych maszyn;
- uruchomienie zespołu maszynowego, pomiar i ewentualna analiza drgań, kontrola temperatury łożysk oraz innych parametrów pracy zespołu;
- ewentualna korekta ustawienia maszyn z uwzględnieniem poprawek termicznych.

Najnowszą aparaturą laserową (rys. 17 i 18) można mierzyć i osiować wszystkie typy maszyn wirujących. Jeśli wały maszyn nie mogą być obracane w szerokim kącie, tak by znalazły się na pozycjach odpowiadających godzinom 9:00, 12:00, 3:00, 6:00, można dokonać osiowania przez obracanie wałów w wąskim kącie, pomiędzy 10:30 a 1:30. Po wprowadzeniu wymiarów jak na rys. 19 i wykonaniu stosownego obrotu wałami, rys. 20, układ laserowy odczytuje współrzędne pozycji promieni laserowych na matrycach odbiorników, a mikroprocesor rozwiązuje układ równań (dla trójkątów prostokątnych), wyliczając

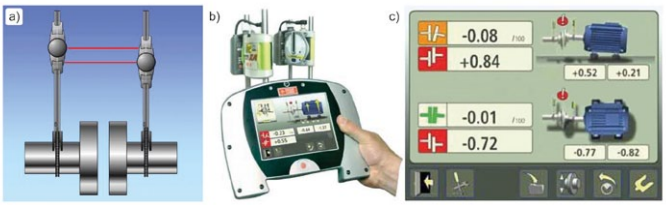
Tabela 1. Dopuszczalne odchyłki podczas procesu osiowania wg firmy Fixtur-Laser AB [229]

Rodzaj nieosiowości	Prędkość obrotowa *n* [obr/min]	Niewspółosiowość [mm]	
		bardzo dobra	zadawalająca
Przesunięcie równoległe	0–1000	0,07 mm	0,13 mm
	1000–2000	0,05 mm	0,10 mm
	2000–3000	0,03 mm	0,07 mm
	3000–4000	0,02 mm	0,04 mm
	4000–5000	0,01 mm	0,03 mm
	5000–6000	< 0,01 mm	< 0,03 mm
Kątowe załamanie	0–1000	0,06 mm/100 mm	0.10 mm/100 mm
	1000–2000	0,05 mm/100 mm	0.08 mm/100 mm
	2000–3000	0,04 mm/100 mm	0.07 mm/100 mm
	3000–4000	0,03 mm/100 mm	0.06 mm/100 mm
	4000–5000	0,02 mm/100 mm	0.05 mm/100 mm
	5000–6000	0,01 mm/100 mm	0.04 mm/100 mm



Rys. 16. Układ do przesuwania maszyny w poziomie, tzw. koniki [53–55, 178, 266]

Rys. 17. Jeden z najnowszych układów laserowych służących do osiowania [229]



Rys. 18. Jeden z najnowszych układów laserowych do osiowania:
a) schemat sposobu montowania laserów na wałach;
b) widok laserów i monitora z mikroprocesorem;
c) widok ekranu z obliczonymi wielkościami korekty położenia silnika na łapach w pionie i w poziomie oraz wielkością bicia kątowego i promieniowego na sprzęgle w poziomie i w pionie [229]

wielkości korekty położenia silnika na łapach w pionie i poziomie oraz wielkości bicia kątowego i promieniowego na sprzęgle w poziomie i w pionie (rys. 18 c).

Jeszcze do niedawna uciążliwym problemem było ustawianie przekładni pasowych, napędów bardzo rozpowszechnionych w cementowniach – rys. 21. Z chwilą opracowania aparatury laserowej dedykowanej przekładniom pasowym uciążliwość nie występuje – rys. 22.

4. Defekty łożysk tocznych

4.1. Przyczyny defektów łożysk i fazy ich degradacji

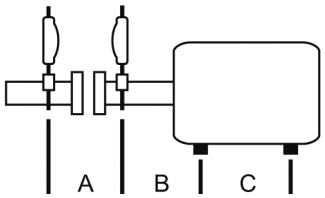
Łożyska są najbardziej odpowiedzialnymi i powszechnymi elementami maszyn. Ich głównym zadaniem jest bezpieczne przeniesienie obciążeń roboczych z elementu wirującego na korpus maszyny przy jednocześnie małych oporach ruchu. Większość maszyn to maszyny wirnikowe, w których wirnik jest podparty za pomocą łożysk tocznych. W maszynach tych o własnościach eksploatacyjnych całego układu decydują własności dynamiczne układu wirnik – łożyska maszyny. Chodzi tu przede wszystkim o wartość siły przenoszonej z wału na łożyska.

W łożyskach tocznych można wyróżnić następujące źródła drgań [26–32, 35, 36, 53, 54, 74, 115, 130, 135, 139, 151, 215, 220, 222–224, 226–228, 235, 252, 261, 266, 273, 310]:

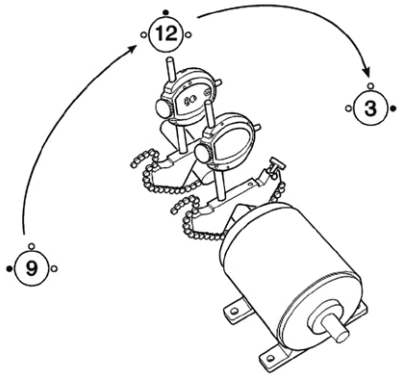
- zmiana liczby elementów tocznych przenoszących obciążenie (może to spowodować zmianę sztywności układu i być przyczyną drgań parametrycznych);
- błędy wynikające z technologii wykonania elementów łożyska (niedokładność kształtu bieżni pierścienia i elementów tocznych); kształt tych elementów wykazuje odchylenia (owalność, falistość), mogą również wystąpić wady gładkości powierzchni (chropowatość);
- niewyważenie koszyka;
- mimośrodowość bieżni w stosunku do osi obrotu wału, niewłaściwy luz promieniowy lub osiowy, drgania własne poszczególnych elementów łożyska.

Poziom drgań uszkodzonych łożysk rośnie wraz z ich zużyciem. Na podstawie obserwacji diagnostycznych eksploatowanych łożysk wyróżnia się kolejne fazy degradacji łożyska [53]:

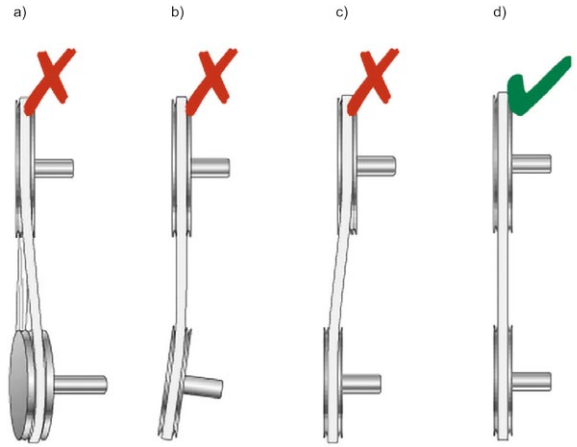
- Faza szumowa – symptomem drganiowym nowego łożyska jest szerokopasmowy charakter przyspieszeń drgań, których wartość szczytowa zawiera się w przedziale 0,9–2,0 m/s^2. W miarę powstawania mikrouszkodzeń pasmo drgań zawęża się w okolicy charakterystycznych częstotliwości drgań elementów łożyska lub jego obudowy, najczęściej nieruchomej bieżni zewnętrznej (4–10 kHz). Na tle tego szumu pasmowego pojawiają się wysokie impulsy; tym częstsze, im więcej mikrouszkodzeń powstaje na elementach łożyska. Pod koniec fazy szumowej wartości szczytowe przyspieszenia drgań obudowy łożyska mogą sięgać 40 m/s^2 i powinno to być sygnałem do planowej wymiany łożyska, np. przy najbliższym postoju maszyny.
- Faza drganiowa – podczas dalszej eksploatacji łożyska (niewymienionego w końcu fazy szumowej) następują ubytki masowe w łożysku, powodujące zmniejszenie średniej częstotliwości drgań. Następuje znaczny wzrost wartości szczytowej przyspieszenia drgań i dalsza trwałość łożyska może



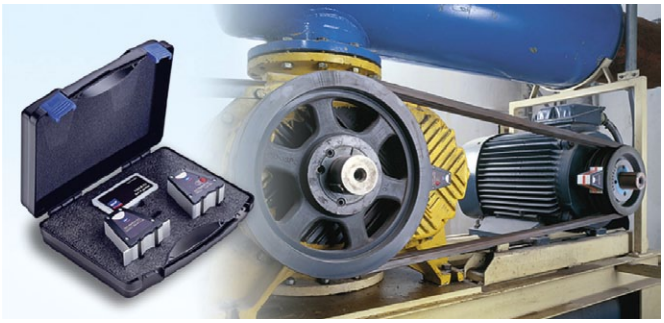
Rys. 19. Wymiary konieczne do obliczeń korekty ustawienia silnika w czasie osiowania [229]



Rys. 20. Obrót wałami w czasie osiowania (schemat)



Rys. 21. Nieosiowość napędu z przekładnią pasową (rysunek poglądowy): a) niewspółosiowość w płaszczyźnie pionowej; b) niewspółosiowość kątowa w płaszczyźnie poziomej; c) przesunięcie równoległe; d) właściwe ustawienie [231]



Rys. 22. Laserowa aparatura do ustawiania przekładni pasowych [231]

wynosić od kilku godzin do kilku tygodni. Następuje powiększenie luzów łożyska, co powoduje, że wartość przyspieszenia i średnia częstotliwość drgań maleją.

- Faza termiczna – dalsza praca łożyska powoduje deformację jego elementów i ubytki masowe skutkujące wzrostem oporów ruchu. Działanie sił tarcia powoduje wydzielenie się ciepła podwyższającego temperaturę łożyska. Następuje zmiana jego własności wytrzymałościowych i łożysko zmierza ku nieuchronnej awarii.

Okresowa lub ciągła kontrola stanu dynamicznego węzłów łożyskowych za pomocą pomiarów drgań chroni maszynę przed awarią groźną w skutkach. Pozwala na wczesne wykrycie zagrożenia i podjęcie działań zapobiegawczych. Istnieje konieczność kontroli własności dynamicznych węzłów łożyskowych w trakcie eksploatacji maszyn.

4.2. Osłuchiwanie łożyska

Niespokojny bieg łożyska można wykryć dzięki okresowemu osłuchiwaniu go przez obsługę ruchową maszyny. Znacznie efektywniejsze osłuchiwanie można prowadzić za pomocą stetoskopu elektronicznego. Poprawnie pracujące łożysko generuje miękki, czysty szum. Nietypowe dźwięki o charakterze mielenia, gwizdania lub innym wskazują na ogół na pogorszenie stanu łożyska. Doświadczona obsługa posługująca się stetoskopem lub innym prostym specjalizowanym narzędziem może je wykryć i zlokalizować – rys. 23.

Dźwięki przypominające gwizdanie mogą być spowodowane niedostatecznym smarowaniem. Metaliczne dźwięki mogą świadczyć o zbyt małym luzie w łożysku. Nierównomierny czysty ton może być wynikiem wgłębień na bieżni łożyska, a następujące okresowo dźwięki – wskazywać na uszkodzenie elementu tocznego. Brudne łożysko wywołuje dźwięk jak przy mieleniu. Znaczne uszkodzenie łożyska powoduje nieregularny i wysoki poziom hałasu. Wykrycie uszkodzenia łożyska przez jego osłuchiwanie jest najczęściej wykryciem zaawansowanego uszkodzenia, co skłania do szybkiej jego wymiany.

4.3. Kontrola temperatury łożysk

Podwyższenie temperatury łożyska zazwyczaj świadczy o zakłóceniach w jego pracy. Przegrzanie łożysk może wynikać z niewłaściwego doboru środka smarnego. Innymi przyczynami wysokiej temperatury łożysk w trakcie ich eksploatacji mogą być:

- nadmierne lub niedostateczne smarowanie;
- zanieczyszczenie środka smarnego;
- przeciążenie;
- uszkodzenie;
- mały luz łożyskowy;
- tarcie w uszczelnieniach;
- zbyt silne zaciśnięcie łożyska.

Wysoka temperatura łożyska negatywnie oddziałuje na środek smarny. Konieczny jest pomiar temperatury łożysk w czasie eksploatacji maszyny, najlepiej przez zainstalowanie czujników do pomiaru temperatury. Można prowadzić pomiary temperatury obudów łożysk za pomocą laserowych przyrządów do pomiaru temperatury ze stosunkowo dużej odległości – nawet ponad 2 m.

Rys. 23. Najprostszy sposób diagnozowania łożyska tocznego (osłuchanie łożyska przez jednego z autorów) [266]

4.4. Obserwacja wzrokowa

Obsługa ruchowa maszyn powinna prowadzić badania wzrokowe pracujących łożysk, regularnie kontrolując uszczelnienia łożyska. Uszczelnienia zapobiegają wnikaniu do łożyska np. gorących i powodujących korozję cieczy. Szczeliny uszczelnień labiryntowych powinny zawsze być wypełnione smarem. Zużyte uszczelnienia należy możliwie szybko wymienić. Uszczelnienia utrzymują środek smarny w oprawie łożyska, dlatego należy sprawdzić, czy środek smarny nie wydostaje się na zewnątrz.

W regularnych odstępach czasu zużyty smar powinien być wydalany lub wyciskany przez otwory do wypływu smaru z oprawy. W przypadku smarowania olejem należy upewnić się, czy nie został zatkany otwór odpowietrzający wskaźnik poziomu oleju. Łożyska należy smarować okresowo, zgodnie ze wskazówkami producenta maszyn i zaleceniami omówionymi wcześniej.

4.5. Pomiar współczynnika szczytu

Współczynnik szczytu jest ilorazem wartości szczytowej sygnału drganiowego do jego wartości skutecznej w danym przedziale częstotliwości drgań. Wartość współczynnika szczytu może być estymatą stanu łożyska tocznego [266].

Najczęściej metoda oceny stanu łożyska tocznego poprzez rejestrację współczynnika szczytu opiera się na pomiarach przyspieszenia drgań. Istotna jest zmiana współczynnika szczytu w czasie eksploatacji maszyny. Pomiary wykonuje się przyrządem, który ma możliwość wyznaczenia rzeczywistej wartości skutecznej i rzeczywistej wartości szczytowej. Wzrost współczynnika szczytu wskazuje na pogorszenie stanu łożyska tocznego. Należy wziąć pod uwagę fakt, że w ostatniej fazie uszkodzenia wartość współczynnika szczytu może maleć – rys. 24.

Przedstawioną metodą oceny stanu łożyska tocznego poprzez rejestrację współczynnika szczytu, podobnie jak przez osłuchanie łożyska, ocenia się jedynie stan łożyska, ale nie lokalizuje przyczyny zmiany stanu. Zaletą jej jest szybki, prosty i łatwy w obsłudze pomiar (pod warunkiem, że dysponujemy odpowiednim przyrządem pomiarowym). Skuteczność metody

maleje, gdy w pobliżu badanego węzła łożyskowego występują inne źródła sygnałów impulsowych.

4.6. Analiza widmowa drgań

We wczesnych stanach degradacji łożyska drgania charakteryzują się dużymi częstotliwościami (>500 Hz). W późniejszych stanach rosną zarówno składowa obrotowa drgań (pierwsza harmoniczna), jak i wiele jej wielokrotności.

Przyspieszenia drgań nowego łożyska mają charakter szerokopasmowy. W miarę powstawania mikrouszkodzeń pasmo drgań zawęża się w okolicy częstotliwości drgań elementów łożyska lub jego obudowy, najczęściej nieruchomej bieżni zewnętrznej (4–10 kHz) [26–32, 35, 36, 53, 54, 74, 115, 130, 135, 139, 151, 215, 220, 222–224, 226–228, 235, 252, 261, 266, 273].

Podczas dalszej eksploatacji łożyska następują w nim ubytki masowe powodujące zmniejszenie średniej częstotliwości drgań.

4.7. Metoda analizy obwiedni

W metodzie wykorzystującej analizę obwiedni sygnału sygnał drganiowy z czujnika, po wstępnym odfiltrowaniu zakresu częstotliwości obejmującego częstotliwość rezonansową węzła łożyskowego, podlega demodulacji, a następnie wyznaczane jest widmo sygnału modulującego, czyli obwiedni sygnału. Tak wyznaczone widmo obwiedni sygnału drganiowego może zawierać składowe o częstotliwościach drgań odpowiadających częstotliwościom defektów elementów łożyska [26–32, 35, 36, 53, 54, 74, 115, 130, 135, 139, 151, 215, 220, 222–224, 226–228, 235, 252, 261, 266, 273] – rys. 25.

