Nr 4/2024
(79) rok XVI
cena 36,00 zł (+8% VAT)

Tworzywa Sztuczne w Przemyśle

ISSN 2082-6877
DWUMIESIĘCZNIK

YUDO

Rozwiązania wielogniazdowe dla poprawy jakości produktu

Łatwo, Estetycznie, Wydajnie.

Od pojemników, nakrętek i zamknięć, kosmetyków, wyrobów medycznych po higienę osobistą, rozwiązania systemów gorąco kanałowych YUDO usprawniają produkcję i jakość produktów w różnych sektorach branży opakowaniowej.

www.yudo.com

YUDO Poland SP. z o.o. | T. +48 887 333 705 E. yudopl@yudoeu.com

SPIS TREŚCI

LIPIEC/SIERPIEŃ 2024 r.

ROZWIĄZANIA DLA RECYKLINGU

F 4 Likwidacja odoru w procesie recyklingu tworzyw postkonsumenckich
N 7 Perspektywa zastosowania maszyn małoseryjnych do produkcji filamentu inżynierii produkcji i zarządzania odpadami
F 11 Rotacyjne zmieniacze sit
F 12 Urządzenia do recyklingu w ofercie ELBi-Wrocław
N 14 Wpływ dodatków w postaci odpadów z przemysłu meblarskiego i odpadów z tworzyw sztucznych na poziom powinowactwa asfaltu z kruszywem naturalnym
19 Co można wyprodukować w wyniku recyklingu tworzyw sztucznych?
F 20 Międzynarodowe Targi Technologii Recyklingu i Odzysku Materiałowego Surowców
F 21 Klient w centrum uwagi
F 22 Zestawienie wybranych firm z branży recyklingu

BARWIENIE TWORZYW

F 24 Idealny barwnik dla każdego tworzywa sztucznego od specjalistów w dziedzinie masterbatchy
N 26 Zastosowanie spektroskopii oscylacyjnej w detekcji barwników azowych w opakowaniach do żywności. Część I
32 Tworzywa barwione przez producenta czy barwienie masy za pomocą barwników?

ROTOMOULDING

F 34 Roto4mat – liderzy w innowacjach w produkcji technicznych elementów rotomouldingu
36 10 najważniejszych firm zajmujących się formowaniem rotacyjnym
F 40 Maszyna do formowania rotacyjnego: konstrukcja, budowa i analiza działania
F 44 Wszystko kręci się wokół zbiorników
F 46 Rotomoulding – przegląd rozwiązań wybranych firm

NAGRODZENI NA TARGACH PLASTPOL 2024

48 Plastpol z międzynarodowymi biznesami. Energooszczędność i zrównoważony rozwój kluczem dyskusji
F 50 System redukcji zużycia energii elektrycznej wtryskarek hydraulicznych
F 51 Tarnamid CnT nowość w ofercie tworzyw antystatycznych i elektroprzewodzących
F 52 Energia słoneczna zasila wtryskarki

KONTROLA JAKOŚCI

N 55 Zrównoważone podejście do procesu produkcyjnego przy zastosowaniu SMED
61 Kluczowe badania jakościowe w przetwórstwie tworzyw sztucznych
F 64 W poszukiwaniu pewnego i niepodważalnego wyniku grubości powłoki lakierniczej
F 66 Konica Minolta wprowadza na rynek pionowy, przenośny spektrofotometr CM-17d do bardzo dokładnych pomiarów kolorów w każdych warunkach

MASZYNY I URZADZENIA

N 70 DRS w badaniach polimerów na przykładzie radiolizy elastomerów

TECHNOLOGIE

N 72 Badanie wpływu wybranych parametrów klejenia tektury i kartonu na właściwości wytrzymałościowe połączeń klejowych

Z KRAJU I ZE ŚWIATA

76 Nie zmarnujmy potencjału społecznego, jaki tkwi w zbieraniu nakrętek do serduszek!

WYDARZENIA BRANŻOWE

77 Laabs Art Gallery i Sztuka na Targach Plastpol: unikalne połączenie technologii i artystycznej wrażliwości
78 INNOFORM 2025 – 7 Międzynarodowe Targi Kooperacyjne Przemysłu Narzędziowo-Przetwórczego 4-6 marca 2025. Bydgoszcz
80 Najważniejsze spotkanie branży kompozytowej w Europie Środkowo-Wschodniej już 16-17 października w Krakowie

OZNACZENIA: F – artykuł firmowy; N – artykuł naukowy

Tworzywa Sztuczne w Przemyśle

www.tworzywasztuczne.biz

Redaktor naczelna
Ewa Majewska
ewa.majewska@tworzywasztuczne.biz
tel. kom. 797 125 418

Dyrektor marketingu i reklamy
Katarzyna Mazur
katarzyna.mazur@tworzywasztuczne.biz
tel. kom. 797 125 417

Dział prenumeraty
prenumerata@tworzywasztuczne.biz

Wydawca
Media Tech s.c.
mediatech@tworzywasztuczne.biz

Adres redakcji
ul. Żorska 1/45
47-400 Racibórz
redakcja@tworzywasztuczne.biz
tel./faks 797 125 417

www.tworzywasztuczne.biz

Rada Programowa
dr inż. ***Wojciech Głuszewski***
dr hab. inż. ***Adam Gnatowski*** *prof. PCz*
dr inż. **Jacek Iwko**
dr inż. ***Tomasz Jaruga***
prof. dr hab. inż. ***Jacek W. Kaczmar***
dr inż. ***Jacek Nabiałek***
dr inż. ***Paweł Palutkiewicz***
dr hab. inż. ***Marta Piątek-Hnat***
prof. nadzw. dr hab. inż. ***Andrzej Pusz***
prof. dr hab. inż. ***Janusz Sikora***
dr inż. ***Aneta Tor-Świątek***
dr inż. ***Łukasz Wierzbicki***
dr inż. ***Piotr Żach***

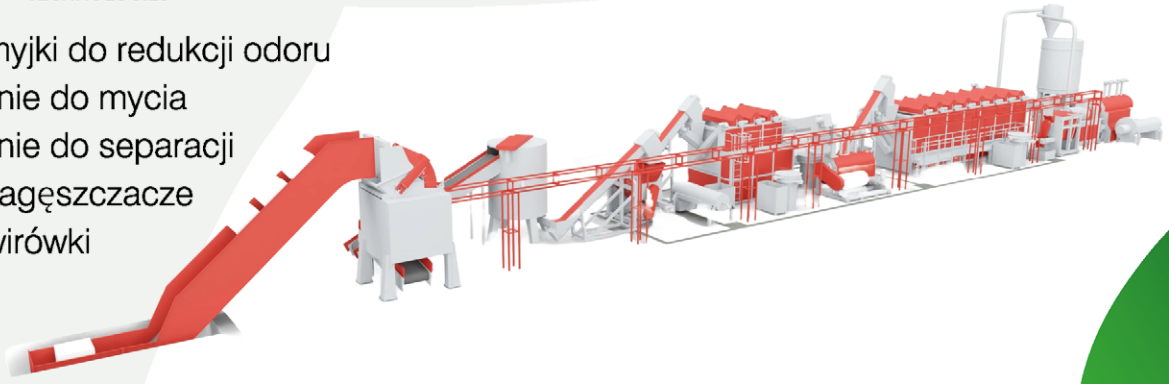
Każdy z członków Rady Programowej dwumiesięcznika „Tworzywa Sztuczne w Przemyśle", który podczas dwóch kolejnych lat nie opublikuje żadnego artykułu, potraktowany zostanie jako rezygnujący z członkostwa.

Redakcja nie odpowiada za treść reklam oraz artykułów promocyjnych. Zastrzegamy sobie prawo do skracania i adiustacji tekstów.
Przedruk i rozpowszechnianie artykułów i reklam opracowanych przez redakcję są zabronione bez zgody wydawcy.

KOMPLETNE LINIE DO RECYKLINGU

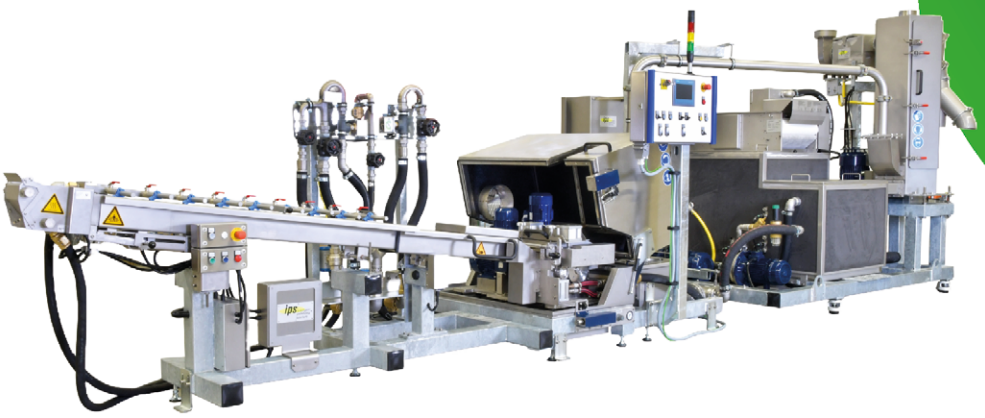
RECY TECHNOLOGIES®

- myjki do redukcji odoru
- linie do mycia
- linie do separacji
- zagęszczacze
- wirówki



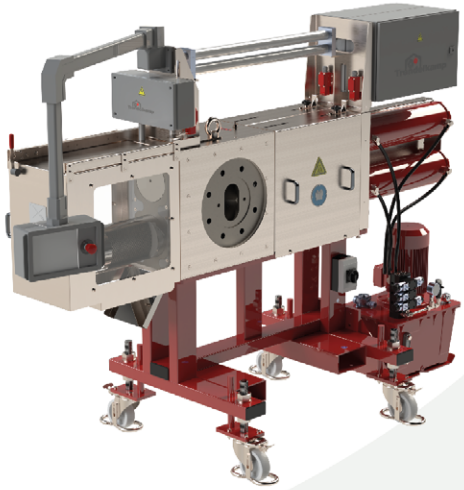
ips intelligent pelletizing solutions

- granulatory podwodne
- granulatory suche
- granulatory na mokro



Trendelkamp

- zmieniacze sit
- urządzenia do odgazowania
- przesiewacze granulatu



vgt Polska

VGT Polska sp. z o.o.
Plac Błonie-Beszcz 2
31-573 Kraków

tel +48 12 281 34 87
info@vgt.com.pl
www.vgt.com.pl

Likwidacja odoru w procesie recyklingu tworzyw postkonsumenckich

VGT Polska Sp. z o.o. od 25 lat jest dostawcą nowoczesnych urządzeń i systemów do przetwórstwa tworzyw sztucznych. Zwraca przy tym szczególną uwagę na najwyższą jakość procesów przy najniższych kosztach produkcji. Oferowane przez nas rozwiązania (urządzenia i systemy) gwarantują m.in. redukcję zużycia energii, optymalizację procesów produkcji, poprawienie parametrów jakościowych wyrobów końcowych.

Ze względu na zaostrzające się wymogi zarówno przepisów prawa, jak i samego rynku dotyczące przetwarzania powtórnego tworzyw zawróconych – recyklingu, dołączyliśmy do naszej oferty urządzenia oraz całe linie do recyklingu tworzyw. Spełniają one najbardziej wymagające przepisy.

Oferujemy naszym klientom kompletne rozwiązania z zakresu mycia, separacji surowca, przetwarzania, granulacji i klasyfikacji gotowego granulatu oraz pakowania końcowego. Wszystkie oferowane urządzenia gwarantują najwyższą jakość i czystość wyrobu końcowego.

RECY TECHNOLOGIES

RECY od ponad dwudziestu lat projektuje i wytwarza kompleksowe rozwiązania do recyklingu, skupiając się na recyklingu wszystkich tych materiałów, które zazwyczaj określa się jako trudne do przetworzenia.

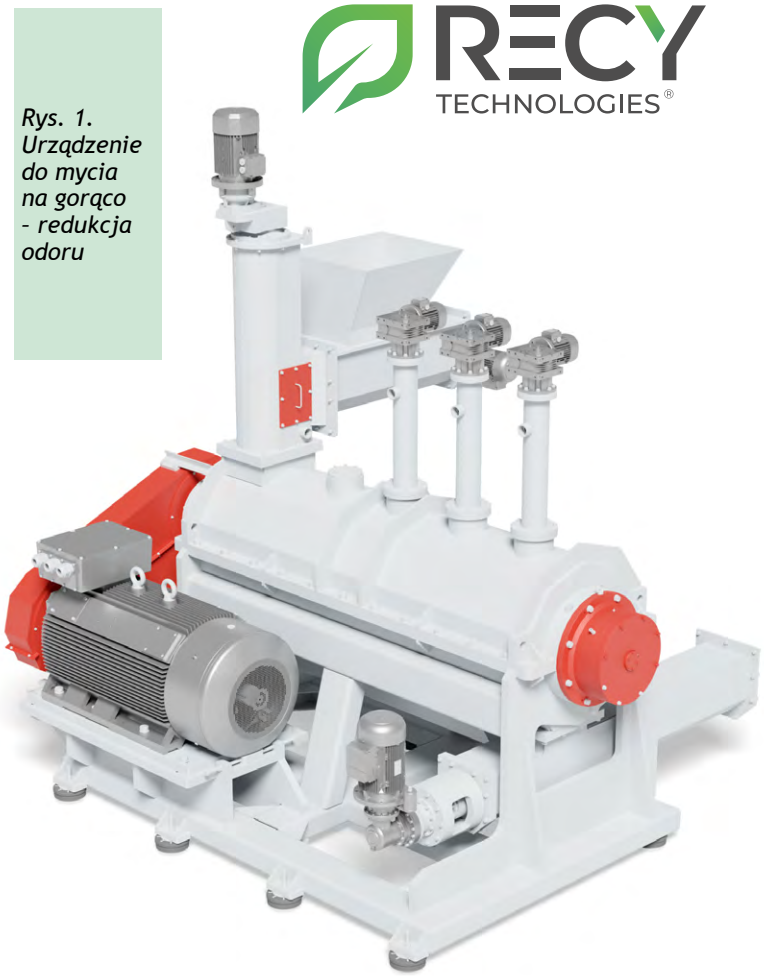
RECY posiada szeroki asortyment produktów, który obejmuje zarówno pojedyncze urządzenia, jak i kompleksowe systemy do odzysku, mycia i recyklingu tworzyw sztucznych, takich jak: PET, LDPE, HDPE, PP, PS, ABS, PC.

Poza najbardziej powszechnymi systemami recyklingu tworzone są rozwiązania dostosowane do potrzeb konkretnego klienta, z uwzględnieniem wielorakich wymagań m.in. takich jak: SIECI RYBACKIE, FOLIA KISZONKOWA, CD i DVD, WEEE (zużyty sprzęt elektryczny i elektroniczny), CAR FLUFF (rozdrobnione odpady z recyklingu samochodów).