Przedstawiona metoda polega na specyficznej analizie drgań rezonansowych maszyny. Krótkotrwałe impulsy – udary widoczne w przebiegach czasowych sygnału drganiowego węzłów łożyskowych – mogą być spowodowane uszkodzeniem elementu tocznego, koszyka lub przejściem elementu tocznego przez punktowe uszkodzenie bieżni łożyska. Znając geometrię łożyska, liczbę elementów tocznych (rys. 26) i prędkość obrotową bieżni wewnętrznej względem bieżni zewnętrznej, można wyznaczyć charakterystyczne częstotliwości składowych harmonicznych sygnału dla poszczególnych elementów łożyska (przy założeniu, że toczenie elementów łożyska odbywa się bez poślizgów). Częstotliwości odpowiadające defektom elementów łożyska tocznego można obliczyć, korzystając z zależności [266]:

- dla elementu tocznego:

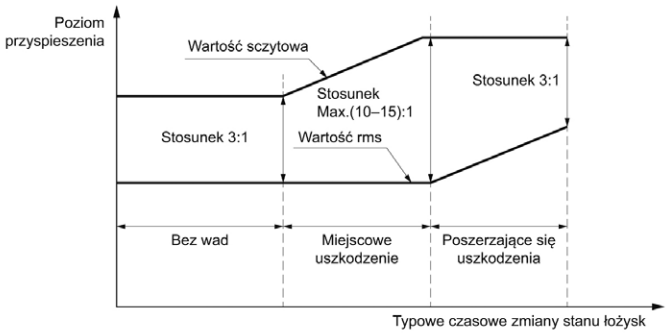
$$f_t = \frac{1}{2} f_n \frac{D}{d}\left[1-\left(\frac{d}{D}\cos\varphi\right)^2\right] \tag{3}$$

- dla bieżni wewnętrznej:

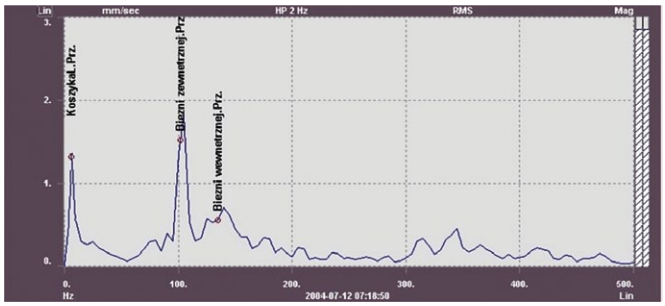
$$f_w = \frac{1}{2} N f_n \left[1-\frac{d}{D}\cos\varphi\right] \tag{4}$$

- dla bieżni zewnętrznej:

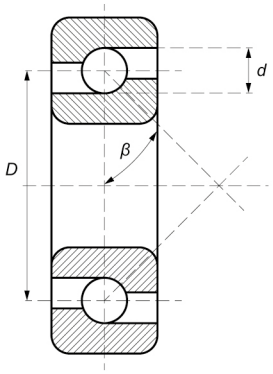
$$f_z = \frac{1}{2} N f_n \left[1-\frac{d}{D}\cos\varphi\right] \tag{5}$$



Rys. 24. Wartość współczynnika szczytu wyznaczona dla łożyska tocznego w czasie eksploatacji maszyny [28]



Rys. 25. Widmo drgań obudowy uszkodzonego łożyska wentylatora [53]



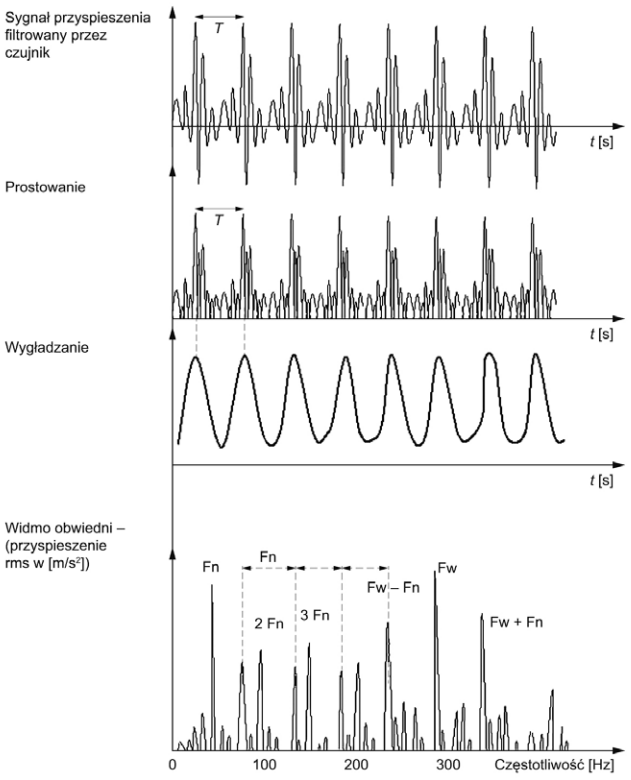
Rys. 26. Przekrój poprzeczny łożyska kulkowego

- dla koszyka:

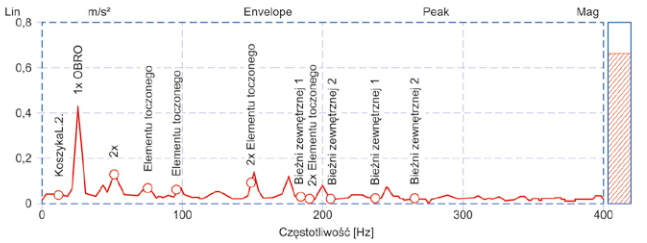
$$f_k = \frac{1}{2} f_n \left[1-\frac{d}{D}\cos\varphi\right] \tag{6}$$

gdzie: d – średnica elementu tocznego; D – średnica podziałowa łożyska; φ – kąt obciążenia łożyska; n – liczba elementów tocznych, f_n – częstotliwość obrotów pierścienia zewnętrznego względem pierścienia wewnętrznego.

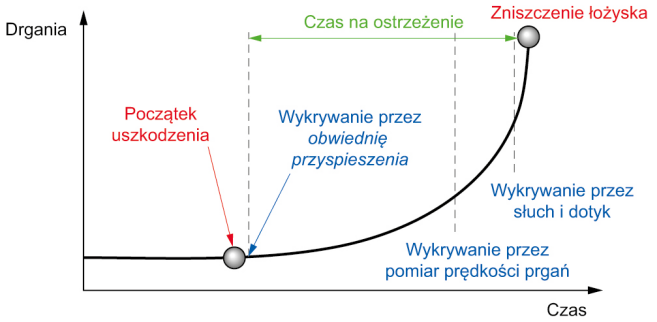
Obliczenie tych częstotliwości (wzory (3–6)) jest pierwszym etapem diagnozowania węzłów łożyskowych. Znając częstotliwości odpowiadające lokalnym defektom elementów badanego



Rys. 27. Metoda analizy obwiedni sygnału drgań [26, 28]



Rys. 28. Analiza obwiedni sygnału drgań łożyska [53]



Rys. 29. Wynik pomiaru drgań węzła łożyskowego przykładowego silnika w napędzie przemysłowym (idea diagnostyki drganiowej stanu technicznego łożyska tocznego w silniku) [222]

łożyska, wykonuje się pomiary i analizę drgań łożyska w punkcie, gdzie łożysko jest najintensywniej obciążone (np. dolna obudowa łożyska), wykorzystując w tym celu np. piezoelektryczny czujnik drgań – akcelerometr [26–32, 35, 36, 53, 54, 74, 115, 130, 135, 139, 151, 215, 220, 222–224, 226–228, 235, 252, 261, 266, 273].

W przedstawianej metodzie sygnał drganiowy węzła łożyskowego jest prostowany i wygładzany w celu uzyskania obwiedni sygnału, która zawiera niskoczęstotliwościowe modulacje odpowiadające cyklicznie pojawiającym się impulsom udarowym wynikającym z ewentualnego uszkodzenia łożyska [26–32, 35, 36, 53, 54, 74, 115, 130, 135, 139, 151, 215, 220, 222–224, 226–228, 235, 252, 261, 266, 273].

W ostatniej fazie pomiaru wykonuje się analizę widmową obwiedni sygnału, zazwyczaj w zakresie do 200 Hz lub do 500 Hz. Z tak otrzymanego widma można dokładnie określić częstotliwości dominujących składowych harmonicznych i porównać je z wcześniej wyznaczonymi [26, 53, 266] – rys. 28.

Analiza obwiedni sygnału przyspieszenia drgań łożyska tocznego jest bardzo skuteczną metodą wczesnego rozpoznania rozwijającego się uszkodzenia łożyska i najczęściej stosowaną (rys. 29).

Bibliografia dostępna pod linkiem: wdp.com.pl/bibliografia.html

Fragment pochodzi z książki:
Utrzymanie ruchu w przemyśle,
Sławomir Szymaniec, Marek Kacperak
Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa 2021

reklama
ROBOTYKA.com
AUTOMATYCZNY WYBÓR
najnowsze informacje ze świata robotyki

Bezpieczeństwo aplikacji robotów z wykorzystaniem ROS

David Portugal, Miguel A. Santos, Samuel Pereira, Micael S. Couceiro

Wprowadzenie

Roboty stają się częścią naszego codziennego życia w społeczeństwie. Oprócz szerokiego zastosowania w przemyśle, obecnie roboty odgrywają ważną rolę w zastosowaniach domowych, medycznych, kosmicznych i wojskowych. Ostatnie badania zaprezentowały znaczące innowacje również w innych dziedzinach, takich jak robotyka społeczna, robotyka polowa czy inteligentne pojazdy. Powszechne zastosowanie robotów w tych dziedzinach zostało znacznie przyspieszone ze względu na ostatnie postępy w dziedzinie kontroli, sztucznej inteligencji (SI), podejmowania decyzji, uczenia się robotów, lokalizowania i mapowania, planowania ruchu, wizji komputerowej, rozwoju czujników i innych istotnych dziedzin [1].

Oczywiście wraz z rosnącą liczbą robotów w naszym społeczeństwie rodzi się obawa o bezpieczeństwo. Jest to jednak często pomijany problem w systemach robotycznych, ponieważ nacisk kładziony jest na funkcjonalność i innowacje robotów. Nieautoryzowany dostęp do robota lub sieci używanej przez roboty może poważnie zagrozić systemowi, potencjalnie prowadząc do niedopuszczalnych konsekwencji, takich jak narażenie ludzi, którzy dzielą środowisko z robotem lub robotami [2].

Potencjalne zalety robotyki są jasne i szeroko udokumentowane. Wprowadzają jednak nowe obawy dotyczące bezpieczeństwa i prywatności. Systemy zrobotyzowane są budowane na tradycyjnych platformach komputerowych, połączonych z siłownikami oraz innymi czujnikami i sprzętem, takim jak kamery. W momencie gdy systemy takie zostają połączone w sieć i łączą się z Internetem, nie tylko stają się narażone na te same cyberataki co tradycyjne systemy komputerowe, ale także ujawniają zupełnie nowy zestaw problemów bezpieczeństwa związanych z obawami o prywatność w przypadku zhakowania lub, co gorsza, ze spowodowaniem krzywdy fizycznej.

Masowe wykorzystanie robotów prawdopodobnie zwiększy możliwości takich ataków. Jest to szczególnie problematyczne w obronie, medycynie i innych krytycznych dziedzinach dotyczących ludzi [2]. Jednakże uwzględnienie zagrożeń dla bezpieczeństwa i prywatności najwyraźniej nie było priorytetem dla twórców robotów wywodzących się zarówno ze środowisk akademickich, jak i z przemysłu. Wraz z tym nowym typem zagrożenia, wprowadzonym przez roboty mające dostęp do sieci, obecny moment jest idealny na dokładne przyjrzenie się aktualnym praktykom bezpieczeństwa, zanim roboty z poważnymi wadami staną się wszechobecne [3].

Komisja Europejska (KE) na bieżąco śledzi kwestie prawne i etyczne związane z nowymi technologiami i niedawno zaproponowała szereg zaleceń w sprawie przepisów prawa cywilnego dotyczącego robotyki i SI [4]. W trosce o bezpieczeństwo i prywatność KE opracowała kodeks etycznego postępowania dla badaczy i twórców technologii robotycznych. Kodeks jest dobrowolny i służy jako wytyczne dla osób zaangażowanych w rozwój i wykorzystanie robotyki i technologii SI w celu zapewnienia zgodności z ustalonymi standardami. Zaproponowano także utworzenie europejskiej agencji robotyki i SI, której głównym celem byłoby dostarczanie władzom publicznym informacji dotyczących kwestii technicznych, etycznych oraz regulacyjnych w tych dziedzinach.

Pomimo ostatnich postępów w finansowanych przez KE projektach z zakresu badań i rozwoju robotyki często pomija się kwestie bezpieczeństwa i prywatności. Jest to również powszechna praktyka w badaniach dotyczących robotyki, a nawet w dostępnych komercyjnych rozwiązaniach robotycznych (porównaj część „Kontekst"). Z tego powodu tworzenie bezpiecznych aplikacji robotów w środowiskach programowania ogólnego przeznaczenia jest konieczne. Jest to jeden z motywów trwającego projektu STOP R&D[1], którego celem jest wdrożenie komercyjnego systemu bezpieczeństwa rozproszonych i współpracujących robotów do roku 2020. Pomimo ukierunkowanej przełomowej aplikacji w świecie rzeczywistym zespół składający się z podmiotów publicznych i prywatnych zajmuje się znalezieniem rozwiązania typowych błędów popełnianych podczas projektowania złożonych systemów, takich jak rozwiązania wykorzystujące dużą liczbę robotów [5].

W ostatnich dziesięcioleciach opracowano wiele różnych struktur robotów, jednak bez wątpienia najbardziej popularnym jest *Robot Operating System* (ROS)[2] [6]. Szereg funkcjonalności tego systemu doprowadziło do wprowadzenia ROS na całym świecie, które stało się niemal standardowym oprogramowaniem pośredniczącym, tak wyczekiwanym przez społeczność zajmującą się rozwojem robotów. A zatem kilka robotów od dostawców i instytutów badawczych obsługuje ROS. W większości przypadków korzystanie z robotów podłączonych do Internetu pozostaje ograniczone tylko do laboratoriów badawczych, jednak ich szersze zastosowanie w przyszłości wydaje się nieuniknione [7]. W tym rozdziale omówiono zagadnienie bezpieczeństwa związane z aplikacją robotów, które wykorzystają ROS. Opierając się na wnioskach wyciągniętych z projektu STOP, dokonano przeglądu i omówiono kilka inicjatyw mających na celu

zabezpieczenie ROS, a także ogólne środki bezpieczeństwa, które należy wdrożyć, aby uniknąć groźnych dla prywatności i bezpieczeństwa konsekwencji.

W kolejnej części tego rozdziału omówiono przełomowe prace dotyczące promowania bezpieczeństwa i prywatności w robotyce, natomiast w części „Obawy dotyczące bezpieczeństwa ROS" zidentyfikowano znane problemy z zakresu bezpieczeństwa ROS. Następnie, w części „Koncepcje dotyczące zabezpieczania aplikacji robotów bazujących na ROS", przedstawiono i omówiono kilka ostatnich koncepcji, które podnoszą poziom bezpieczeństwa aplikacji ROS. Dodatkowo opisano ogólne badania i zalecenia mające na celu ochronę danych w projektach robotycznych, a na koniec rozdziału przedstawiono wnioski i perspektywy przyszłych prac.

Kontekst

Dyskusja na temat bezpieczeństwa i ochrony robotów sięga „Trzech zasad robotyki" Asimova z 1950 roku [8], które stwierdzają, że:

1. Robot nie może zranić człowieka ani w wyniku bezczynności pozwolić, by człowiekowi stała się krzywda.
2. Robot musi być posłuszny rozkazom wydawanym przez ludzi z wyjątkiem przypadków, gdy takie rozkazy byłyby sprzeczne z pierwszym prawem.
3. Robot musi chronić swoje istnienie, o ile taka ochrona nie jest sprzeczna z pierwszym lub drugim prawem.

Jednak wraz z postępem w robotyce naukowcy wykazali, że same te prawa nie są wystarczające do zarządzania zachowaniem robota [3].

Termin *Cryptobotics* został zaproponowany przez Morante'a i innych [2] jako jednolity termin na badania i zastosowania środków bezpieczeństwa komputerów i mikrokontrolerów w robotyce. W swojej pracy autorzy podkreślają potrzebę implementacji szyfrowanej komunikacji i analizowania wpływu szyfrowania na wydajność w czasie rzeczywistym, podnosząc w ten sposób świadomość programistów na temat opłacalności integrowania tych mechanizmów w zależności od konkretnego przypadku. Finnicum i King [9] scharakteryzowali kluczowe czynniki poprawiające bezpieczeństwo i prywatność w aplikacjach robotów, takie jak identyfikacja użytkownika, prawidłowe ujawnianie uprawnień aplikacji i kontrola nad własną prywatnością. Ponadto autorzy zaproponowali warstwową architekturę oprogramowania opartą na jądrze bezpieczeństwa dla aplikacji robotów. Co więcej, Adi [10] skoncentrował się na wymaganiach bezpieczeństwa w zakresie projektowania technologii identyfikacji robotów na zasadzie analogii do ludzkiego społeczeństwa, umożliwiając w ten sposób bezpieczne transakcje między robotami o unikatowej, weryfikowalnej tożsamości.