Racy Technologies to jedyna firma na świecie, która projektuje i tworzy linie do mycia wszystkich rodzajów sieci rybackich (z oceanów, z mórz, sieci dużych, sieci małych). Wszystkie materiały zanieczyszczające, które znajdują się w produkcie są eliminowane. Ostatecznie materiał końcowy ma bardzo wysoką jakość, jest czysty i charakteryzuje się brakiem odoru. Tworzy także linie i moduły do mycia wszystkich rodzajów folii odpadowej, do folii PE i PP pochodzenia poużytkowego, poprzemysłowego lub rolniczego. Również rozwiązania do wszystkich zastosowań, takich jak: włókna, wiązania, arkusze oraz opakowania do kontaktu z żywnością.

URZĄDZENIE DO MYCIA NA GORĄCO – REDUKCJA ODORU

Przedstawione na rysunku 1 urządzenie do mycia na gorąco z regulacją tarcia, samoistnie generuje gorącą wodę (nie jest konieczna para). Zapewnia intensywne mycie powierzchni dzięki połączeniu wysokiej temperatury i tarcia, z użyciem produktów chemicznych lub bez nich. Rozwiązanie takie oferowane jest dla butelek z PET, płatków do produkcji PET, płatków do produkcji HDPE, PP, PS, ABS, BC oraz folii. Zastosowana myjka wysokotemperaturowa pozwala usuwać z powierzchni z tworzyw sztucznych wszelkie zanieczyszczenia, takie jak: ziemia, piasek, klej, olej, papier i substancje lepkie, pozostałości organiczne, kamienie, metale, farby, tusze oraz wszelkiego rodzaju zapachy.

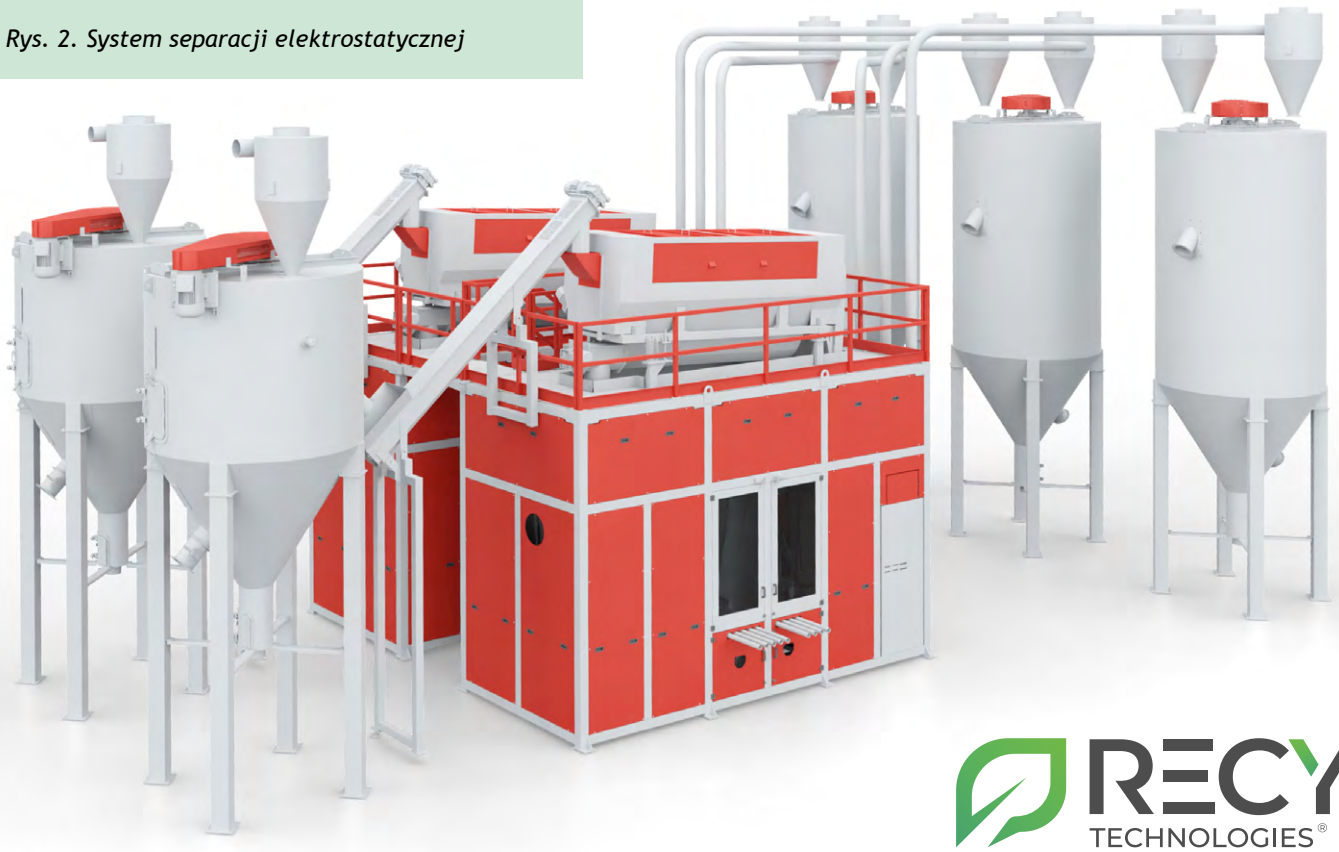


Rys. 1. Urządzenie do mycia na gorąco - redukcja odoru

Istotne jest zwrócenie uwagi na to, że urządzenie umożliwia całkowite usunięcie nieprzyjemnych zapachów. Jest to możliwe dzięki obecności wysokoobrotowego wirnika o wysokim współczynniku tarcia, który wyposażony jest w specjalne wymienne zęby i sam generuje ciepło niezbędne do zwiększenia efektywności prania i regulacji temperatury.

Poza tym urządzenie jest konfigurowalne i zapewnia pełną integrację i wymienność z istniejącymi instalacjami (maksymalną adaptowalność).

Rys. 2. System separacji elektrostatycznej



Kolejnym systemem wykorzystywanym w procesie recyklingu jest system separacji elektrostatycznej (rys. 2).