W pracy [11] opisano ulepszenie bezpieczeństwa *Interoperable Telesurgery Protocol* (ITP). Odnosi się to do czterech kluczowych aspektów bezpieczeństwa: komunikacji, uwierzytelniania, autoryzacji oraz opracowywania i egzekwowania polityki bezpieczeństwa, opartych na opublikowanych standardach dotyczących rygorystycznych wymagań robotyki telechirurgicznej. Pomimo zapewnienia prywatności i integralności informacji w poszczególnych kanałach komunikacyjnych komunikacja pomiędzy telechirurgiczną jednostką *master* i jednostką *slave* wymaga bardzo solidnego, redundantnego i bezpiecznego łącza komunikacyjnego. Autorzy twierdzą, że protokół spełniający te wymagania wciąż nie istnieje.

Z drugiej strony Yong i inni [12] zidentyfikowali zagrożenia dla rodzin z dziećmi podczas korzystania z robotów-zabawek sterowanych bezprzewodowo i zaproponowali rozwiązania różnego poziomu zmniejszające ryzyko firmom zabawkarskim oraz konsumentom. Należą do nich: (I) strategie ochrony VoIP (kontrola rodzicielska i anonimowość), (II) bezpieczne połączenia zdalnego sterowania (szyfrowanie

reklama

i uwierzytelnianie), (III) połączenia bezprzewodowe (funkcje bezpieczeństwa domowej sieci Wi-Fi), (IV) strategie kontroli rodzicielskiej wbudowane w komercyjne zabawki–roboty, (V) strategie ochrony kamer (efekty dźwiękowe, uwierzytelnianie), (VI) wspólna perspektywa ryzyka (odpowiedzialność rządu i przedsiębiorstwa zabawkarskiego, wymagane są prawne zobowiązania w celu ochrony bezpieczeństwa konsumentów), (VII) ogólne strategie ochrony (silne hasła, wymagana wstępna konfiguracja połączenia przewodowego, unikanie trybu *ad hoc*, używanie zaktualizowanego firmware'u, unikanie domyślnych portów itp.).

Istnieją również obawy związane z bezpieczeństwem sieci wieloagentowych. Na przykład Caiti i inni [13] opisali metodologię bezpiecznej współpracy w sieci autonomicznych mobilnych podwodnych czujników połączonych siecią akustyczną. Zaproponowany algorytm jest z natury niezawodny: wraz z utratą komunikacji pomiędzy pojazdami stopień pokrycia, czyli cel misji, ulega pogorszeniu, ale nie zostaje utracony. Proponowana forma wdzięcznej degradacji stanowi środek reakcji przeciwko atakowi *Denial of Service* (DoS). Aby zapewnić wiarygodność dostępnych informacji, zaprojektowano pakiet bezpieczeństwa oparty na paradygmacie komunikacji grupowej, w celu zminimalizowania wymiany informacji pomiędzy pojazdami i zmniejszenia narzutu związanego z komunikacją pod względem liczby i rozmiaru wiadomości. Autorzy przedstawili dwie główne usługi bezpieczeństwa danych: *Secure Dispatching Service* (SDS) i *Key Management Service* (KMS). SDS dotyczy ochrony poufności i autentyczności wiadomości przez ich szyfrowanie i deszyfrowanie, a także generowania i weryfikacji dowodów ich autentyczności. KMS jest związany z cofaniem bieżącego klucza i dystrybucją nowego klucza, okresowo lub w momencie wyjazdu pojazdu.

Co więcej, wyzwania bezpieczeństwa w robotyce roju zostały zidentyfikowane w pracy [14]. Obejmują one: (I) ograniczenia zasobów w zakresie przechowywania, przepustowości komunikacji, ograniczenia obliczeniowe i – co najważniejsze – ograniczenia energii ze względu na małe rozmiary urządzeń, (II) fizyczne przechwytywanie i manipulowanie robotami, które mogą wpływać na zachowanie roju, (III) trudną kontrolę podejścia do roju z powodu braku hierarchicznych punktów kontroli i nieodłącznego rozproszonego podejmowania decyzji, (IV) stosowanie różnego rodzaju jawnej i dorozumianej komunikacji, która może być zagłuszana, przechwytywana lub w inny sposób zakłócana, (V) mobilność fizyczną, która ma wpływ na uwierzytelnianie jednostki i dodatkowe kwestie bezpieczeństwa, (VI) tożsamość w roju w celu zagwarantowania i potwierdzenia pochodzenia danych, legalnej komunikacji, poufności, integralności i dostępności, (VII) zarządzanie kluczami kryptograficznymi ze względu na dynamiczny i interaktywny charakter roju, (VIII) wykrywanie wtargnięcia ze względu na autonomiczny charakter robotów i zbiorowe zachowanie w sytuacjach awaryjnych, (IX) zarządzanie uczeniem się przez adaptację ze względu na wprowadzanie zmian przez złośliwe jednostki powodujące niepożądane dostosowywanie robotów. Wyzwania zidentyfikowane przez autorów, pomimo że dotyczące robotyki roju, przenoszą się do większości rozproszonych sieci wieloagentowych. Z tego powodu wczesne zajęcie się takimi problemami mogłoby zapobiec niepożądanym konsekwencjom dla wielu zastosowań tego typu technologii.

W innym kontekście w pracy [15] przedstawiono informacje o licznych lukach, z którymi borykają się użytkownicy inteligentnych urządzeń gospodarstwa domowego, pokazując tym samym, w jaki sposób narzędzia do monitorowania sieci i regularne techniki ataku DDoS mogą być łatwo wykorzystane do ataku na sieć Internetu Rzeczy (IoT, ang. *Internet of Things*) z zamiarem osiągnięcia nielegalnych celów. Dotychczas wdrożono obiecujące anonimowe podejście do komunikacji oparte na TOR[3], tak aby pomóc użytkownikom inteligentnego domu chronić ich prywatność i zwiększyć bezpieczeństwo systemu inteligentnego sprzętu gospodarstwa domowego przed cyberatakami. Wyniki sugerują, że jest to odpowiednie podejście do rozwiązywania ostatnich problemów bezpieczeństwa związanych z inteligentnymi urządzeniami domowymi, które zostały oparte na TCP.

W literaturze przedstawiono także kilka prac identyfikujących luki w architekturze robotów. Naukowcy z University of Washington wykazali możliwość złośliwego sterowania szeroką gamą funkcji robota Raven II wykorzystywanego do zdalnego przeprowadzania operacji chirurgicznych, całkowicie ignorując lub zastępując polecenia wydawane przez chirurga. Odkryli również, że do wykonywania ataków może być także wykorzystywany mechanizm zatrzymania awaryjnego [16]. W podobnym badaniu zhakowano quadkopter AR.Drone 2.0, odsłaniając oczywiste luki w zabezpieczeniach [17]. Przedstawiono kilka scenariuszy ataku pokazujących, w jaki sposób złośliwy atakujący może uzyskać pełną kontrolę nad quadkopterem. Inne badania wskazały dodatkowe, komercyjnie dostępne platformy, w których występowały krytyczne problemy z cyberbezpieczeństwem [3, 7]. Oprócz zaproponowania w swoich pracach kilku środków zaradczych, wszyscy autorzy stwierdzili, że większości tych ataków można łatwo zapobiec, stosując dobrze ugruntowane i łatwo dostępne mechanizmy bezpieczeństwa, w tym szyfrowanie i uwierzytelnianie.

Wszystkie omówione wyzwania i luki w zabezpieczeniach są przesłankami do tego, że obecni i przyszli właściciele robotów muszą stanąć wobec istotnych wyzwań związanych z bezpieczeństwem, które są bezpośrednią konsekwencją tego, że producenci priorytetowo traktują czas wprowadzenia produktu na rynek, a badacze przyznają większy priorytet funkcjonalności i innowacji niż wdrożeniu i testowaniu bezpieczeństwa. Metodologie projektowania wrażliwego na wartości (VSD, ang. *Value-sensitive design*) [18], które uwzględniają kluczowe wartości ludzkie, są odpowiednim przykładem metod, które dostawcy i badacze powinni uwzględnić na etapie projektowania systemów robotyki i systemów sieciowych.

Warto jednak zauważyć, że pomimo ogólnego braku koncentracji na cyberbezpieczeństwie robotów, robot teleobecności BeamPro jest godnym uwagi wyjątkiem [2]. BeamPro korzysta

z bezpiecznych protokołów szyfrowania symetrycznego i uwierzytelniania danych. Niemniej jednak, pomimo istnienia sterowników ROS dla BeamPro, technologia ta jest zastrzeżona, a jej replikacja jest ograniczona do innych produktów sprzedawanych przez tę samą firmę. W tym rozdziale skupiono się na standardzie *de facto* w robotyce i ROS, z zamiarem znacznej poprawy wydajności i bezpieczeństwa w tworzeniu oprogramowania dla robotów nie tylko w badaniach, ale także w przypadku start-upów związanych z robotami i większych firm branży robotycznej.

Obawy dotyczące bezpieczeństwa ROS

ROS jest bardzo popularnym oprogramowaniem pośredniczącym dla robotyki, którego głównymi zastosowaniami są abstrakcja sprzętu, kontrola urządzeń na niskim poziomie, wdrażanie często używanych funkcjonalności, przekazywanie komunikatów pomiędzy procesami i zarządzanie pakietami [6]. ROS promuje ponowne użycie kodu na innym sprzęcie, zapewniając dużą liczbę dostępnych dla społeczności bibliotek, takich jak laserowe SLAM [19], rozpoznawanie obiektów na podstawie chmury punktów 3D [20], a także narzędzia do wizualizacji, nagrywania eksperymentów i wiele innych. ROS został oparty na systemie publikowania – subskrybowania i przekazywania wiadomości, które wykorzystuje protokół XML-RPC (ang. *Remote Procedure Call*). Umożliwia to rodzimym klientom z wielu platform i języków wysyłanie i odbieranie danych w trybie *peer-to-peer*.

Pomimo wyraźnych zalet integracji robotów w ROS nie istnieje żadna domyślna funkcja zapewnienia bezpieczeństwa, co czyni roboty podatnymi na złośliwe ataki. Jest to w rzeczywistości jeden z powodów, dla których ROS jest preferowany w badaniach i nie został jeszcze w pełni wprowadzony do zastosowań przemysłowych. W tej części przeanalizowano znane problemy bezpieczeństwa związane z ROS.

Komunikacja między węzłami w ROS wykorzystuje *czysty tekst* przesyłany przez TCP/IP i UDP/IP. ROS jest odpowiedzialny tylko za sprawdzenie sumy MD5 struktury wiadomości, tak aby zagwarantować, że strony uzgodnią układ wiadomości. Nieszyfrowany tekst ma zalety związane z łatwością użycia, debugowania i wydajnością. Pozwala to jednak nieautoryzowanemu odbiorcy łatwo przechwycić i zinterpretować formę wiadomości, zebrać informacje i przesłać fałszywe wiadomości do systemu [21].

Modułowość ROS została wysoko oceniona w społeczności. Ma to jednak również wady, takie jak *ujawnienie portów TCP*, które nie zapewniają uwierzytelnienia. Korzystanie z niezabezpieczonych i niechronionych portów TCP oraz *brak mechanizmów uwierzytelniania* może stwarzać możliwości dla złośliwych nadawców wiadomości, którzy mogą manipulować systemem, wstrzykiwać wiadomości (*person-in-the-middle*) i zastępować istniejących nadawców i odbiorców, kierując w ten sposób zewnętrzne pakiety w kierunku portów ROS.

Ponadto ROS ma anonimową semantykę publikowania i subskrybowania. Z tego powodu ogólne węzły nie są świadome tego, z kim się komunikują [2]. System wykorzystuje *słabe schematy autoryzacji* bez weryfikacji nadawcy, bez sprawdzania integralności i autentyczności danych oraz bez definicji poziomów dostępu. Niektórzy zdalni klienci nie powinni mieć dostępu do całego systemu ROS, ponieważ umożliwia to użytkownikom wysyłanie bezpośrednich poleceń do robotów, które w ten sposób mogą omijać progi bezpieczeństwa. Ze względu na to, że ROS nie zapewnia pomiaru rozdzielczości konfliktu, różne węzły mogą jednocześnie wstrzykiwać szybkie polecenia do bazy mobilnej, sterować siłownikiem, manipulatorem i tak dalej.

Jeśli chodzi o komunikację, ROS *wymaga dwukierunkowej sieci* pomiędzy wszystkimi komputerami. Z tego powodu ustawienia zapory w używanych węzłach muszą być mniej surowe,

reklama

stwarzając dodatkowe zagrożenie bezpieczeństwa i powodując dodatkowe obciążenie sieci związane z wymaganiami obliczeniowymi i opóźnieniami.

ROS również nie wspiera *jakości usług* (QoS). Każdy węzeł odpowiada za zarządzanie własną komunikacją, podobne komunikaty nie są kompaktowane ani nie podejmuje się żadnych wysiłków w celu ograniczenia komunikacji sieciowej. Wiadomości tego samego typu mogłyby zostać potencjalnie skompresowane, ponieważ duża ilość komunikacji utrudnia tworzenie rozwiązań w przypadkach, gdy czas ma krytyczne znaczenie.

Nie przeprowadzono żadnych badań dotyczących wydajności ROS z dużą liczbą węzłów. Jednak, ze względu na scentralizowanie w węźle głównym ROS, usługa nazewnictwa ROS prowadzi do problemów ze *skalowalnością* [22], ponieważ nie została zaprojektowana do obsługi dużej liczby żądań. Efektem tego jest powstanie specyficznego wąskiego gardła, ponieważ system nie jest w stanie wygenerować odpowiedzi w rozsądnym czasie, stając się tym samym narażonym na ataki DoS. Ponadto z powodu całkowitego braku zabezpieczeń nie jest jasne, czy przeprowadzono analizę w celu wyszukania innych luk w zabezpieczeniach, takich jak przepełnienie bufora lub możliwości zdalnego wykonania kodu w systemie ROS.

Według [23] dostępność kodu źródłowego ROS pozwala na dostosowanie go do podejścia opartego na wielu wzorcach, jak na przykład przedstawiono to w [24]. Dzięki tej modyfikacji ROS może obsługiwać większą liczbę urządzeń i poprawiać jego użyteczność w bardziej złożonych instalacjach inteligentnych środowisk, bezprzewodowych sieci czujników i/lub systemów z wieloma robotami. Zidentyfikowano ograniczenie każdego węzła nadrzędnego ROS do utrzymywania pełnej przestrzeni nazw w swojej pamięci oraz przedstawiono system stosowania reguł do przestrzeni nazw oraz zmniejszania zużycia pamięci i przepustowości. Ponadto autor opisał obsługę protokołu IPv6 w ROS[4] i wykazał, że „gadatliwość" i złożoność stosowanego protokołu XML-RPC stanowi duże obciążenie dla węzłów rozproszonych w sieci. Z tego powodu rozszerzenie ROS o obsługę często używanych formatów danych, takich jak JSON lub bufory protokołów sparowane z HTTP, może zwiększyć jego zasięg.

Po uruchomieniu węzła głównego ROS otwierany jest port, do którego może się podłączyć dowolny komputer sieciowy. Z kolei maszyny te mogą następnie wysłać zapytanie do systemu głównego ROS w celu wykonania kluczowych zadań, takich jak konfigurowanie połączeń ROS TCP/UDP z innymi węzłami ROS, subskrybowanie dowolnego tematu, zamykanie dowolnego węzła w sieci itd. W rezultacie złośliwa jednostka, znajdująca się w tej samej sieci co robot z systemem ROS, najprawdopodobniej będzie miała dostęp do wszystkich danych robota i zarazem wiele możliwości ich wykorzystania, takich jak wysyłanie poleceń, blokowanie połączeń sieciowych, dostęp do strumieni kamer wideo i do ogólnego powodowania niepożądanych wydarzeń.

Ostatnio doniesiono o ważnych badaniach mających na celu rozwiązanie problemu niektórych ograniczeń bezpieczeństwa ROS. Na przykład w [25] położono nacisk na uwierzytelnianie i autoryzację (AA) w systemach ROS 1.x. Przed transmisją i odbieraniem danych jednostki systemowe muszą się uwierzytelnić przy użyciu pary login i hasło, natomiast w węźle autoryzującym następuje sprawdzenie danych uwierzytelniających, ról i związanych z nimi uprawnień. W węźle AA generowane są wszystkie klucze komunikacyjne, tak aby zagwarantować, że komunikacja jest zawsze analizowana niezależnie od tego, czy pochodzi z zaufanego źródła czy nie. W pracy [26] autor przeanalizował również luki ROS i wynikające z nich zagrożenia, które mogą być wykorzystane przez atakujących, i zaproponował standaryzację formatów dzienników bezpieczeństwa, składnię profilowania dla polityk bezpieczeństwa oraz przedstawił nowe narzędzia do introspekcji zarejestrowanych dzienników bezpieczeństwa. W pracy [27] zaproponowano struktury weryfikacji środowiska wykonawczego dla aplikacji robotów opartych na ROS. Zapewniają one sposób ciągłej obserwacji wszystkich żądań, komunikatów i wiadomości przez dodanie narzędzia monitorującego do połączenia, przy użyciu techniki *man-in-the-middle*. Narzędzie takie służy do wykrywania potencjalnie niechcianych wiadomości, egzekwując zasady kontroli dostępu, takie jak umożliwianie tylko niektórym węzłom ROS publikowania wiadomości na określony temat. Ponadto w 2015 roku rozpoczęto opracowywanie podstawowej struktury oprogramowania środowiska ROS 2.0, a wersja alfa przeznaczona do testów społecznościowych została już udostępniona w momencie pisania tego rozdziału. Poświęcono wiele wysiłków na rzecz zintegrowania DDS (ang. *Data Distribution Service*), standardowej specyfikacji dla komunikacji publikacja – subskrypcja w systemach czasu rzeczywistego i systemach wbudowanych, jako warstwy transportowej dla ROS 2.0. Zgodność ze specyfikacją DDS Security zapewnia uwierzytelnianie, kontrolę dostępu i szyfrowanie danych. Ponadto oczekuje się, że ROS 2.0 zapewni dodatkowe bezpieczeństwo, od razu obsługując IPv6, dzięki czemu skanowanie hosta i identyfikacja będą trudniejsze dla atakujących.

Propozycje dotyczące zabezpieczania aplikacji robotów bazujących na ROS

Społeczność zajmująca się rozwojem robotów musi poważnie zająć się problemami związanymi z cyberbezpieczeństwem robotów. Oczekuje się, że w dziedzinie SI i robotyki pojawią się problemy bezpieczeństwa podobne do tych, które wynikały z rewolucji komputerowej w czasach boomu internetowego [2]. Oprócz ataków, z którymi obecnie zmagają się systemy komputerowe, na przykład DoS, podsłuchiwanie, fałszowanie, manipulowanie, eskalacja uprawnień, ujawnianie informacji itp., w przypadku robotów występuje dodatkowo czynnik interakcji fizycznej, zwiększający ich podatność na ataki. W związku z tym nieautoryzowany dostęp do robota może mieć katastrofalne konsekwencje, takie jak wyłączenie go, spowodowanie jego nieprawidłowego działania, uszkodzenie samego siebie, uszkodzenie otoczenia lub, co gorsza, zranienie kogoś w pobliżu.

Co więcej, eksperymenty pokazały, że w robotyce szczególnie trudne może być odróżnienie exploita cyberfizycznego od błędu sprzętowego lub programowego [21]. Z tego powodu wykrywanie złośliwych włamań może być trudne, a podczas gdy system będzie faktycznie atakowany, exploity mogą zostać zamaskowane jako proste błędy.

ROS jest wiodącym oprogramowaniem pośredniczącym w dziedzinie badań związanych z robotyką, korzysta z ogromnego wsparcia społeczności, regularnych wydań oprogramowania, powszechnego zastosowania w środowisku akademickim i niektórych sektorach przemysłu, od małych wbudowanych urządzeń po roboty usługowe na dużą skalę. Jednak w systemie opartym na ROS atakujący może łatwo utworzyć węzeł, wysłać zapytanie do mastera o stan systemu i następnie wysłać polecenia w celu zamknięcia dowolnego węzła lub opublikować zafałszowane wiadomości na ważne tematy, na przykład błędne dane czujnika. Co więcej, węzły są jednoznacznie identyfikowane po nazwie, a nowo utworzone węzły zastępują istniejące węzły o tej samej nazwie. Z tego powodu osoba atakująca może łatwo sfałszować węzeł, tak aby opublikować fałszywe wiadomości na ważne tematy. Na przykład węzeł nawigacyjny w robocie może zostać zamknięty i zastąpiony fałszywym węzłem, który źle pokieruje robota.

Poniżej omówiono pięć różnych ostatnich propozycji, mających na celu zabezpieczenia ROS. W następnej części omówiono rezultaty przeprowadzonych eksperymentów, których zamierzeniem było potwierdzenie i porównanie wydajności każdej z tych propozycji. Skoncentrowano się głównie na kosztach komunikacji tych propozycji, porównując je z niezabezpieczonym systemem ROS.

SROS

SROS, które oznacza Zabezpieczanie ROS (ang. *Securing ROS*), zostało zaproponowane jako dodatek do ROS API oraz jako ekosystem do obsługi nowoczesnej kryptografii i środków bezpieczeństwa w celu usunięcia istniejących luk [28]. Pomimo że nadal jest on wysoce eksperymentalny i jest w trakcie intensywnego rozwoju[5], to zdaniem autorów SROS obsługuje „natywny Transport Layer Security (TLS) dla całego transportu gniazd w ramach ROS, użycie certyfikatów x.509 zezwala na łańcuch zaufania, definiowalne globalizacje przestrzeni nazw dla ograniczeń węzłów ROS oraz dozwolone role, a także zapewnia wygodne narzędzia przestrzeni użytkownika do automatycznego generowania par kluczy dla węzłów, audytu sieci ROS oraz konstruowania/uczenia zasad kontroli dostępu".

W SROS korzystanie z TLS pomiędzy dwiema komunikującymi się aplikacjami sprzyja uzyskaniu prywatności, uwierzytelnionej tożsamości i integralności danych. Od momentu uruchomienia SROS zapewnia niezależny od ROS serwer kluczy do generowania i dystrybucji kluczy oraz certyfikatów do węzłów ROS. Serwer kluczy upraszcza korzystanie i rozwój systemów obsługujących SROS dla użytkowników końcowych, płynnie integrując się ze SROS, generując i dystrybuując elementy infrastruktury klucza publicznego (PKI), w tym: klucze asymetryczne, urzędy certyfikacji (CA) oraz podpisane certyfikaty, zapewniając zachowawcze domyślne konfiguracje bezpieczeństwa.

W czasie pisania tego rozdziału SROS nie obsługiwał biblioteki ROS C++ (*roscpp*), obejmując tylko węzły zakodowane w Pythonie (*rospy*). W celu uruchomienia SROS konieczne było zainstalowanie go ze źródła i wprowadzenie kilku wstępnych konfiguracji, a mianowicie pozyskanie konfiguracji SROS, uruchomienie trybu uczenia SROS, tak aby niezbędne parametry tematów/usług mogły zostać nauczone podczas sesji ładowania oraz została dokonana zmiana niektórych z konfiguracji wygenerowanych przez serwer kluczy.

Szyfrowanie ROS-AES

Ostatnie badanie [29] wykazało, że stosowanie szyfrowanej komunikacji w ROS zapewnia minimalny narzut wydajności procesora i obciążenia komunikacyjnego dla systemów bez twardych ograniczeń w czasie rzeczywistym. Opisane prace polegały na szyfrowaniu danych przesyłanych pomiędzy procesami ROS przy użyciu algorytmu 3DES przez dodawanie pary węzłów ROS do zadań szyfrowania i deszyfrowania, bez zmieniania struktury komunikatów ROS i standardowych funkcjonalności ROS związanych z wysyłaniem danych. Autorzy zakodowali węzły w Pythonie (biblioteka *rospy*) i ocenili wydajność systemu zarówno pod względem obliczeniowym, jak i komunikacyjnym.

Taktując to jako inspirację, zaproponowano bardzo podobne podejście, z dwiema głównymi różnicami projektowymi podyktowanymi kwestią wydajności: węzły szyfrowania oraz deszyfrowania zostały zakodowane w C++ (z *roscpp*) przy użyciu biblioteki Crypto++, natomiast w zaproponowanym podejściu wykorzystano Advanced Encryption Standard (AES) [30], o którym wiadomo, że jest szybszy niż 3DES. Algorytm AES to symetryczny szyfr blokowy, który konwertuje dane w postaci zwykłego tekstu do postaci niezrozumiałej, czyli tekstu zaszyfrowanego. Algorytm AES może wykorzystywać 128-, 192- i 256-bitowe klucze kryptograficzne do szyfrowania i deszyfrowania danych w blokach po 128 bitów.

Przedstawiono niezależne badanie z wykorzystaniem tej strategii szyfrowania, którą nazwano *szyfrowaniem ROS-AES*. Ze względu na to, że *szyfrowanie ROS-AES* nie zmienia podstawowych pakietów ROS, wszelkie zapytania do wzorca ROS są spełnione, gdyż działający system jest standardowym systemem ROS. Z tego powodu szyfrowanie tylko komunikacji nie jest całkowicie bezpiecznym rozwiązaniem, co zostało przedstawione w części „Wyniki i dyskusja".

Secure ROS autorstwa SRI

Bezpieczny ROS został opracowany przez SRI International i zapewnia alternatywne wersje podstawowych pakietów ROS, które umożliwiają bezpieczną komunikację między węzłami ROS [31]. Głównym celem Secure ROS jest umożliwienie bezpiecznej komunikacji zwykłym użytkownikom ROS. W tym celu autorzy zintegrowali rozszerzenie IP z zabezpieczeniami (IPSec) w systemie ROS. IPSec jest używany w trybie transportowym, szyfrując i uwierzytelniając ładunek wymienianych wiadomości. Ponadto warstwy transportowe

i aplikacyjne są zawsze zabezpieczone skrótem, tak więc nie można ich w żaden sposób modyfikować.

Użytkownik może określić autoryzowanych subskrybentów i wydawców *tematów*, ustawiających i pobierających *parametry*, a także dostawców (serwery) i żądających (klientów) *usług* w pliku konfiguracyjnym dla nadrzędnego ROS w czasie wykonywania. Z tego względu Bezpieczny ROS zezwala autoryzowanym węzłom łączyć się tylko z określonymi tematami, usługami i parametrami wymienionymi w określonym pliku konfiguracyjnym.

Biorąc pod uwagę wdrożenie, Secure ROS ma pewne podobieństwa do SROS. Proces instalacji jest jednak szybszy, ponieważ dostępne są kompilacje Debiana. Ponadto Secure ROS obsługuje zarówno *rospy*, jak i *roscpp*, można go więc łatwo skonfigurować, by był prosty i przejrzysty dla zwykłego użytkownika, który musi tylko dostarczyć wymagany plik konfiguracyjny z regułami dostępu do każdej jednostki ROS. Wadą Secure ROS jest to, że nie zapewnia formalnych środków weryfikacji gwarantujących, że pożądane właściwości są zgodne ze specyfikacjami.

Secure-ROS-transport

Dieber i inni zaproponowali architekturę bezpieczeństwa ROS do uruchomienia na poziomie aplikacji [32]. Korzystając z dedykowanego serwera uwierzytelniania, umożliwili bezpieczną komunikację pomiędzy węzłami ROS, wykorzystując metody kryptograficzne zapewniające poufność i integralność danych oraz unikające niektórych najpoważniejszych problemów związanych z bezpieczeństwem ROS. Jednakże zaproponowana architektura bezpieczeństwa przeznaczona była tylko do użycia z ROS. W związku z tym nadal występowały niektóre kluczowe luki, których nie można było rozwiązać na poziomie aplikacji, takie jak arbitralna subskrypcja danych pomimo ich szyfrowania oraz podatność na ataki DoS związana z wysoką częstotliwością publikowania fałszywych danych w tematach. W rezultacie autorzy przeprowadzili modyfikację podstawowych pakietów ROS w celu zwiększenia bezpieczeństwa ROS, tak jak opisano to w [33] i [34]. Doprowadziło to do powstania bezpiecznego kanału komunikacji, oznaczonego jako *secure-ROS-transport*, umożliwiającego węzłom ROS autentyczną i poufną komunikację na zasadzie *peer-to-peer*. Autorzy wykorzystali TLS dla TCP i Datagram TLS (DTLS) dla UDP, aby zabezpieczyć komunikację pomiędzy węzłami i urządzeniem głównym ROS, dodając dodatkowy krok uzgadniania i wykonując szczegółową autoryzację dla poszczególnych tematów. Takie podejście zmniejsza prawdopodobieństwo ataków DoS oraz arbitralnej subskrypcji i publikacji wiadomości w tematach ROS. Jednak, jak wskazali autorzy, nadrzędny ROS nie pozostaje bezpieczny, ponieważ ciągle przekazuje informacje o węzłach i tematach do dowolnego podmiotu, który go prosi (lista *rosnode*, lista *rostopic* itp.) i zezwala na specjalne wywołanie XMLRPC umożliwiające zewnętrzne wyłączenie dowolnego działającego węzła (*rosnode kill <node>*).

Konieczna była instalacja źródłowa *secure-ROS-transport*, ponieważ modyfikacje zostały zintegrowane z ROS. Dla użytkownika oznacza to, że nie ma potrzeby ponownej kompilacji węzłów w celu korzystania z *secure-ROS-transport*. Warto również zauważyć, że autorzy nie skupili się na obsłudze certyfikatów i zwracają uwagę na potrzebę właściwego zarządzania kluczami. Również w przypadku dostępnej wersji używana biblioteka Botan Crypto (v1.11) była już nieaktualna. Pomimo że studium przypadku zostało omówione w pracy [33], skupiając się głównie na powstałych wymaganiach wynikających z zabezpieczenia kanału komunikacyjnego, to dalszą szczegółową analizę przedstawiono w części „Wyniki i dyskusja".

Rosauth

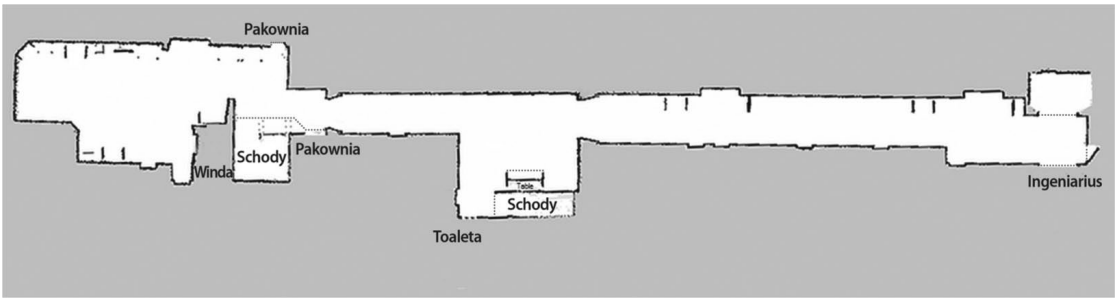
Prace społeczności o nazwie *rosbridge* zyskują coraz większą uwagę. Koncentrują się one głównie na rozwiązaniach w chmurze i są skierowane na połączenie pomiędzy nienatywnymi klientami z systemami ROS, takimi jak roboty z obsługą ROS [35]. Kierując się koniecznością rozważenia krytycznego problemu bezpieczeństwa w tych systemach, w pracy [36] zaproponowano mechanizm uwierzytelniania *rosbridge* pod nazwą *rosauth*, który ma na celu osiągnięcie bezpiecznego uwierzytelnienia dla zdalnych, nienatywnych klientów w szeroko używanym oprogramowaniu pośredniczącym ROS.

Rosauth wykorzystuje tokeny uwierzytelniające do weryfikacji zdalnych klientów za pomocą dowolnego zewnętrznego systemu zarządzania użytkownikami, który jest zintegrowany jako część protokołu *rosbridge*. Zainspirowane kodami uwierzytelniania wiadomości (MAC, ang. *Message Authentication Codes*) są skracane za pomocą zdefiniowanego klucza i znanego algorytmu, który umożliwia uwierzytelnianie wiadomości. Serwer przechowuje kilka kluczy i jeśli otrzyma komunikat, to porównuje odebraną wiadomość zaszyfrowaną z wynikiem funkcji skrótu. Jeśli są one zgodne, to serwer zaakceptuje wiadomość. W przeciwnym razie będzie to oznaczało, że wiadomość pochodzi z niezaufanego źródła i zostanie zignorowana.

Protokół SSL służy do zapewnienia poufności, integralności i autentyczności poszczególnych pakietów. Używając certyfikatów wydanych przez zaufane urzędy certyfikacji, wykorzystując SSL, można zapewnić klientów zewnętrznych, że każdy system ROS, w tym zewnętrzny wystawca uwierzytelnienia, jest legalny. Opracowany schemat tokenu zabezpieczającego zapewnia, że tylko klienci, którzy zostali uwierzytelnieni przez niektóre zaufane i zewnętrzne źródła uwierzytelnienia, mają dostęp do systemu ROS. Pomimo rozwiązania problemu z uwierzytelnianiem *rosauth* nie zapewnia poziomów autoryzacji. Zatem po uwierzytelnieniu każdy zdalny klient oraz każdy natywny podmiot uruchamiający ROS w tej samej sieci mogą uzyskać dostęp do całego systemu ROS, na przykład wysyłając bez ograniczeń bezpośrednie polecenia do robotów. Z tego powodu konieczne jest przeprowadzenie dalszych prac przez twórców *rosauth* związanych z rozszerzeniem mechanizmu uwzględniającego poziomy autoryzacji.