SYSTEM SEPARACJI ELEKTROSTATYCZNEJ

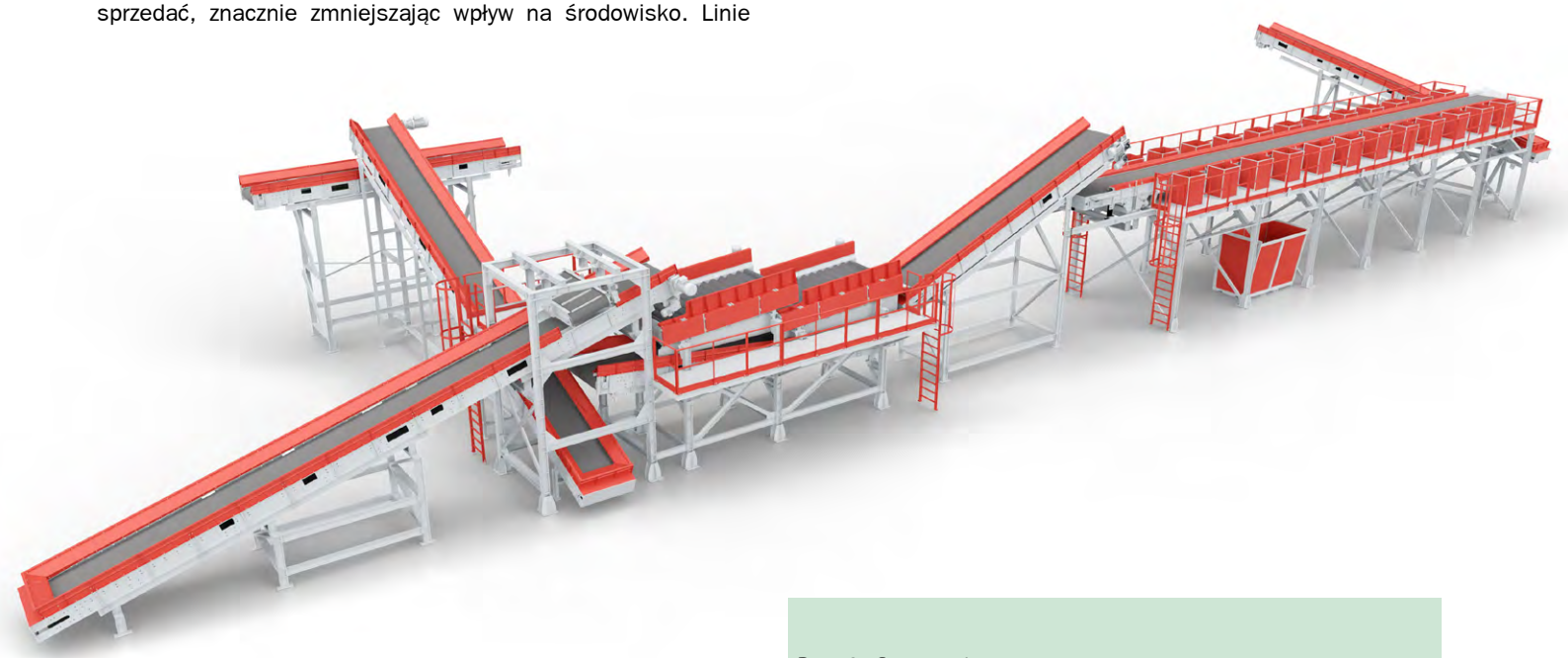
Oferowane systemy TRIBOELECTRIC SEPARATION do separacji sztywnych tworzyw sztucznych zostały opracowane w celu optymalizacji wydajności i zapewnienia wysokiego stopnia separacji sztywnych tworzyw sztucznych.

SORTOWNICE

Właściwa segregacja odpadów pozwala uzyskać duże ilości materiału, który można poddać recyklingowi, a następnie odsprzedać, znacznie zmniejszając wpływ na środowisko. Linie RECY zapewniają skuteczną separację, gwarantując posortowane produkty wolne od śladów materiałów, które mogłyby sprawić, że późniejszy proces recyklingu będzie mniej wydajny.

Instalacje segregacji odpadów komunalnych RECY chronią środowisko i zdrowie ludzi, redukują emisję dwutlenku węgla do atmosfery, zapewniają czysty odzysk i recykling oraz ograniczają marnotrawstwo zasobów pierwotnych, dzięki czemu cenne, wysokiej jakości surowce wtórne mogą trafić na rynek.

Kolejne urządzenia wykorzystywane jako uzupełnienie do linii mycia, sortowania, suszenia, zagęszczania i wytłaczania to urządzenia IPS. IPS jest producentem różnorodnych granulatorów i linii do granulacji.



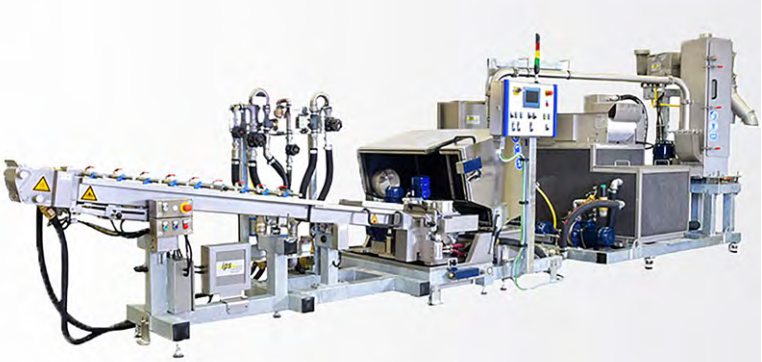
Rys. 3. Sortownice

Rys. 4. Linie do granulacji na sucho

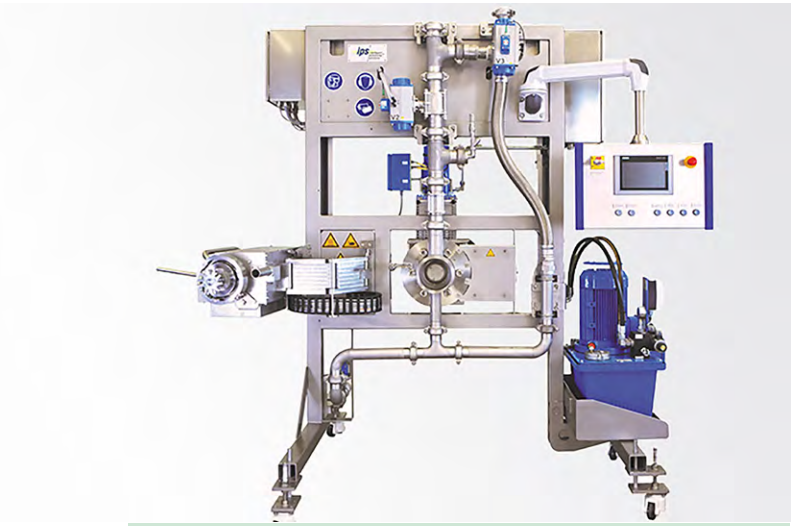
IPS

IPS oferuje linie do granulacji, które przedstawiono na rysunkach 4, 5 i 6.

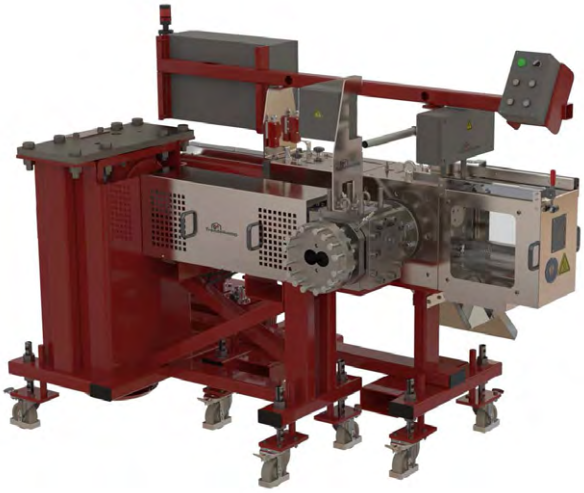
Kolejna grupa urządzeń dedykowanych do recyklingu i kompoundingu, które oferuje VGT Polska służą zapewnieniu odpowiedniej czystości materiału końcowego oraz jednorodności produkowanego granulatu. Są to urządzenia Trendelkamp. Należą do nich zmieniacze sit, klasyfikatory-przesiewacze granulatu.



Rys. 5. Linie do granulacji na mokro



Rys. 6. Linie do granulacji podwodnej



Rys. 7. Zmieniacze sit

Rys. 8. Klasyfikatory, przesiewacze granulatu

Zapraszamy do współpracy.
VGT Polska Sp. z o.o.
31-573 Kraków, Plac Błonie-Beszcz 2
tel. +48 12 281 34 87
e-mail: info@vgt.com pl

Perspektywa zastosowania maszyn małoseryjnych do produkcji filamentu inżynierii produkcji i zarządzania odpadami

Jędrzej Blaut, Wiktor Leszczyk, Rafał Rumin

Obecny model gospodarki odpadami jest niewystarczający. Zaleca się podejście oparte na redukcji, ponownym wykorzystaniu i upcyklingu odpadów. Victor Papanek [1] promował przetwarzanie odpadów w wartościowe zasoby poprzez projektowanie produktów i systemów pod kątem łatwiejszego recyklingu i naprawy. Niniejsza praca pokazuje potencjał przekształcenia odpadów w użyteczne surowce za pomocą druku 3D oraz analizuje wpływ parametrów technologicznych na właściwości materiałów konstrukcyjnych.