Wyniki i dyskusja

W tej części przedstawiono wyniki badań różnych propozycji zwiększenia



Rys. 1. Mapa rozkładu pomieszczeń transmitowana podczas eksperymentów (1187 × 296, z rozdzielczością 0,05 m/komórkę)

bezpieczeństwa, które zostały opisane w poprzedniej części. Platforma testowa składała się z: procesora Intel i5-4590 (3,30 GHz), 8 GB pamięci RAM oraz 64-bitowej wersji systemu operacyjnego Ubuntu Linux 16.04 z systemem ROS Kinetic Kame. Wyniki w tej części koncentrują się na wydajności komunikacji każdego rozwiązania podczas przesyłania danych pomiędzy publikującym a *węzłem* subskrybenta działającym na tym samym komputerze. Pozwoliło to porównać opóźnienie w komunikacji, liczbę utraconych wiadomości, zdolność do nadążania za zamierzonymi prędkościami publikacji, poziomy dostępu z nieautoryzowanych węzłów w sieci ROS oraz ogólnie ocenić kompromis pomiędzy bezpieczeństwem a płynnością działania każdego podejścia.

W każdej z prób zdefiniowano dwa typy wiadomości, które mają być publikowane i subskrybowane przez dwa osobne węzły ROS: (I) „Hello World!" ciąg znaków z nagłówkiem zawierającym *znacznik czasu publikacji*, numer w sekwencji komunikatów i opcjonalny ciąg *frame_id* (który ustawiono na „0"), (II) mapa siatki *nav_msgs/Occupancy* zilustrowana na rysunku 1, która również zawierała przydatne informacje nagłówka. W tabeli 1 przedstawiono schemat przeprowadzonych eksperymentów. Dla każdego testowanego rozwiązania opublikowano 600 000 razy w trzech różnych zamierzonych szybkościach publikacji (1, 10 i 30 kHz) 27-bajtowy ciąg znaków z komunikatem nagłówka. Mapa rozkładu pomieszczeń, składająca się z 343 kB danych, została opublikowana 150 000 razy, również w trzech różnych planowanych szybkościach publikacji (250 Hz, 2,5 kHz i 7,5 kHz). W dalszej części wiadomość „Hello World!" oznaczano po prostu jako *ciąg znaków*, a siatkę rozkładu pomieszczeń jako *mapę*. Na rysunku 2 przedstawiono przykłady ciągu znaków i komunikatu mapy opublikowanych podczas eksperymentów.

W przeprowadzonych eksperymentach częstotliwość publikowania została zdefiniowana w taki sposób, aby umożliwić analizę na trzech różnych poziomach: umiarkowanym, szybkim i przytłaczającym, w wyniku czego każda z propozycji została przetestowana do granic możliwości. Ze względu na to, że ROS nie jest systemem czasu rzeczywistego, nie można było zagwarantować docelowej częstotliwości publikowania, a także możliwe było wystąpienie utraty pakietów. We wszystkich eksperymentach zdefiniowano rozmiar kolejki jako

Tabela 1. Schemat badań przeprowadzonych dla każdej propozycji zabezpieczeń

Typ wiadomości	Łączny # wiadomości @ częstotliwość publikowania		
Ciąg znaków „Hello World!" z nagłówkiem (27 B)	600 tys. @ 1 kHz	600 tys. @ 10 kHz	600 tys. @ 30 kHz
Mapa rozkładu pomieszczeń (343 kB)	150 tys. @ 250 Hz	150 tys. @ 2,5 kHz	150 tys. @ 7,5 kHz

```
(a) header:
      seq: 1
      stamp:
        secs: 1500660269
        nsecs: 676667209
      frame_id: 0
    text: Hello World!

(b) header:
      seq: 1
      stamp:
        secs: 1500660269
        nsecs: 676667209
      frame_id: map
    info:
      map_load_time:
        secs: 1500654640
        nsecs: 559560440
      resolution: 0.0500000007451
      width: 1187
      height: 296
      origin:
        position:
          x: -29.675
          y: -7.4
          z: 0.0
        orientation:
          x: 0.0
          y: 0.0
          z: 0.0
          w: 1.0
    data: [...]     # An int8 array with size: 1187x296=351352
```

Rys. 2. Pola i format wiadomości ROS, które były używane w eksperymentach, (a) komunikat w postaci ciągu znaków, (b) komunikat w postaci mapy

Tabela 2. Wyniki eksperymentów z ciągiem znaków. Dla każdej linii publikowano i subskrybowano 600 tys. znaków o wielkości 27 bajtów (P/S)

	Częstotliwość publikacji (Hz)	Rzeczywista częstotliwość publikacji (Hz)	Utrata pakietu (absolutna/%)	Średnie opóźnienie P/S (ms)	Odchylenie standardowe opóźnienia P/S (ms)	Mediana opóźnienia P/S (ms)
ROS (C++)	1000	999,924	290 (0,048%)	0,141	0,044	0,144
	10 000	9990,432	868 (0,145%)	0,023	0,016	0,020
	30 000	29 951,33	122,659 (20,443%)	0,022	0,007	0,021
SROS (Python)	1000	999,955	85 (0,00014%)	0,131	0,047	0,117
	10 000	9985,279	37,068 (6,178%)	0,061	0,024	0,059
	30 000	20 898,611	358,330 (59,721%)	0,079	0,098	0,083
ROS-AES-Encryption (C++)	1000	999,992	98 (0,016%)	0,150	0,038	0,157
	10 000	9992,973	882 (0,147%)	0,025	0,012	0,023
	30 000	29 962,872	125 337 (20,889%)	0,023	0,006	0,022
Secure ROS (C++)	1000	999,998	54 (0.009%)	0,156	0,047	0,145
	10 000	9996,984	518 (0,086%)	0,023	0,010	0,019
	30 000	29 929,231	156 039 (26,006%)	0,022	0,012	0,021
Secure-ROS-Transport (Python)	1000	999,982	99 (0,016%)	0,167	0,028	0,179
	10 000	9987,499	752 (0,125%)	0,105	1,236	0,054
	30 000	29 683,69	7890 (1,315%)	0,071	0,420	0,066
Rosauth (HTML5/Javascript)	1000	249,929	76 (0,013%)	1,024	2,589	1,006

1 dla każdego publikującego i każdego subskrybenta. Przetestowano także oficjalne „niezabezpieczone" wydanie ROS Kinetic Kame, tak aby umożliwić porównanie opóźnień wynikłych z zastosowania różnych propozycji zapewnienia bezpieczeństwa.

W tabeli 2 przedstawiono ogólne wyniki eksperymentów z ciągiem znaków. Jak można zauważyć, większość podejść miała porównywalną wydajność z oficjalną wersją ROS do transmisji małych wiadomości złożonych z ciągu znaków, przy czym wartości opóźnień były bardzo podobne pomimo ogólnie lepszej wydajności systemu ROS bez jakiejkolwiek warstwy bezpieczeństwa. Można jednak zauważyć, że w SROS nie można było utrzymać zamierzonej częstotliwości publikowania wynoszącej 30 kHz, osiągając maksimum ≈ 21 kHz przy bardzo dużej utracie pakietów (59,72%).

Rosauth był oczywiście szczególnym przypadkiem, ponieważ jednostka publikująca nie była rodzimym węzłem ROS, lecz klientem www HTML5/Javascript. Ten klient łączył się z ROS za pośrednictwem *rosbridge* przy użyciu *websockets*, dostarczając komunikat JSON, który był parsowany po stronie ROS i następnie publikowany w sieci ROS. W pętli publikowania Javascript funkcja *setInterval* nakładała dolny limit 4 ms, co skutkowało maksymalną częstotliwością publikacji wynoszącą 250 Hz, jak pokazano w tabeli 2. Z tego powodu testy dla 10 i 30 kHz nie zostały wykonane dla *Rosauth*, ponieważ wyniki byłyby podobne do tych prezentowanych dla częstotliwości 1 kHz. Oczywiście powyższy mechanizm przesyłania wiadomości od nienatywnych klientów do ROS miał wpływ na opóźnienie publikacji/subskrypcji.

Na wykresach pudełkowych z rys. 3 przedstawiono opóźnienie w dostarczeniu wiadomości dla każdej z testowanych propozycji w eksperymencie z ciągiem znaków przy częstotliwości 1 kHz. Średnia wartość dla transmisji 600 tysięcy ciągów znaków została oznaczona czarną gwiazdką. Granice pudełka oraz linia w jego wnętrzu odpowiadają odpowiednio pierwszemu i trzeciemu kwartylowi oraz medianie wartości opóźnienia.

Analiza wykresów pudełkowych potwierdziła większe opóźnienia występujące w przypadku testu *rosauth* i podobne opóźnienia dla wszystkich innych propozycji podczas przesyłania mniejszych wiadomości. Ze względu na duży rozmiar każdego zestawu danych zaobserwowano pewne wartości odstające, szczególnie o wysokich wartościach ekstremalnych, co sugeruje, że czasami opóźnienia były znacznie większe, niż oczekiwano, być może z powodu wystąpienia szczytów obliczeniowych lub opóźnienia sieci.

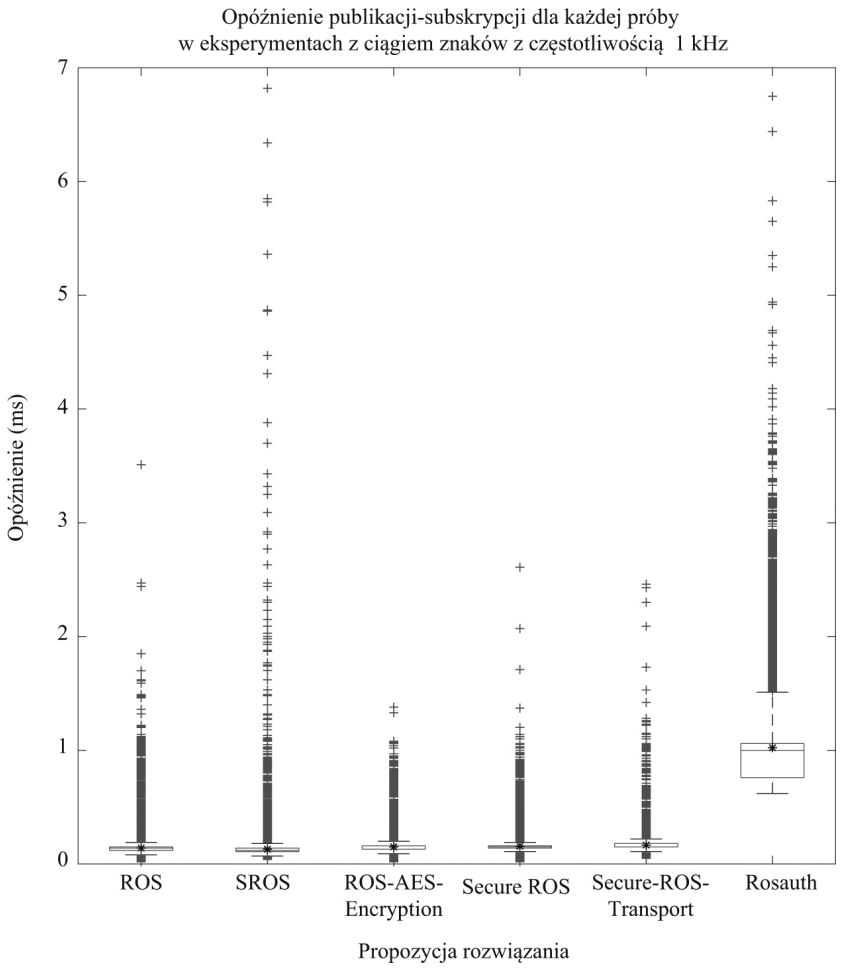
Z drugiej strony, w tabeli 3 przedstawiono ogólne wyniki eksperymentów wykonanych podczas przesyłania mapy. Ze względu na duży rozmiar wiadomości wynoszący 343 kB wyniki były znacząco różne w porównaniu do eksperymentu z ciągiem znaków. Testy wykonane z ROS i z *Secure ROS* wyróżniały się spośród pozostałych proponowanych rozwiązań, ponieważ w ich przypadku możliwe było zapewnienie zamierzonych częstotliwości publikowania oraz niskiego procentu utraty pakietów (< 0,2%). Potwierdza to, że *Secure ROS* jest jedną z najbardziej obiecujących propozycji zabezpieczenia ROS niewpływającą na obniżenie wydajności transmisji.

W przypadku wykorzystania algorytmu *szyfrowania ROS-AES* możliwe było publikowanie mapy tylko z częstotliwością wynoszącą około 186 Hz. Oczywiście szyfrowanie dużych bloków danych powodowało opóźnienia w szybkości publikowania. Interesujące było jednak to, że żaden pakiet nie został utracony podczas eksperymentów

z *szyfrowaniem ROS-AES*, co oznacza, że krok szyfrowania i publikowania zawsze trwał dłużej niż etap subskrypcji i deszyfrowania. Średnie opóźnienie w dostarczaniu wiadomości do *szyfrowania ROS-AES* mieściło się w przedziale (5,5 ms, 5,8 ms), który był około 15–45 razy większy niż w przypadku zwykłej transmisji ROS.

W przypadku rozwiązań *SROS* i *Secure-ROS-Transport* obserwowano bardzo podobne wyniki. Oba podejścia osiągnęły limit częstotliwości publikacji przy około 80–82 Hz, przy utracie pakietów wynoszącej od około 48% do 53%. Średnie opóźnienie w dostarczaniu wiadomości mieściło się w przedziale (16,0 ms, 16,3 ms), który był od 44 do 129 razy większy niż w przypadku zwykłej transmisji ROS. Fakt, że testy obu rozwiązań zostały przeprowadzone na węzłach ROS napisanych przy użyciu biblioteki Pythona *rospy* (w przeciwieństwie do C++ w przypadku ROS, Secure ROS i ROS-AES-Encryption) również mógł mieć wpływ na te otrzymane wyniki.

Podobnie jak poprzednio, w przypadku *Rosauth* obserwowano najniższą częstotliwość publikowania wynoszącą 1,6 Hz i wyjątkowo wysokie średnie opóźnienie wynoszące 125 sekund (od $340 \cdot 10^3$ do $990 \cdot 10^3$ razy większe niż



Rys. 3. Przegląd opóźnień P/S dla eksperymentów z ciągiem znaków przy 1 kHz

Tabela 3. Wyniki eksperymentów z mapami. Dla każdej linii publikowano i subskrybowano 150 tysięcy map, każda o wielkości 343 kB

	Częstotliwość publikacji (Hz)	Rzeczywista częstotliwość publikacji (Hz)	Utrata pakietu (absolutna/%)	Średnie opóźnienie P/S (ms)	Odchylenie standardowe opóźnienia P/S (ms)	Mediana opóźnienia P/S (ms)
ROS (C++)	250	250,0	0 (0,0%)	0,366	0,155	0,283
	2500	2499,776	71 (0,047%)	0,171	0,065	0,151
	7500	7496,412	235 (0,157%)	0,126	0,049	0,122
SROS (Python)	250	81,801	75 818 (50,545%)	16,248	3,594	15,286
	2500	81,316	74 376 (49,584%)	16,293	3,593	15,342
	7500	81,859	73 354 (48,903%)	16,173	3,499	15,263
ROS-AES-Encryption (C++)	250	186,923	0 (0,0%)	5,516	0,182	5,451
	2500	186,112	0 (0,0%)	5,544	0,194	5,468
	7500	178,87	0 (0,0%)	5,768	0,288	5,661
Secure ROS (C++)	250	250,0	1 (0,0006%)	0,351	0,143	0,277
	2500	2499,634	72 (0,048%)	0,172	0,065	0,154
	7500	7496,05	184 (0,123%)	0,126	0,041	0,122
Secure-ROS-Transport (Python)	250	80,308	74 855 (49,903%)	16,096	3,678	15,096
	2500	79,938	78 000 (52,0%)	16,286	3,899	15,090
	7500	80,275	79 547 (53,031%)	16,284	3,817	15,162
Rosauth (HTML5/ Javascript)	250	1,613	1 (0,0006%)	125 048,519	88 037,17	133 328,971

w przypadku zwykłej transmisji ROS), co było wynikiem w przybliżeniu stałego wzrostu opóźnienia dostarczania wiadomości w czasie trwania eksperymentu, który rozpoczął się z opóźnieniami wynoszącymi 0,7 s, podczas gdy na jego zakończeniu opóźnienia wynosiły 266,2 s. Z tego samego powodu co poprzednio testy dla 2,5 kHz i 7,5 kHz zostały pominięte dla *Rosauth*.