Koncepcja gospodarki obiegu zamkniętego (*Circular Economy* – CE) to krok w kierunku zrównoważonej gospodarki, oparty na zasadach 3R: Reduce, Reuse i Recycle oraz dodatkowych trzech podejściach: Recover, Redesign i Remanufacture [2].

Cele gospodarki o obiegu zamkniętym dla Europy zostały określone w pakiecie dotyczącym gospodarki o obiegu zamkniętym z 2015 r. Plan ten obejmuje priorytetowe obszary, takie jak: recykling odpadów komunalnych i opakowaniowych oraz ograniczenie składowania odpadów do 10% do 2030 r. Gospodarka o obiegu zamkniętym ma na celu redukcję zużycia zasobów naturalnych, minimalizację odpadów i zanieczyszczeń oraz odzysk materiałów i energii [3].

ZARZĄDZANIE I RECYKLING BUTELEK Z TWORZYWA PET

W zarządzaniu i recyklingu butelek z tworzywa PET istnieje wiele aspektów. Tworzywo PET jest szeroko stosowane, dlatego ważne jest skuteczne zarządzanie nim na każdym etapie cyklu życia.

Jednym z ważnych aspektów jest efektywne zbieranie butelek PET, zarówno z systemów depozytowych, jak i programów zbierania odpadów. Po zebraniu butelek PET są one sortowane w zakładach do odzysku surowców.

Preferowaną metodą recyklingu butelek PET jest recykling mechaniczny, gdzie tworzywo jest przetwarzane na nowe wyroby PET. W przypadku zanieczyszczeń stosuje się recykling chemiczny, polegający na depolimeryzacji butelek PET [4].

Priorytetowym etapem procesu recyklingu butelek PET jest oczyszczanie surowca, usunięcie wszelkich zanieczyszczeń. Analiza cyklu życia butelek PET pozwala ocenić ich wpływ na środowisko i porównać różne metody recyklingu.

Monitorowanie globalnych statystyk dotyczących recyklingu butelek PET, takich jak ilość zebranych butelek czy udział recyklingu w poszczególnych krajach, jest istotne. rPET to recyklingowany polietylen tereftalanu, który jest przetwarzany na nowe wyroby [5].

DOSTĘPNE FILAMENTY DO DRUKU 3D

Przy wyborze odpowiedniego filamentu do druku 3D uwzględnia się wiele czynników, m.in. właściwości mechaniczne, chemiczne, łatwość druku oraz dostępność różnych kolorów. Właściwości mechaniczne, takie jak: wytrzymałość, elastyczność czy twardość, są istotne dla funkcjonalności i trwałości wydruku, dostosowanej do wymagań projektu. Właściwości chemiczne, jak odporność na substancje czy wodoodporność, mogą być newralgiczne dla specjalistycznych zastosowań. Łatwość druku jest istotna, zwłaszcza dla początkujących użytkowników, dlatego często wybiera się filamenty kompatybilne z danym modelem drukarki. Dostępność różnych kolorów pozwala na dopasowanie wydruku do preferencji i potrzeb projektu. Najpopularniejsze filamenty i ich wyróżniające cechy przy wyborze to:

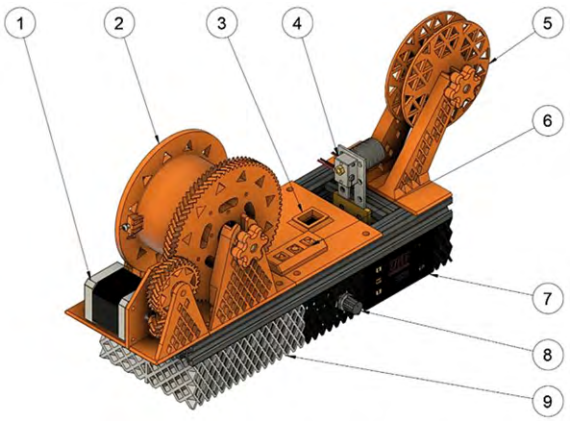
- PLA – niski koszt, łatwość druku, biodegradowalność [6].
- PETG – doskonałe właściwości mechaniczne, odporność na chemikalia, łatwość druku [7].
- ABS – dobre właściwości mechaniczne, odporność na wysokie temperatury i chemikalia, wymaga podgrzewanej platformy [8].
- TPU – elastyczność, odporność na oleje i rozpuszczalniki, trudności w druku [9].

Rzadziej wybierane materiały to: PCL, PC, PS, PEI, PEEK oraz różne rodzaje PE, takie jak LDPE i HDPE. Mają one różnorodne właściwości, co pozwala na drukowanie zaawansowanych i funkcjonalnych elementów, używanych w różnych dziedzinach życia [10].

FILAMENTY Z RECYKLINGU DO DRUKU 3D

Co roku około 4% światowej produkcji ropy naftowej, co stanowi 1,3 mld baryłek, jest używane do produkcji pierwotnych tworzyw sztucznych [11]. Większość tych polimerów nie ulega degradacji i pozostaje w środowisku przez setki lat, co stanowi poważny problem zanieczyszczenia środowiska. Pomimo że aż 90% tworzyw sztucznych może być ponownie wykorzystane, obecnie tylko kilka procent jest poddawanych recyklingowi, przy czym aż 80% trafia na wysypiska. Największym wyzwaniem są odpady z HDPE, LDPE, PP i PVC, które są głównie składowane na wysypiskach i przyczyniają się do emisji gazów cieplarnianych [12].

Technologia druku 3D, początkowo wykorzystywana głównie do prototypowania i eksperymentów hobbystycznych, stopniowo ewoluowała, oferując coraz większe możliwości producentom zarówno mało-, jak i wielkoseryjnym. Odpady z druku 3D nie stanowią problemu ekologicznego, a sama technologia może być wykorzystywana do zarządzania rosnącą ilością odpadów poprodukcyjnych [13]. Przeszkodą w recyklingu materiałów polimerowych wykorzystywanych w druku 3D są aspekty logistyczne, takie jak zbieranie, transport i przetwarzanie odpadów, które mogą być skomplikowane i kosztowne. Analiza ekonomiczna nie zawsze wykazuje korzyści z recyklingu materiałów, ponieważ



Rys. 1. Schemat zaprojektowanego prototypowego urządzenia do produkcji filamentu z butelek PET

koszt produktu z recyklingu zależy od ceny pierwotnie wyprodukowanego filamentu na rynku [14].

Proces produkcji filamentu z recyklingowanego tworzywa rozpoczyna się od segregacji i mycia surowca, a następnie jego mielenia. W przypadku modyfikacji materiału wymagany jest dodatkowy etap. Istnieją innowacyjne podejścia do wykorzystania filamentu z recyklingu, takie jak Polyformer, który wykorzystuje butelki PET do produkcji filamentu 3D, co może być rozwiązaniem problemu odpadów polimerowych [15].

STANOWISKO PROTOTYPOWE

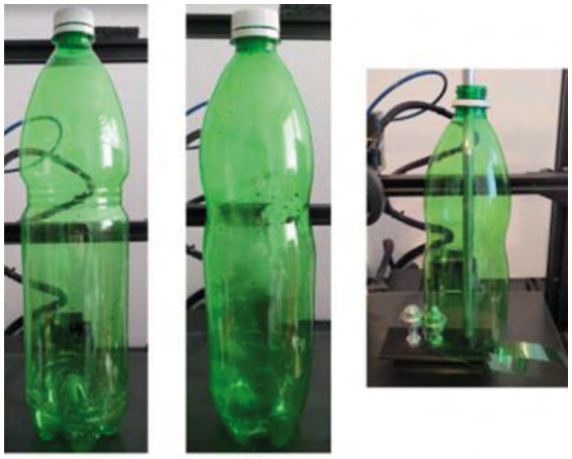
Projekt urządzenia do produkcji filamentu może być w większości wykonany metodą druku 3D – rys. 1. Silnik wyciągarki (1) odpowiada za ciągnięcie taśmy przez dyszę, zapewniając płynne i kontrolowane przemieszczanie filamentu. Szpula wyciągarki (2) wraz z przekładnią stabilnie mocuje filament i zapewnia odpowiednie przełożenie. Nadmuch (3) szybko chłodzi ukształtowany filament, co jest ważne dla zachowania jego właściwości fizycznych. Ekstruder (4) kontroluje temperaturę i kształtuje surowiec, zapewniając stabilność procesu produkcyjnego. Szpula podajnika (5) równomiernie podaje surowiec. Konsola sterowania (6) umożliwia kontrolę nad prędkością wyciągarki. Kontroler temperatury (7) monitoruje i reguluje temperaturę ekstrudera. Pokrętło sterowania prędkością wyciągarki (8) dostosowuje prędkość procesu do wymagań produkcyjnych. Obudowa (9) zapewnia ochronę dla podzespołów elektronicznych i bezpieczeństwo użytkowania.

EKSPERYMENTALNA PRODUKCJA FILAMENTU

Pierwszym etapem produkcji filamentu (rys. 2) jest przygotowanie wstęgi zgodnie z następującą procedurą:

a) usunięcie etykiety i resztek kleju z butelki;
b) obróbka termiczna za pomocą gorącego powietrza (np. opalarki) w celu wygładzenia powierzchni butelki i ujednolicenia jej struktury. Pod wpływem ciepła podgrzewana butelka ulega zwiększonemu ciśnieniu atmosferycznemu, co sprawia, że jej kształt staje się bardziej obły i jednolity;
c) ostatnim krokiem jest odcięcie dna butelki i osuszenie jej wnętrza. Następnie należy dobrać odpowiednią szerokość cięcia wstęgi na podstawie grubości ścianek butelki.

Po przygotowaniu wstęgi, należy ją nawinąć na podajnik. Skonstruowana z dwóch skręconych ze sobą połówek, szpula podajnika umożliwia łatwe i sprawne zamocowanie wstęgi. Dzięki tej konstrukcji można łatwo wysunąć wstęgę, co pozwala na bezproblemowe podanie jej do ekstrudera bez przerywania pracy urządzenia. Następnie przygotowaną wstęgę należy przyciąć tak, aby można było przeciągnąć ją przez dyszę. Po uruchomieniu urządzenia i nagrzaniu go, za pomocą kombinerek należy przeciągnąć materiał przez dyszę, umożliwiając jego zamocowanie na szpuli wyciągarki. Gdy osiągnięta zostanie zadana temperatura, można włączyć wyciągarkę. Przy użyciu przycisków na konsoli sterującej można wybrać kierunek obrotu, zatrzymać proces lub zwolnić hamulec silnika. W trakcie pracy urządzenia należy dostosować prędkość procesu za pomocą potencjometru, aby umożliwić odpowiednie uformowanie się filamentu.

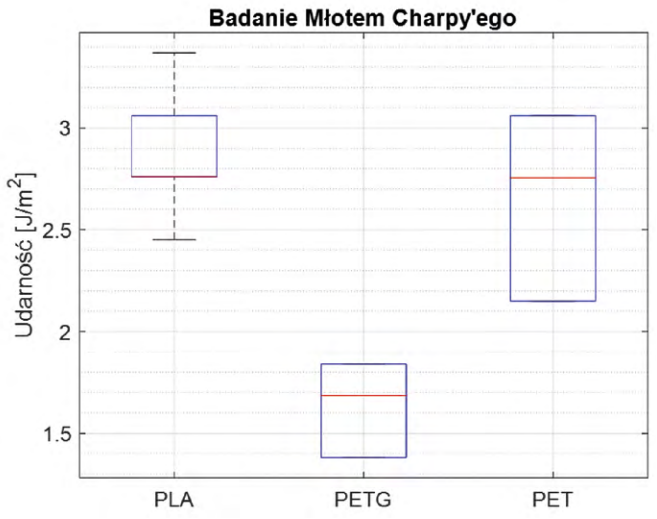


Rys. 2. Pierwszy etap produkcji filamentu

BADANIE WŁAŚCIWOŚCI MECHANICZNYCH OTRZYMANEGO FILAMENTU

Metoda Charpy'ego to znormalizowany sposób pomiaru energii potrzebnej do spowodowania pęknięcia próbki materiału. Próby udarnościowe zostały przeprowadzone w oparciu o normę PN-EN ISO 179-2 2020-12, określającą procedury badania wytrzymałości udarowej metodą Charpy'ego (rys. 3, 4). Ta norma szczegółowo określa wymagania dotyczące próbek testowych, w tym ich rozmiary i opcjonalne nacięcia karbów. W przypadku druku 3D, gdzie materiał i jego struktura mogą być różnorodne, istotne jest zachowanie precyzji i dokładności przy przygotowywaniu próbek, dostosowując je do wymogów normy ISO 179. Wdrożenie tej normy dało pewność, że badania są prowadzone zgodnie z uznawanymi standardami, co umożliwia porównywanie wyników i zapewnia wiarygodność danych. Wykorzystanie karbu w testach udarności ma znaczenie, ponieważ umożliwia tworzenie uszkodzeń sprzyjających powstawaniu kruchego pęknięcia w

Rys. 3. Przykładowe badane próbki: a) Próbki PETG b) Próbki PLA oraz wypełnienie c) Próbki PET



Rys. 4. Udarność próbek wykonanych z PLA, PETG i badanego materiału PET

Tabela 1. Wyniki pomiaru udarności próbek wydrukowanych z materiału PLA, PETG i badanego materiału PET

Nr próbki	Rodzaj materiału		
	PLA	PETG	PET
	Udarność [J/m²]	Udarność [J/m²]	Udarność [J/m²]
1	3,06	1,84	2,15
2	2,76	1,38	3,06
3	2,76	1,84	3,06
4	2,45	1,38	3,06
5	2,76	1,84	2,15
6	3,37	1,53	2,45
Średnia wartość siły zrywającej	2,86	1,63	2,66
Odchylenie standardowe wartości siły zrywającej	0,32	0,23	0,46

materiałach ciągliwych, gdzie "kruche pęknięcie" odnosi się do uszkodzenia występującego bez wyraźnych oznak odkształcenia plastycznego materiału.

Na podstawie wyników badań stwierdzono, że PLA charakteryzuje się najwyższą udarnością spośród testowanych materiałów, podczas gdy PET z butelek wypada nieco gorzej, różnica wynosi niecałe 8%. Natomiast PETG wykazał najniższą udarność, o około 40% niższą od pozostałych materiałów (tabela 1).

Ponieważ próbki zostały wydrukowane z wypełnieniem na poziomie 30%, możliwe jest porównanie tylko dla tych próbek, które zostały opisane. Próbki nie spełniają wymogów normy, w aspekcie zakładającym jednolite pole przekroju, co utrudnia określenie dokładnego pola przekroju biorącego udział w badaniu udarności. Wyniki pozwalają sądzić, że filament z upcyklingowanego PET posiada o 40% wyższą udarność niż komercyjny filament PETG.