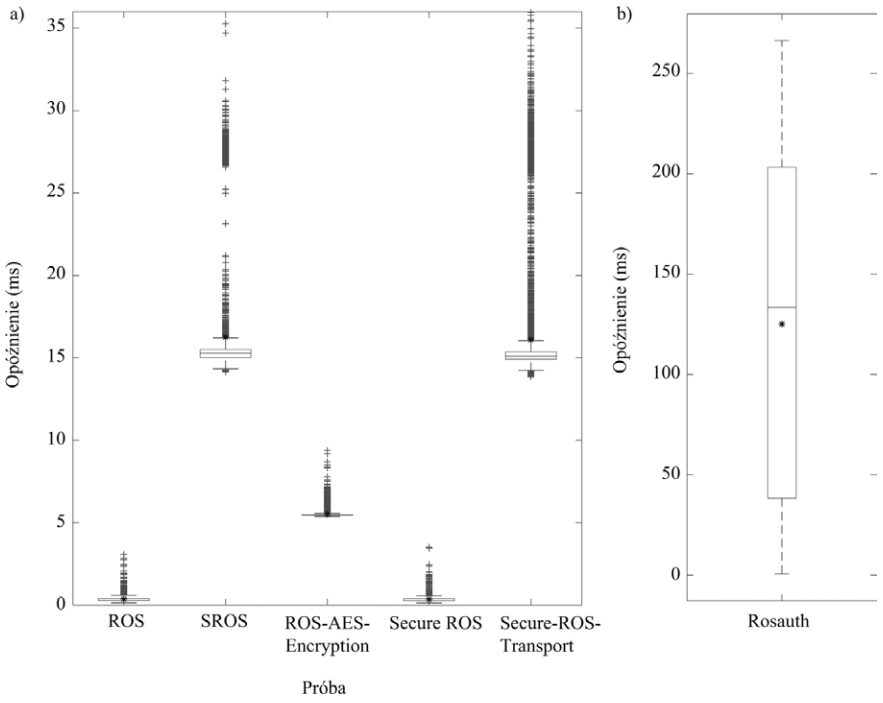
Na wykresach pudełkowych przedstawionych na rysunku 4 zilustrowano opóźnienie w dostarczeniu wiadomości dla każdej z testowanych propozycji w eksperymencie z przesyłaniem map przy częstotliwości 250 Hz. Tak jak poprzednio, średnia wartość dla 150 tysięcy transmisji została oznaczona czarną gwiazdką. Opóźnienia dla *Rosauth* przedstawiono na osobnym wykresie ze względu na wyraźną różnicę w rzędzie wielkości.

Dla wszystkich inicjatyw, z wyjątkiem rozwiązania *Rosauth*, średnie opóźnienie było nieco większe niż mediany. Oznacza to, że wartości opóźnień były prawostronnie skośne, to znaczy większość wartości była niższa od średniej i w konsekwencji obserwowano wartości odstające większe od górnego kwartyla dla każdego wykresu pudełkowego. Na podstawie analizy wykresów pudełkowych można było wywnioskować, że najmniejsze opóźnienia przesyłania wiadomości obserwowano w przypadku *Secure ROS*, potem dla *szyfrowania ROS-AES* i następnie w przypadku *SROS* wraz z *Secure-ROS-Transport*.

Opóźnienia transmisji pakietów, utraty i maksymalne osiągalne częstotliwości publikowania nie były jedynymi istotnymi kwestiami w analizie propozycji zapewnienia bezpieczeństwa dla ROS. Przeprowadzono jakościową analizę aspektów bezpieczeństwa każdego rozwiązania, głównie sprawdzając stopień, w jakim dostęp do danych został uniemożliwiony przez nieupoważnione podmioty z dostępem do sieci ROS, w której przesyłane były wiadomości.

ROS udostępnia kilka narzędzi wiersza polecenia, które pozwalają anonimowo pobrać listę używanych tematów (*listarostopic*), listę używanych węzłów (*rosnode list*), listę używanych usług (*listarosservice*), umożliwiają zamykanie działających węzłów (*rosnode kill <node>*), wyświetlanie wiadomości przesyłanych w temacie (*rostopic echo <topic>*) i wiele innych. W związku z tym wykorzystano wyżej wymienione polecenia w sieci ROS i sprawdzono poziomy dostępu przyznawane przez każdą z propozycji zapewnienia bezpieczeństwa.

W tabeli 4 przedstawiono dane zwracane dla każdej z propozycji na żądanie złożone w sieci ROS przez nieautoryzowane węzły. W przypadku *SROS* można stwierdzić, że jest to podejście zapewniające wyższy poziom bezpieczeństwa, gdzie zapytania do nadrzędnego ROS z nieautoryzowanych węzłów pozostawały bez odpowiedzi. *Secure ROS* zapewniał także odpowiedni poziom bezpieczeństwa, nie pozwalając na nieupoważniony dostęp do listy i przeglądania jakichkolwiek wiadomości w jakimkolwiek temacie ROS. Ponadto zabezpieczenie *Secure ROS* nie pozwalało na zamykanie węzłów. Zaskakujące było to, że z nieznanych przyczyn można było pobrać listę węzłów i usług używanych przez ROS. Należy również zauważyć, że SROS zapewnia konfigurację dostępu na



Rys. 4. Przegląd opóźnień P/S dla eksperymentów z mapami przy 250 Hz: a) opóźnienia publikacji/subskrypcji dla każdej próby w eksperymentach z przesyłaniem map z częstotliwością 250 Hz; b) opóźnienie publikacji/subskrypcji dla *Rosauth* w eksperymencie z przesyłaniem map z częstotliwością 250 Hz

Tabela 4. Dane zwracane przez każdą próbę na żądanie złożone w sieci ROS

	ROS	SROS	Szyfrowanie ROS-AES	Secure ROS	Secure-ROS-Transport	Rasauth
rostopic list	+	–	+	–	+	+
rosnode list	+	–	+	+	+	+
rosservice list	+	–	+	+	+	+
rosnode kill	+	–	+	–	+	+
rostopic echo	+	–	–	–	–	+

poziomie węzła, natomiast *Secure ROS* zapewnia konfigurację dostępu na poziomie komputera (filtrowanie adresów IP). Z tego powodu każde wywołane zapytanie, na przykład przez SSH z maszyny, na której uruchomiona jest bezpieczna transmisja, zwróci dane w przypadku *Secure ROS*, ale już nie w przypadku użycia *SROS*.

W przeciwieństwie do *SROS* i *Secure ROS* inne rozwiązania nie stanowiły odpowiedniego zabezpieczenia nadrzędnego ROS, zapewniając w ten sposób nieodpowiednie poziomy autoryzacji. Wszystkie pozwalały na wyświetlanie tematów, węzłów i usług z poziomu ROS, a także na zamykanie węzłów bez autoryzacji. Jednakże wywołanie *rostopic echo* w przypadku rozwiązania *Secure-ROS-transport* nie dawało dostępu do wymienianych wiadomości, a w przypadku *szyfrowania ROS-AES* został wyświetlony niezrozumiały zaszyfrowany tekst.

W przypadku rozwiązania *Rosauth* zakłada się, że sieć ROS jest zaufana i zabezpieczane jest tylko połączenie pomiędzy nienatywnym klientem a interfejsem ROS, który następnie przekazuje niezabezpieczone wiadomości przez ROS. Tak więc, z punktu widzenia niniejszej analizy po stronie ROS, *Rosauth* działa tak, jak każda sieć ROS bez zabezpieczeń.

Ogólnie biorąc pod uwagę wszystkie przetestowane rozwiązania, *Secure ROS* i *SROS* są obecnie tymi, które mają największy potencjał do zwiększenia bezpieczeństwa ROS. *Secure ROS* zapewnia imponującą wydajność transmisji przy nieznacznym obciążeniu i w sposób zadowalający uniemożliwia dostęp do danych osobom nieupoważnionym. *SROS* jest bez wątpienia najbezpieczniejszą przetestowaną inicjatywą, zapewniającą zadowalającą wydajność transmisji o dużej przepustowości. Niemniej jednak, biorąc pod uwagę, że wciąż obie są w fazie rozwoju, to ciągle istnieje miejsce na ulepszenia. *Secure ROS* może zapobiegać nieautoryzowanemu dostępowi do listy węzłów i usług używanych przez ROS oraz umożliwiać autoryzację na poziomie węzłów, podczas gdy *SROS* może obsługiwać bibliotekę *roscpp* ROS C ++ oraz zapewniać łatwiejszą instalację i wdrażanie funkcjonalności.

Cyberbezpieczeństwo robotów należy rozwiązać na kilku różnych poziomach. W tej pracy skupiono się na bezpieczeństwie systemu operacyjnego robota (ROS). Oprócz zapewnienia bezpiecznej komunikacji komponentów ROS ważne jest również zabezpieczenie innych komponentów całego systemu robotycznego. Na przykład sieć, w której działają roboty, powinna być nieprzenikalna, wykorzystując zabezpieczenia WPA2 + AES, ukrywanie SSID, filtrowanie adresów MAC, statyczne adresy IP i wszelkie inne szeroko udokumentowane środki bezpieczeństwa.

Jakikolwiek dostęp nienatywnych klientów ROS powinien korzystać z bezpiecznych połączeń i uwierzytelniania SSL/HTTPS w celu weryfikacji tożsamości klienta. Sieć ROS można wdrożyć w ramach sieci VPN, aby zachować bezpieczeństwo i prywatność w komunikacji sieciowej. Należy zdefiniować reguły zapory zezwalające na ruch tylko na określonych, a nie na domyślnych portach z określonych adresów IP, logowanie robota przez SSH powinno zostać wyłączone, powinno zostać wymuszone używanie silnych haseł uwierzytelniania na poziomie użytkownika, a także zapewnione szyfrowanie przechowywanych danych. Ponadto należy stosować metody starannej ochrony i wymiany kluczy kryptograficznych oraz utrzymania certyfikatów, obowiązkowych podpisów cyfrowych i poziomów dostępu, umożliwiających ich bezpieczne przechowywanie [37].

Podsumowanie i przyszłe perspektywy

Pomimo że ogólna poprawa cyberbezpieczeństwa robota nie jest prostym zadaniem, to ważne jest uwzględnienie od samego początku takich zaleceń, jak: bezpieczne cykle życia oprogramowania, szyfrowanie komunikacji robota, aktualizowanie oprogramowania, udzielanie dostępu tylko autoryzowanym użytkownikom, dostarczanie metod przywracania robota do bezpiecznego stanu fabrycznego, wdrażanie najlepszych praktyk w zakresie bezpieczeństwa cybernetycznego, edukowanie osób zajmujących się rozwojem robotów i kadry kierowniczej w zakresie cyberbezpieczeństwa, zapewnianie użytkownikom możliwości wyrażania opinii na temat potencjalnych luk w zabezpieczeniach oraz promowanie audytów bezpieczeństwa przed fazą produkcji. W tym celu niezbędne jest egzekwowanie wczesnych i zapobiegawczych zasad bezpiecznego projektowania dla aplikacji robotów.

Celem tego rozdziału była identyfikacja potencjalnych zagrożeń dla bezpieczeństwa i prywatności w powszechnie stosowanym ROS, podnosząc w ten sposób świadomość na temat cyberbezpieczeństwa robotów i potrzebę dopracowania branżowych zasad bezpieczeństwa, tak aby uniknąć konsekwentnego wprowadzenia niepewnych robotów na rynek.

Oprócz dogłębnej analizy literatury dotyczącej bezpieczeństwa danych w robotyce ujawniono kilka błędów bezpieczeństwa w powszechnie przyjętym rozwiązaniu ROS oraz przedstawiono analizę propozycji mających na celu zabezpieczenie aplikacji robotów bazujących na ROS. Podano również ogólne zalecenia i środki bezpieczeństwa na różnych poziomach do kierowania wdrażaniem i rozlokowaniem systemów bazujących na jednym lub wielu robotach. W przyszłości planowane jest opracowanie komercyjnie użytecznego systemu opartego na ROS dla wielu robotów, który byłby przeznaczony do monitorowania infrastruktury obejmującej kluczowe środki bezpieczeństwa cybernetycznego i prywatności, w ramach trwającego projektu R&D STOP.

Przypisy

[1] http://stop.ingeniarius.pt.
[2] http://www.ros.org/.
[3] TOR oznacza *The Onion Router*, światową sieć serwerów, które umożliwiają anonimowe przeglądanie Internetu.
[4] http://wiki.ros.org/ros_comm6.
[5] http://wiki.ros.org/sros.

Bibliografia dostępna pod linkiem:
wdp.com.pl/bibliografia.html

Fragment pochodzi z książki:
Sztuczna inteligencja. Bezpieczeństwo i zabezpieczenia,
Roman V. Yampolskiy (redakcja).
Wydawnictwo Naukowe PWN,
Warszawa 2020

Zestawienie wybranych firm działających w branży opakowaniowej i wagarskiej

Dane firmy		Profil działalności
Aparatura kontrolno-pomiarowa; systemy sterowania i kontroli procesu		
AXIS Sp. z o.o. ul. Kartuska 375 B 80-125 Gdańsk	tel. 58 320 63 01 fax 58 320 63 00 e-mail: axis@axis.pl www.axis.pl	Oferujemy szeroki asortyment wag własnej produkcji, przeznaczonych do laboratoriów i przemysłu, gdzie stawiane są najwyższe wymagania co do niezawodności i odporności na narażenia środowiskowe. Ponadto oferujemy systemy dozujące, wielostanowiskowy system zbierania danych, system drukowania etykiet oraz system kontroli masy netto towarów paczkowanych. Produkujemy także siłomierze.
Minebea Intec Poland Sp. z o.o. ul. Wrzesińska 70 62-025 Kostrzyn	tel. 61 656 02 98 biuro.pl@minebea-intec.com www.minebea-intec.com	Minebea Intec oferuje szeroką gamę urządzeń, rozwiązań oraz usług wspierających procesy produkcyjne, takich jak wagi platformowe, wagi do zbiorników procesowych, automatyczne wagi kontrolne i urządzenia do detekcji ciał obcych – detektory metali i systemy kontroli rentgenowskiej, a także systemy ważąco-etykietujące, oprogramowanie do statystycznej kontroli procesu i recepturowania. Minebea Intec jest częścią grupy MinebeaMitsumi.
PACKSOL **Ryszard Warczyński** ul. Odonica 2 62-200 Gniezno	tel./fax 61 425 13 73 tel. 601 997 535 e-mail: rwarczyn@gmail.com www.packsol.pl	Wagi kontrolne, wykrywacze X-Ray, wykrywacze metalu, dozowniki wagowe, pionowe i poziome maszyny pakujące, pakowanie w kartony różnych typów oraz robotyka i systemy paletyzujące. Przedstawicielstwo firm: PRISMA, PFM/MBP, IMBALL, FUTURA ROBOTICA, MF.
Rekord S.A. ul. Sprawiedliwości 6, p. II 05-800 Pruszków	tel. 22 759 85 88 e-mail: biuro@rekordsa.pl www. rekordsa.pl	Rekord S.A. to wyspecjalizowany dostawca aparatury kontrolno-pomiarowej do zastosowań w bardzo wymagających warunkach procesowych. Oferujemy: przetworniki i sygnalizatory poziomu materiałów sypkich i cieczy, sygnalizatory przepływu, przepływomierze masowe do cieczy i gazów, płynowskazy z przetwornikami i bez, sygnalizatory ciśnienia, manometry różnicy ciśnień, również do zastosowań specjalnych, w tym dla lotnictwa.
RHL-SERVICE ul. Budziszyńska 74 60-179 Poznań	tel. 61 868 91 36 fax 61 863 01 22 e-mail: sekretariat@rhl.pl www.rhl.pl	Firma zajmuje się sprzedażą i serwisem reometrów, wiskozymetrów, wytłaczarek laboratoryjnych termostatów i łaźni wodnych oraz olejowych Thermo Scientific, a także sprzedażą spektrometrów i minispektrometrów NMR i EPR oraz systemów obrazowania przedklinicznego MRI firmy BRUKER Biospin. Prowadzimy seminaria, warsztaty reologiczne oraz szkolenia z zakresu obsługi sprzętu. Posiadamy certyfikat ISO 9001: 2015.
SIMEX Sp. z o.o. ul. Wielopole 11 80-556 Gdańsk	tel. 58 762 07 77 e-mail: info@simex.pl www.simex.pl	Producent i dystrybutor aparatury kontrolno-pomiarowej. Wykonywanie pełnego zakresu aplikacji wagowych dla zbiorników zaprojektowanych w oparciu o czujniki wagowe koncernu Vishay Precision Group (VPG).

Aparatura kontrolno-pomiarowa; systemy sterowania i kontroli procesu (cd.)		
SKAMER-ACM Sp. z o.o. ul. Rogoyskiego 26 33-100 Tarnów	tel. 14 632 34 00 e-mail: skamer@skamer.pl www.skamer.pl	SKAMER-ACM to sprawdzony partner w pomiarach i automatyce przemysłowej. Zakres działalności obejmuje: • projektowanie, programowanie, montaż, rozruch i serwis; • sprzedaż elementów automatyki, osprzętu elektrycznego i armatury przemysłowej; • pomiary punktu rosy, wilgotności względnej i zawartości tlenu; • poprawę efektywności energetycznej; • systemy monitoringu energii oraz zarzadzania produkcją; • odnawialne źródła energii; • kompleksową realizację systemów detekcji pożaru w szafach sterowniczych; • audyty, opracowania i ekspertyzy specjalistyczne.
Zinner **Wagi i Systemy Wagowe** ul. Kopanina 2 60-105 Poznań	tel. kom. 601 772 441 e-mail: info@zinner.pl www.zinner.pl	Oferujemy wagi, dozujące systemy wagowe, wagi przemysłowe i zbiornikowe. Części do wag – tensometry (czujniki) wagowe, zestawy montażowe, elektronikę wagową. Siłomierze i maszyny wytrzymałościowe do pomiarów siły nacisku i ciągu, do testowania produktów. Indywidualne rozwiązania i spawanie konstrukcji.
Aplikacje oprogramowań dla przemysłu		
Minebea Intec Poland Sp. z o.o. ul. Wrzesińska 70 62-025 Kostrzyn	tel. 61 656 02 98 biuro.pl@minebea-intec.com www.minebea-intec.com	Minebea Intec oferuje szeroką gamę urządzeń, rozwiązań oraz usług wspierających procesy produkcyjne, takich jak wagi platformowe, wagi do zbiorników procesowych, automatyczne wagi kontrolne i urządzenia do detekcji ciał obcych – detektory metali i systemy kontroli rentgenowskiej, a także systemy ważąco-etykietujące, oprogramowanie do statystycznej kontroli procesu i recepturowania. Minebea Intec jest częścią grupy MinebeaMitsumi.
Maszyny do produkcji opakowań		
POLPAK Sp. z o.o. ul. Kabrioletu 4 03-117 Warszawa	tel. 22 614 49 48 fax 22 814 36 36 e-mail: polpak@polpak.pl www.polpak.pl	POLPAK Producent Maszyn Pakujących Firma Polpak od 30 lat zajmuje się produkcją maszyn i linii pakujących, dopasowanych do indywidualnych potrzeb Klienta. Niezależnie od tego, czy pakujesz płynne, sypkie czy kawałkowe produkty – zawsze znajdziemy rozwiązanie. Oferujemy: • automaty poziome typu doypack z systemem wklejania korka lub zamknięcia strunowego zipper; • automaty pionowe; • kompletne linie pakujące (pakowanie w tacki, słoje, wiadra); • Case Packery; • pakowanie w worki; • dozowniki. Zapraszamy do współpracy!
Maszyny etykietujące, znakujące		
COMP SA Oddział Nowy Sącz NOVITUS – Centrum Technologii Sprzedaży ul. Nawojowska 118 33-300 Nowy Sącz	tel. 18 444 00 20 fax 18 444 07 90 e-mail: info@novitus.pl www.novitus.pl	NOVITUS oferuje innowacyjne rozwiązania dla przemysłu oparte na wagach dynamicznych. Są to usprawniające proces produkcyjny ręczne lub automatyczne systemy ważąco-etykietujące. Dużym atutem są także, wykorzystywane do sortowania produktów, dyskryminatory i klasyfikatory produktów według masy.
SKK S.A. ul. Gromadzka 54 A 30-719 Kraków	tel. 12 293 27 00 zapytanie@skkglobal.com http://skkglobal.com	Nasza firma specjalizuje się w dostarczaniu kompleksowych rozwiązań usprawniających gospodarkę magazynową i rejestrację produkcji oraz specjalistyczne systemy znakowania. Oferujemy etykieciarki, drukarki etykiet, czytniki kodów oraz oprogramowania do projektowania etykiet i zarządzania magazynem. Jesteśmy producentem i dostawcą materiałów eksploatacyjnych, taśm i przywieszek.

Maszyny i urządzenia pakujące		
BEHN + BATES ul. Kolejowa 3 Bielany Wrocławskie 55-040 Kobierzyce	tel. 71 796 02 04 fax 71 796 02 05 e-mail: htr@haverboecker.com www.haverpolska.pl www.behnbates.com	Produkcja automatycznych maszyn pakujących.
Góźdź Jan **Eureka Grupa.** **Inżynieria Spożywcza.** **Doradztwo** **i projektowanie** ul. Rapackiego 19 20-150 Lublin	tel. 602 773 252 eurekainz@eurekainz.pl www.eurekainz.pl	Oferujemy innowacyjne rozwiązania dla przemysłu spożywczego i ochrony środowiska, w tym dozowniki celkowe w zakresie wydajności od 0,027 do 158 dm^3/1 obrót wirnika do zasilania transportu wewnętrznego, dozowniki śrubowe, depozytory w liniach technologicznych, transport pneumatyczny, przenośniki cięgnowe, suszarki fluidyzacyjne, linie do mikronizacji ziaren zbóż i płatków, prażak fluidyzacyjny do nasion oleistych oraz inne na indywidualne zamówienie.
Fenix Systems Sp. z o.o. ul. Długa 40 Moczydłów 05-530 Góra Kalwaria	tel. 22 715 52 53 e-mail: biuro@fenixsystems.eu www.fenixsystems.eu	Kompletne linie do pakowania i systemy kontroli jakości. Systemy podawania, naważarki wielogłowicowe, wagi kontrolne, wykrywacze metali, X-Ray, kartoniarki, systemy paletyzacji, wózki widłowe LGV. Zapewniamy: ofertę, projekt, dostawę, montaż, serwis.
HAVER & BOECKER **POLSKA Sp. z o.o.** ul. Kolejowa 3 Bielany Wrocławskie 55-040 Kobierzyce	tel. 71 796 02 04 fax 71 796 02 05 e-mail: htr@haverboecker.com www.haverpolska.pl www.haverboecker.com	Produkcja automatycznych maszyn pakujących.
PACKSOL **Ryszard Warczyński** ul. Odonica 2 62-200 Gniezno	tel./fax 61 425 13 73 tel. 601 997 535 e-mail: rwarczyn@gmail.com www.packsol.pl	Wagi kontrolne, wykrywacze X-Ray, wykrywacze metalu, dozowniki wagowe, pionowe i poziome maszyny pakujące, pakowanie w kartony różnych typów oraz robotyka i systemy paletyzujące. Przedstawicielstwo firm: PRISMA, PFM/MBP, IMBALL, FUTURA ROBOTICA, MF.
POLPAK Sp. z o.o. ul. Kabrioletu 4 03-117 Warszawa	tel. 22 614 49 48 fax 22 814 36 36 e-mail: polpak@polpak.pl www.polpak.pl	POLPAK Producent Maszyn Pakujących Firma Polpak od 30 lat zajmuje się produkcją maszyn i linii pakujących, dopasowanych do indywidualnych potrzeb Klienta. Niezależnie od tego, czy pakujesz płynne, sypkie czy kawałkowe produkty – zawsze znajdziemy rozwiązanie. Oferujemy: • automaty poziome typu doypack z systemem wklejania korka lub zamknięcia strunowego zipper; • automaty pionowe; • kompletne linie pakujące (pakowanie w tacki, słoje, wiadra); • Case Packery; • pakowanie w worki; • dozowniki. Zapraszamy do współpracy!
Teccon Sp. z o.o. Sp. komandytowa ul. Gdańska 134 62-200 Gniezno	tel. 721 160 200 michal.reformat@teccon.pl www.teccon.pl	Producent maszyn pakujących. Firma Teccon zajmuje się automatyzacją procesów produkcyjnych. W oparciu o nowoczesne technologie optymalizuje oraz poprawia efektywność procesów produkcji. W ofercie firmy znajdują się kartoniarki, formierki kartonów i tacek, paletyzatory, transportery oraz maszyny dedykowane – „szyte na miarę”.

Maszyny napełniające i zamykające		
FEIGE FILLING GmbH ul. Kolejowa 3 Bielany Wrocławskie 55-040 Kobierzyce	tel. 71 796 02 04 fax 71 796 02 05 e-mail: htr@haverboecker.com www.haverpolska.pl www.feige.com	Produkcja automatycznych stacji napełniających.
POLPAK Sp. z o.o. ul. Kabrioletu 4 03-117 Warszawa	tel. 22 614 49 48 fax 22 814 36 36 e-mail: polpak@polpak.pl www.polpak.pl	POLPAK Producent Maszyn Pakujących Firma Polpak od 30 lat zajmuje się produkcją maszyn i linii pakujących, dopasowanych do indywidualnych potrzeb Klienta. Niezależnie od tego, czy pakujesz płynne, sypkie czy kawałkowe produkty – zawsze znajdziemy rozwiązanie. Oferujemy: • automaty poziome typu doypack z systemem wklejania korka lub zamknięcia strunowego zipper; • automaty pionowe; • kompletne linie pakujące (pakowanie w tacki, słoje, wiadra); • Case Packery; • pakowanie w worki; • dozowniki. Zapraszamy do współpracy!
Opakowania i materiały opakowaniowe		
Polpak Sp. z o.o. **(oddział Polpak Packaging)** ul. Czarodzieja 16 03-116 Warszawa	tel. 22 752 34 23 fax 22 752 34 77 e-mail: biuro@polpak.pl www.packaging.polpak.pl	Polpak Packaging oferuje zamknięcia do opakowań: spryskiwacze, spieniacze, minitriggery oraz nakrętki typu *disc top*, *flip top* i *push-pull*, atomizery, dozowniki spieniające oraz opakowania kosmetyczne: airless, aplikatory do pudru, opakowania silikonowe, *spraying bottle*, słoje, a także kroplomierze wraz ze szklanymi butelkami. Oferujemy również poliolefinowe folie termokurczliwe w różnych szerokościach i grubościach, w opcji półrękawa lub taśmy.
Systemy napędowe maszyn/komponenty		
Fatek Polska Sp. z o.o. ul. Siwka 11 31-588 Kraków	tel. kom 533 329 921 e-mail: info@fatekpolska.pl www.fatek.pl	Oferujemy kompleksową automatyzację maszyn. Jesteśmy oficjalnym dystrybutorem sterowników PLC, paneli operatorskich HMI oraz serwonapędów firmy Fatek. Oferujemy kompleksowe usługi w zakresie doradztwa technicznego, doboru komponentów oraz pełnego wsparcia dla naszych klientów po uruchomieniu urządzenia.
MULTIPROJEKT ul. Cystersów 20 A 31-553 Kraków	tel. 12 413 90 58 fax 12 376 48 94 krakow@multiprojekt.pl www.multiprojekt.pl	Dystrybutor sterowników PLC FATEK, paneli operatorskich WEINTEK, serwonapędów ESTUN, kontrolerów ruchu TRIO MOTION, techniki liniowej HIWIN, siłowników liniowych LinMot, falowników firmy MICNO, silników krokowych, części do maszyn. Zapewniamy doradztwo techniczne, podstawowe i zaawansowane szkolenia oraz pomoc techniczną przy uruchomieniu.
Systemy transportu wewnętrznego		
steute Polska ul. Wilanowska 321 02-665 Warszawa	tel. 22 843 08 20 e-mail: info@steute.pl www.steute.pl	Niemiecka firma steute oferuje m.in. wyłączniki linkowe bezpieczeństwa, czujniki zbiegania taśmy przenośników, wyłączniki nożne oraz podzespoły systemów bezpieczeństwa maszyn. Dostępne są również wyłączniki, czujniki i kasety sterownicze w wersji przeciwwybuchowej Ex (ATEX) oraz do pracy w ekstremalnych warunkach (wysoka/niska temperatura, środowisko agresywne, zapylenie, duża wilgotność).

Systemy transportu wewnętrznego (cd.)		
Teccon Sp. z o.o. Sp. komandytowa ul. Gdańska 134 62-200 Gniezno	tel. 721 160 200 michal.reformat@teccon.pl www.teccon.pl	Producent maszyn pakujących. Firma Teccon zajmuje się automatyzacją procesów produkcyjnych. W oparciu o nowoczesne technologie optymalizuje oraz poprawia efektywność procesów produkcji. W ofercie firmy znajdują się kartoniarki, formierki kartonów i tacek, paletyzatory, transportery oraz maszyny dedykowane – „szyte na miarę".
Systemy pakowania zbiorczego		
PACKSOL **Ryszard Warczyński** ul. Odonica 2 62-200 Gniezno	tel./fax 61 425 13 73 tel. 601 997 535 e-mail: rwarczyn@gmail.com www.packsol.pl	Wagi kontrolne, wykrywacze X-Ray, wykrywacze metalu, dozowniki wagowe, pionowe i poziome maszyny pakujące, pakowanie w kartony różnych typów oraz robotyka i systemy paletyzujące. Przedstawicielstwo firm: PRISMA, PFM/MBP, IMBALL, FUTURA ROBOTICA, MF.
POLPAK Sp. z o.o. ul. Kabrioletu 4 03-117 Warszawa	tel. 22 614 49 48 fax 22 814 36 36 e-mail: polpak@polpak.pl www.polpak.pl	POLPAK Producent Maszyn Pakujących Firma Polpak od 30 lat zajmuje się produkcją maszyn i linii pakujących, dopasowanych do indywidualnych potrzeb Klienta. Niezależnie od tego, czy pakujesz płynne, sypkie czy kawałkowe produkty – zawsze znajdziemy rozwiązanie. Oferujemy: • automaty poziome typu doypack z systemem wklejania korka lub zamknięcia strunowego zipper; • automaty pionowe; • kompletne linie pakujące (pakowanie w tacki, słoje, wiadra); • Case Packery; • pakowanie w worki; • dozowniki. Zapraszamy do współpracy!
Teccon Sp. z o.o. **Sp. komandytowa** ul. Gdańska 134 62-200 Gniezno	tel. 721 160 200 michal.reformat@teccon.pl www.teccon.pl	Producent maszyn pakujących. Firma Teccon zajmuje się automatyzacją procesów produkcyjnych. W oparciu o nowoczesne technologie optymalizuje oraz poprawia efektywność procesów produkcji. W ofercie firmy znajdują się kartoniarki, formierki kartonów i tacek, paletyzatory, transportery oraz maszyny dedykowane – „szyte na miarę".
Systemy, urządzenia ważące i dozujące		
PH-U BRINPOL **Jarosław Brinken** ul. Królewska 35 05-502 Bogatki	tel./fax 22 757 36 51 kom. 501 041 986 e-mail: brinpol@brinpol.com.pl www.brinpol.com.pl	Dozowniki materiałów sypkich firmy HETHON. Precyzyjne podawanie proszków, granulatów, barwników, ziaren. Dozowanie materiałów zbrylających się i zawieszających się. Wydajność 0,015–20 000 l/h. System szybkiego demontażu do czyszczenia zbiornika. Łatwa wymiana ślimaka i dyszy. Zastosowanie w przemyśle tworzyw sztucznych, spożywczym, chemicznym, farmaceutycznym, szklarskim, gumowym, lakierniczym, w oczyszczalniach ścieków itd.
COLMEX Sp. z o.o. ul. Kościuszki 1 C 44-100 Gliwice	tel. 32 231 88 26 e-mail: colmex@colmex.pl www.colmex.pl	Grawimetryczne systemy dozująco-ważące firmy FLSmidth Pfister dla paliw stałych (węgiel, pył węglowy, biomasa, RDF) i innych materiałów sypkich. Wydajność od 0,02 t/h do 200 t/h. Dokładność dozowania 1%. Stosowanie także w strefach zagrożonych wybuchem.
COMP SA Oddział Nowy Sącz NOVITUS – Centrum Technologii Sprzedaży ul. Nawojowska 118 33-300 Nowy Sącz	tel. 18 444 00 20 fax 18 444 07 90 e-mail: info@novitus.pl www.novitus.pl	NOVITUS oferuje innowacyjne rozwiązania dla przemysłu oparte na wagach dynamicznych. Są to usprawniające proces produkcyjny ręczne lub automatyczne systemy ważąco-etykietujące. Dużym atutem są także, wykorzystywane do sortowania produktów, dyskryminatory i klasyfikatory produktów według masy.