Planowane są dalsze badania na udarności dla próbek o pełnym wypełnieniu na młocie Charpy'ego z większą energią. Stanowisko, które zostało wykorzystane do badań posiada zbyt małą energię uderzenia, by rozrzut wyników był zadowalający.

REKLAMA

Foto: Freepik

PERSPEKTYWY NA PRZYSZŁOŚĆ I ZASTOSOWANIE

Badanie wytrzymałości filamentu wykazało, że jego parametry drukowania są zadowalające, zapewniając wysoką lub porównywalną z powszechnie stosowanymi materiałami odporność na uderzenia, co umożliwia szerokie zastosowanie w warunkach domowych. Ponadto, wysoka odporność chemiczna PET sprawia, że jest odpowiedni do różnych zastosowań.

Wykorzystanie butelek PET w produkcji filamentu wpisuje się w ideę upcyclingu, przyczyniając się do redukcji odpadów tworzyw sztucznych. Jednak proces ten jest czasochłonny i wymaga starannego przygotowania surowca.

Kolejnym krokiem jest optymalizacja procesu produkcji filamentu z butelek PET, aby uzyskać surowiec o powtarzalnych parametrach. Koncentracja na butelkach od jednego producenta mogłaby wyeliminować konieczność dostosowywania parametrów obróbki i druku. Normalizacja butelek ułatwiłaby ich przetwarzanie. Ważne jest także zbadanie stanowiska do małoseryjnej produkcji filamentu z butelek PET pod kątem zanieczyszczeń wynikających z obróbki termicznej.

PODSUMOWANIE

Tworzywa sztuczne stanowią problem zanieczyszczenia środowiska, ale dzięki innowacyjnym rozwiązaniom, takim jak druk 3D, mogą być wykorzystywane ponownie. Druk 3D umożliwia przekształcanie odpadów plastikowych w nowe przedmioty w warunkach domowych, co sprzyja oszczędności kosztów i energii oraz promuje gospodarkę o obiegu zamkniętym. To narzędzie również w walce ze współczesnymi wyzwaniami.

Badania wytrzymałości PET wykazują obiecujące możliwości rozwoju tej technologii, choć wartości parametrów mogą się różnić w zależności od źródła butelek. Dalsze badania powinny skupić się na optymalizacji procesu oraz przeprowadzeniu większej liczby testów, aby lepiej zrozumieć wpływ parametrów na końcowy produkt. Wykorzystanie PET w produkcji filamentu promuje ideę upcyclingu i zrównoważonego rozwoju, wspierając świadomość ekologiczną w technologii.

LITERATURA

[1] Papanek V., Fuller R.F. Design for the real world, 1972.
[2] Jawahir I.S., Bradley R.: Technological Elements of Circular Economy and the Principles of 6R-Based Closed-loop Material Flow in Sustainable Manufacturing, Procedia CIRP, vol. 40, pp. 103-108, 2016, doi: 10.1016/j.procir. [2016.01.067].
[3] Komunikat komisji do Parlamentu Europejskiego: Komunikat komisji do Parlamentu Europejskiego, Rady, Europejskiego Komitetu Ekonomiczno-Społecznego i Komitetu Regionów Zamknięcie obiegu – plan działania UE dotyczący gospodarki o obiegu zamkniętym.
[4] Damayanti and Wu H.S. Strategic Possibility Routes of Recycled PET, Polymers (Basel), vol. 13, no. 9, p. 1475, May (2021), doi: 10.3390/polym13091475.
[5] Cusano I., Campagnolo L., Aurilia M., Costanzo S., Grizzuti N. Rheology of Recycled PET, Materials, vol. 16, no. 9, p. 3358, Apr. (2023), doi: 10.3390/ma16093358.
[6] Prajapati A.R., Dave H.K., Rajpurohit S.R. : Investigation on Quality of In-house Fabricated PLA Filament for 3D Printing Application, (2020), pp. 277-285. doi: 10.1007/978-981-32-9433-2_24.
[7] Exconde M. K. J. E, Co J. A. A., Manapat J. Z., Magdaluyo E. R. Materials Selection of 3D Printing Filament and Utilization of Recycled Polyethylene Terephthalate (PET) in a Redesigned Breadboard, Procedia CIRP, vol. 84, pp. 28-32, (2019), doi: 10.1016/j.procir.2019.04.337.
[8] Samykano M., Selvamani S.K., Kadirgama K., Ngui W.K., Kanagaraj G., Sudhakar K. Mechanical property of FDM printed ABS: influence of printing parameters, The International Journal of Advanced Manufacturing Technology, vol. 102, no. 9-12, pp. 2779-2796, Jun. (2019), doi: 10.1007/s00170-019-03313-0.
[9] De León A.S., Domínguez-Calvo A., Molina S.I. Materials with enhanced adhesive properties based on acrylonitrile-butadiene--styrene (ABS)/thermoplastic polyurethane (TPU) blends for fused filament fabrication (FFF), Mater Des, vol. 182, p. 108044, Nov. (2019), doi: 10.1016/j.matdes.2019.108044.
[10] Jiang Z., Diggle B., Tan M.L., Viktorova J., Bennett C.W., Connal L.A. Extrusion 3D Printing of Polymeric Materials with Advanced Properties, Advanced Science, vol. 7, no. 17, Sep. (2020), doi: 10.1002/advs.202001379.
[11] Singh N., Hui D., Singh R., Ahuja I.P.S., Feo L., Fraternali F. Recycling of plastic solid waste: A state of art review and future applications, Compos B Eng, vol. 115, pp. 409-422, Apr. (2017), doi: 10.1016/j.compositesb.2016.09.013.
[12] Aboulkas A., El harfi K., El Bouadili A. Thermal degradation behaviors of polyethylene and polypropylene. Part I: Pyrolysis kinetics and mechanisms, Energy Convers Manag, vol. 51, no. 7, pp. 1363-1369, Jul. (2010), doi: 10.1016/j.enconman.2009.12.017.
[13] Cruz Sanchez F.A., Boudaoud H., Hoppe S., Camargo M. Polymer recycling in an open-source additive manufacturing context: Mechanical issues, Addit Manuf, vol. 17, pp. 87-105, Oct. (2017), doi: 10.1016/j.addma.2017.05.013.
[14] Hopewell J., Dvorak R., Kosior E. Plastics recycling: challenges and opportunities, Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences, vol. 364, no. 1526, pp. 2115-2126, Jul. (2009), doi: 10.1098/rstb.2008.0311.
[15] https://www.reiten.design/polyformer, Polyformer.

Artykuł został po raz pierwszy zamieszczony w Zeszytach Naukowych „Systemy Wspomagania w Inżynierii Produkcji" 2024, volume 13, issue 2, s. 174-182.

dr inż. Jędrzej Blaut[1], Wiktor Leszczyk, dr inż. Rafał Rumin[2]
1 – Akademia Górniczo-Hutnicza Wydział Inżynierii Mechanicznej i Robotyki, Kraków
2 – Akademia Górniczo-Hutnicza, Wydział Zarządzania, Kraków

Rotacyjne zmieniacze sit

Ciągłość procesu, niezmienność parametrów, prostota w obsłudze to tylko trzy z wielu zalet filtrów rotacyjnych dla przemysłu tworzyw sztucznych produkowanych przez firmę Bagsik.

Rotacyjne zmieniacze sit reprezentują najnowszą generację filtrów dla stałociśnieniowych procesów.

Zasada działania filtra rotacyjnego opiera się na obrotowej tarczy, która zamontowana jest pomiędzy dwoma blokami filtra. Na tarczy - od strony bloku wlotowego znajdują się specjalne zagłębienia - gniazda, w których umieszcza się sita filtracyjne. Dzięki ekscentrycznemu położeniu gniazd względem kanału przepływu tworzywa, proces filtracji może odbywać się nawet na trzech gniazdach.