Systemy, urządzenia ważące i dozujące (cd.)		
ELWAG Sp. z o.o. ul. Kościuszki 1 C 44-100 Gliwice	tel./fax 32 331 37 11 tel. kom. 601 894 376 e-mail: biuro@elwag.pl www.elwag.pl	Certyfikowany partner firmy Minebea Intec – sprzedaż, serwis. Przemysłowe wagi zbiornikowe, platformowe – technologiczne i legalizowane. Systemy dozujące. Projektowanie, wykonawstwo, uruchomienie. Sterowanie procesami przemysłowymi.
Lubelskie Fabryki Wag FAWAG S.A. ul. Łęczyńska 58 20-954 Lublin	tel. 81 445 29 25 e-mail: handlowy@fawag.pl www.fawag.pl www.fawagws1.pl	Kompleksowo produkujemy wagi i kasy fiskalne. W swojej ofercie posiadamy szeroki wybór wag: sklepowych, porcjujących, technicznych, osobowych i przemysłowych. Tworzymy także niestandardowe zamówienia, dostosowane do wymogów zakładów produkcyjnych. Zlecenia realizujemy całościowo: od projektu, poprzez realizację, legalizację, skończywszy na montażu i opiece serwisowej.
Fenix Systems Sp. z o.o. ul. Długa 40 Moczydłów 05-530 Góra Kalwaria	tel. 22 715 52 53 e-mail: biuro@fenixsystems.eu www.fenixsystems.eu	Kompletne linie do pakowania i systemy kontroli jakości. Systemy podawania, naważarki wielogłowicowe, wagi kontrolne, wykrywacze metali, X-Ray, kartoniarki, systemy paletyzacji, wózki widłowe LGV. Zapewniamy: ofertę, projekt, dostawę, montaż, serwis.
Graintech Sp. z o.o. ul. Włościańska 7 49-300 Brzeg	tel. 77 550 77 38 e-mail: biuro@graintech.pl www.graintech.pl	Jesteśmy producentem wag samochodowych, dystrybutorem największych marek wagarskich. Zajmujemy się wszystkim, co związane jest z wagami i nie tylko. Nieobca nam jest automatyka, elektronika do wag i systemów ważących. Prowadzimy serwis i sprzedaż elektroniki, elementów automatyki i wag.
Jesma Sp. z o.o. ul. Kopanina 34 60-105 Poznań	tel. kom. 722 011 022 e-mail: mtr@jesma.com www.jesma.com	Jesma – tworzy, produkuje i sprzedaje wagi i systemy wagowe do statycznego, dynamicznego i ciągłego ważenia. Wysoka jakość jest oczywistą cechą każdego dostarczanego systemu. Techniki ważenia i dozowania to specjalność firmy, której produkty są zawsze projektowane przy szczególnej dbałości o ich niezawodność, elastyczność i funkcjonalność.
Minebea Intec Poland Sp. z o.o. ul. Wrzesińska 70 62-025 Kostrzyn	tel. 61 656 02 98 biuro.pl@minebea-intec.com www.minebea-intec.com	Minebea Intec oferuje szeroką gamę urządzeń, rozwiązań oraz usług wspierających procesy produkcyjne, takich jak wagi platformowe, wagi do zbiorników procesowych, automatyczne wagi kontrolne i urządzenia do detekcji ciał obcych – detektory metali i systemy kontroli rentgenowskiej, a także systemy ważąco-etykietujące, oprogramowanie do statystycznej kontroli procesu i recepturowania. Minebea Intec jest częścią grupy MinebeaMitsumi.
PACKSOL **Ryszard Warczyński** ul. Odonica 2 62-200 Gniezno	tel./fax 61 425 13 73 tel. 601 997 535 e-mail: rwarczyn@gmail.com www.packsol.pl	Wagi kontrolne, wykrywacze X-Ray, wykrywacze metalu, dozowniki wagowe, pionowe i poziome maszyny pakujące, pakowanie w kartony różnych typów oraz robotyka i systemy paletyzujące. Przedstawicielstwo firm: PRISMA, PFM/MBP, IMBALL, FUTURA ROBOTICA, MF.
POLPAK Sp. z o.o. ul. Kabrioletu 4 03-117 Warszawa	tel. 22 614 49 48 fax 22 814 36 36 e-mail: polpak@polpak.pl www.polpak.pl	POLPAK Producent Maszyn Pakujących Firma Polpak od 30 lat zajmuje się produkcją maszyn i linii pakujących, dopasowanych do indywidualnych potrzeb Klienta. Niezależnie od tego, czy pakujesz płynne, sypkie czy kawałkowe produkty – zawsze znajdziemy rozwiązanie. Oferujemy: • automaty poziome typu doypack z systemem wklejania korka lub zamknięcia strunowego zipper; • automaty pionowe; • kompletne linie pakujące (pakowanie w tacki, słoje, wiadra); • Case Packery; • pakowanie w worki; • dozowniki. Zapraszamy do współpracy!

Systemy, urządzenia ważące i dozujące (cd.)		
PPU „PROTON elektronik" Edward Flisak ul. Kożuchowska 35 A 65-364 Zielona Góra	tel. 68 320 43 63 fax 68 320 43 63 protonelektronik@protonelektronik.pl www.protonelektronik.pl	Systemy automatycznego naważania, systemy naważania przedmieszek, wagi przemysłowe, wagi automatyczne: automatyzacja linii granulacji, systemy sterowania i wizualizacji, automatyka przemysłowa. Budowa, wyposażenie i automatyzacja przetwórni pasz.
SIMEX Sp. z o.o. ul. Wielopole 11 80-556 Gdańsk	tel. 58 762 07 77 e-mail: info@simex.pl www.simex.pl	Producent i dystrybutor aparatury kontrolno-pomiarowej. Wykonywanie pełnego zakresu aplikacji wagowych dla zbiorników, zaprojektowanych w oparciu o czujniki wagowe koncernu Vishay Precision Group (VPG).
UTILCELL, s.r.o. Nam. V. Mrstika 40 CZ-664 81 Ostrovacice (Brno) Czech Republic	tel. kom +48 511 421 118 e-mail: p.dustet@utilcell.com www.utilcell.pl	UTILCELL – hiszpański producent przetworników tensometrycznych, akcesoriów montażowych oraz nowoczesnych mierników wagowych. Ponad 40 lat doświadczenia. Jesteśmy w pierwszej trójce największych producentów w Europie. Gwarantujemy wysoką jakość, powtarzalność oraz krótkie terminy realizacji. Posiadamy przedstawicielstwo w Polsce.
Zinner **Wagi i Systemy Wagowe** ul. Kopanina 2 60-105 Poznań	tel. kom. 601 772 441 e-mail: info@zinner.pl www.zinner.pl	Oferujemy wagi, dozujące systemy wagowe, wagi przemysłowe i zbiornikowe. Części do wag – tensometry (czujniki) wagowe, zestawy montażowe, elektronikę wagową. Siłomierze i maszyny wytrzymałościowe do pomiarów siły nacisku i ciągu, do testowania produktów. Indywidualne rozwiązania i spawanie konstrukcji.
Inne maszyny i urządzenia		
FANUC Polska Sp. z o.o. ul. Tadeusza Wendy 2 52-407 Wrocław	tel. 71 776 61 60 fax 71 776 61 69 e-mail: sales@fanuc.pl www.fanuc.pl	FANUC to światowy lider technologii CNC oraz robotyki, który od 1956 r. oferuje producentom niezawodne sterowania CNC, roboty przemysłowe oraz wysoko wydajne obrabiarki: Robodrill, Robocut oraz Roboshot. Maszyny FANUC charakteryzują niedoścignione szybkość, precyzja i efektywność.
Minebea Intec Poland Sp. z o.o. ul. Wrzesińska 70 62-025 Kostrzyn	tel. 61 656 02 98 biuro.pl@minebea-intec.com www.minebea-intec.com	Minebea Intec oferuje szeroką gamę urządzeń, rozwiązań oraz usług wspierających procesy produkcyjne, takich jak wagi platformowe, wagi do zbiorników procesowych, automatyczne wagi kontrolne i urządzenia do detekcji ciał obcych – detektory metali i systemy kontroli rentgenowskiej, a także systemy ważąco-etykietujące, oprogramowanie do statystycznej kontroli procesu i recepturowania. Minebea Intec jest częścią grupy MinebeaMitsumi.
P.P.H.U. Techmont **Radosław Wietrzyk** ul. 3 Maja 39 b 47-303 Krapkowice	tel./fax 77 407 93 00 e-mail: biuro@techmont.com.pl www.techmont.com.pl	P.P.H.U. TECHMONT oferuje osłony przenośników taśmowych, zgarniacze, systemy centrujące, armatki/pulsatory powietrzne i azotowe do udrażniania zbiorników z materiałami sypkimi, system dławienia pyłów przemysłowych, tworzywa ślizgowe, trudno ścieralne.
steute Polska al. Wilanowska 321 02-665 Warszawa	tel. 22 843 08 20 e-mail: info@steute.pl www.steute.pl	Niemiecka firma steute oferuje m.in. wyłączniki linkowe bezpieczeństwa, czujniki zbiegania taśmy przenośników, wyłączniki nożne oraz podzespoły systemów bezpieczeństwa maszyn. Dostępne są również wyłączniki, czujniki i kasety sterownicze w wersji przeciwwybuchowej Ex (ATEX) oraz do pracy w ekstremalnych warunkach (wysoka/niska temperatura, środowisko agresywne, zapylenie, duża wilgotność).
Teccon Sp. z o.o. Sp. komandytowa ul. Gdańska 134 62-200 Gniezno	tel. 721 160 200 michal.reformat@teccon.pl www.teccon.pl	Producent maszyn pakujących. Firma Teccon zajmuje się automatyzacją procesów produkcyjnych. W oparciu o nowoczesne technologie optymalizuje oraz poprawia efektywność procesów produkcji. W ofercie firmy znajdują się kartoniarki, formierki kartonów i tacek, paletyzatory, transportery oraz maszyny dedykowane – „szyte na miarę".

BIBLIOTEKA

Szelerski Marek Wiktor
Automatyka przemysłowa w praktyce. Projektowanie, modernizacja i naprawa
Wydawca: KaBe
Wydanie: Krosno 2021

Książka zawiera omówienie technicznych aspektów projektowania, modernizacji i naprawy układów automatyki przemysłowej.

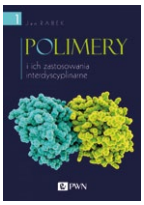
Omówiono w niej: ocenę ryzyka maszyn, zasady projektowania układów automatyki, napędy, przekładnie oraz czujniki stosowane w maszynach.

Praca zbiorowa
Ważne informacje dla wprowadzających opakowania i produkty w opakowaniach (e-book)
Wydawca: Wiedza i Praktyka
Wydanie: 2020

Firmy, które wprowadzają na rynek opakowania i produkty w opakowaniach, muszą wywiązać się z wielu obowiązków. Jeśli przedsiębiorca wytwarza lub importuje same opakowania, będzie miał tych obowiązków mniej. Więcej zadań do wykonania będzie miał przedsiębiorca, który wprowadza produkty w opakowaniach. Na czym polega różnica między nimi i co konkretnie muszą zrobić? Czy wszystko trzeba zrobić samemu czy można przekazać jakieś obowiązki organizacji odzysku? Odpowiedzi na te oraz inne pytania znajdziesz w w e-booku.

Patrycja Wojciechowska
Materiały hybrydowe w innowacjach opakowaniowych (e-book)
Wydawca: Uniwersytet Ekonomiczny w Poznaniu
Wydanie: 1, Poznań 2019

Przemysł opakowań to obecnie jeden z najprężniej rozwijających się sektorów gospodarki światowej. Rosnące wymagania stawiane współczesnym opakowaniom wpływają na zmiany ich form konstrukcyjnych i stosowanie materiałów o specyficznych parametrach, np. wysokiej barierowości, odporności termicznej i mechanicznej, co stwarza przestrzeń do rozwoju innowacji opakowaniowych. W ten nurt wpisuje się prezentowana monografia. Celem głównym podjętych studiów literaturowych i badań empirycznych było scharakteryzowanie organiczno-nieorganicznych materiałów hybrydowych, a także opracowanie metod syntezy nowych hybryd na bazie żelatyny i związków krzemoorganicznych. Szczególny nacisk położono na określenie możliwości zastosowania opracowanych układów hybrydowych jako potencjalnych materiałów opakowaniowych.



Jan Rabek
Polimery i ich zastosowania interdyscyplinarne. Tom 1
Wydawca: Wydawnictwo Naukowe PWN
Wydanie: 1, Warszawa 2020

Materiały polimerowe są wykorzystywane we wszystkich dziedzinach techniki, a chemia polimerów to istotna interdyscyplinarna dziedzina wiedzy, niezbędna nie tylko chemikom, ale również inżynierom, technologom, a nawet lekarzom.

Polimery i ich zastosowania interdyscyplinarne to podręcznik akademicki, który w sposób prosty i przejrzysty opisuje wybrane zagadnienia z zakresu chemii, fizykochemii i metod badawczych polimerów. Dla każdej grupy polimerów zostały podane liczne przykłady zastosowań w nauce, technologii i życiu codziennym, na podstawie szeroko cytowanej literatury naukowej.

Książka jest kontynuacją i uzupełnieniem świetnie przyjętych podręczników: *Polimery. Otrzymywanie, metody badawcze i zastosowania oraz Współczesna wiedza o polimerach* (t. 1 i 2). Pierwszy tom omawianej publikacji przedstawia polimery przemysłowe, poruszono w nim m.in. następujące zagadnienia:

- fizykochemia powierzchni polimerów;
- otrzymywanie i właściwości wybranych polimerów przemysłowych;
- polimery powłokotwórcze;
- kleje polimerowe;
- kauczuki.

Publikacja przeznaczona jest zarówno dla studentów kształcących się w zakresie chemii, technologii chemicznej, inżynierii materiałowej, ochrony środowiska, medycyny i farmacji, pracowników naukowych i dydaktycznych, jak i osób, które technologią polimerów interesują się zawodowo.

Stefan Jakowski
Opakowania transportowe. Poradnik
Wydawca: Wydawnictwo Naukowe PWN
Wydanie: 1, Warszawa 2020

W poradniku przedstawiono najważniejsze zagadnienia dotyczące projektowania, produkcji i stosowania opakowań transportowych. Omówiono:

- Podstawowe wymagania logistyczne, ekonomiczne, marketingowe i ekologiczne, jakie powinny spełniać opakowania.
- Przyczyny powodujące uszkodzenia towaru podczas transportu i składowania oraz sposoby zapobiegania powstawaniu szkód.
- Niekorzystne czynniki mechaniczne i klimatyczne. Zasady kontroli jakości.
- Wytyczne dla projektantów różnych rodzajów opakowań transportowych.

SKUTECZNA PROMOCJA W KWARTALNIKU

Tematyka wydania 3/2021:

- monitoring produkcji;
- maszyny, urządzenia i technologie dla przemysłu spożywczego, mięsnego i mleczarni;
- roboty przemysłowe w branży spożywczej;
- systemy pakujące, ważące, dozujące, rejestrujące;
- etykiety i systemy znakowania w przemyśle;
- systemy znakujące, RFID, systemy kontroli

Skontaktuj się z nami, a udzielimy Ci wszelkich potrzebnych informacji!
tel. **32 755 18 47**; e-mail: **redakcja.wdp@drukart.pl**

Więcej dowiesz się też na stronie **www.wdp.com.pl** w zakładce reklama.

PRENUMERATA

Prenumeratę kwartalnika „Ważenie, Dozowanie, Pakowanie" można rozpocząć w dowolnym momencie. Cena prenumeraty pozostaje bez zmian, niezależnie od zmiany stawki VAT na czasopismo. Faktura za prenumeratę zostanie przesłana wraz z pierwszym zamówionym egzemplarzem. Koszty przesyłki pokrywa wydawnictwo. Studenci oraz uczniowie mogą skorzystać z 50% zniżki, przesyłając kserokopię ważnej legitymacji szkolnej. Zniżka obejmuje również szkoły i wyższe uczelnie.

Cena prenumeraty rocznej wynosi 38,88 zł brutto (w tym 8% VAT).

Informacje na temat prenumeraty oraz numerów archiwalnych można uzyskać pod numerem tel./fax: 32-755 15 74.

Kwartalnik „Ważenie, Dozowanie, Pakowanie" można zaprenumerować, wykorzystując:
– druk zamówienia pobrany z naszej witryny internetowej www.wdp.com.pl/wdp/prenumerata;
– pocztę elektroniczną, e-mail: prenumerata@drukart.pl.

lub za pośrednictwem:
– RUCH SA, tel. 801 800 803 lub 22 693 70 00 (godz. 7^{00}–17^{00}) www.prenumerata.ruch.com.pl, prenumerata@ruch.com.pl;
– GARMOND PRESS SA, tel./fax 12 412 75 60;
– Kolporter spółka z ograniczoną odpowiedzialnością sp.k., www.kolporter.com.pl, tel. 41 367 88 88.

Płacisz raz, a promujesz firmę przez cały rok

Ważenie, Dozowanie, Pakowanie – Katalog Branżowy 2021

systemy ważące i dozujące • systemy pakujące • robotyka, systemy paletyzujące i transportujące
oprogramowanie do kontroli i wizualizacji procesów produkcyjnych • systemy znakowania i etykietowania
urządzenia kontrolno-pomiarowe • urządzenia sterujące • urządzenia wykonawcze • automatyka przemysłowa • serwis

www.wdp.com.pl
tel. 32 755 18 47, e-mail: redakcja.wdp@drukart.pl

BRANŻA PRZEMYSŁOWA IOT

PRODUKTY I ROZWIĄZANIA DLA NOWOCZESNYCH ŚRODOWISK PRZEMYSŁOWYCH

SKORZYSTAJ Z NASZEJ WIEDZY I SZEROKIEJ OFERTY

pl.rs-online.com

Wspieramy Twój biznes

RS