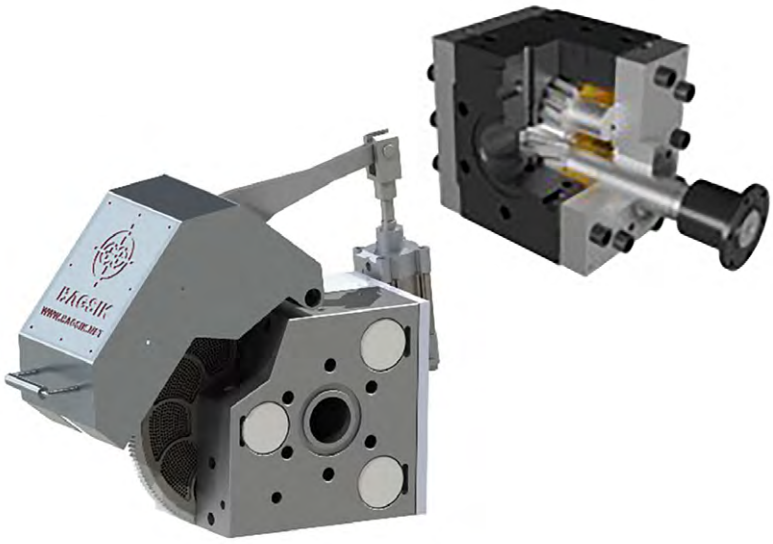
Przy każdym ruchu tarczy do kanału częściowo wprowadzana jest nowa siatka filtracyjna, przy jednoczesnym wyprowadzeniu takiej samej części starej siatki. Dzięki temu rozwiązaniu pole powierzchni filtracji nie zmienia się, co zapewnia utrzymanie stałego ciśnienia przepływu tworzywa. Niesie to ze sobą niezmienność parametrów roztopionego tworzywa, które mogłyby doprowadzić do zmiany jego zachowania (np. wzrost temperatury masy tworzywa w przypadku wzrostu ciśnienia przy przetwarzaniu PVC).

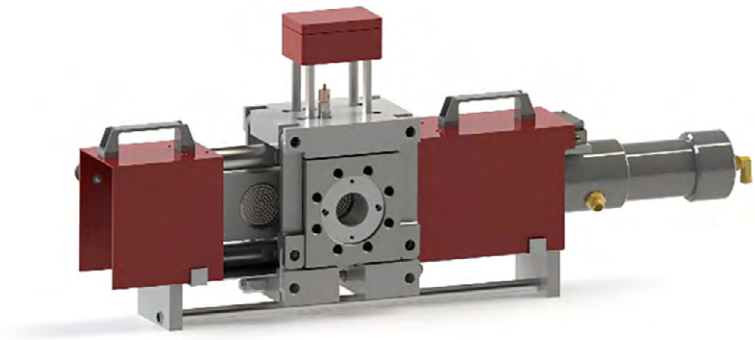
Dzięki tego typu rozwiązaniom możemy uniknąć skokowego wzrostu ciśnienia, a co za tym idzie brak jest zanieczyszczeń przedostających się z filtra, np. na balon lub do głowicy, co mogłoby powodować zanieczyszczenia folii, oraz zmniejszyć zużycie surowca i poprawić wydajność.

Filtry te znajdują bardzo duże zastosowanie nie tylko przy recyklingu, ale także przy produkcji tworzyw sztucznych (PP, PS, PE, PVC, ABS, PET itp.).

W swojej ofercie posiadamy również:

- Filtry suwakowe. Zasada działania filtra suwakowego opiera się na tzw. płycie suwakowej, która zamontowana jest pomiędzy dwoma blokami filtra. Na płycie suwakowej - od strony bloku wlotowego znajdują się specjalne zagłębienia - gniazda, w których umieszcza się sita filtracyjne na specjalnych podporach. Gniazda te znajdują się ekscentrycznie względem kanału przepływu tworzywa. Filtrowanie odbywa się na jednym gnieździe zaopatrzonym w sito filtracyjne. Przy każdej zmianie pozycji płyty suwakowej do kanału zasilającego wprowadzana jest nowa siatka filtracyjna. Dzięki odpowiedniemu rozmieszczeniu gniazd na płycie, zmiana pozycji pomiędzy nimi powoduje, że pole powierzchni filtracji nie zmienia się, a za tym idzie stałość ciśnienia tworzywa, co zapewnia niezmienność parametrów roztopionego tworzywa, które mogłyby doprowadzić do zmiany jego zachowania.





- Linie do granulacji. Kompletna linia firmy Bagsik przeznaczona jest do produkcji granulatu oraz regranulatu z tworzyw sztucznych, szczególnie nastawiona na przetwórstwo PVC. Przystosowana do współpracy z wytłaczarkami jedno- i dwuślimakowymi.
- Pompy zębate. Pompy zębate redukują naturalną pulsację wytłaczarki, dzięki czemu mniej ciepła jest przejmowane przez tworzywo, co wpływa na to, że wyrób jest transportowany w delikatniejszy sposób. Pompy tego typu zaleca się stosować do linii produkcyjnych, produkujących folie, profile precyzje oraz granulat.

tel. 32 334 00 00
e-mail: office@bagsik.net
https://bagsik.net/

Bagsik®
25 YEARS ANNIVERSARY
REWINDO PREMIUM-PARTNER
Kubota brabender TECHNOLOGIE Kubota Brabender Technologie GmbH
oerlikon barmag
X-COMPOUND Plastic compounding plants
extruder experts

Urządzenia do recyklingu w ofercie ELBi-Wrocław

WANNER Technik GmbH produkuje znane i niezawodne młyny wraz z kompletnym wyposażeniem.

Wieloletnie doświadczenie w ich produkcji gwarantuje najwyższą jakość pracy oraz łatwą i szybką obsługę. Młynki produkowane w kilku seriach różniących się wielkością i wydajnością doskonale wpisują się w potrzeby przetwórców tworzyw sztucznych. Najmniejsze młynki z serii BABY mają komorę tnącą o wymiarach jedynie 80 x 100 mm i moc 0,75 kW. Na drugim biegunie znajduje się seria ENERGY z młynami o mocach do 30 kW i komorach mielących o wymiarach 450 x 800 mm.

W ostatnim czasie WANNER Technik opracował i wprowadził do sprzedaży nową generację młynów COMPACT, które charakteryzują się niższą emisją pyłu, cichszą pracą i możliwością instalacji czujników napełnienia bez konieczności modyfikacji młyna. Dodatkowo w ofercie pojawił się całkowicie nowy model młyna CLE 23.35 o wzmocnionej konstrukcji oraz wyjątkowo niskiej emisji hałasu.

Seria DYNAMIC to średniej wielkości młyny zapewniające najwyższą wydajność pracy przy zachowaniu kompaktowych rozmiarów urządzenia.

Łamacze z serii X-tra zapewniają cichą i efektywną pracę przy rozdrabnianiu małych detali i kanałów wlewowych.

Małe i średnie młynki pracujące bezpośrednio przy wtryskarkach dostępne są również w wyposażeniu GREEN LINE, gdzie pracą młynka steruje regulowany układ czasowy

lub sygnał wystawiany przez maszynę. Młynki nie pracują cały czas, a jedynie wtedy, gdy jest to potrzebne. Układ ten pozwala na oszczędność nawet do 50% energii elektrycznej w zależności od parametrów aplikacji.

Wszystkie młyny mogą być wyposażone w automatyczne systemy odbioru przemiału. Dodatkowo dla bardziej wymagających aplikacji można stosować zintegrowane lub zewnętrzne jednostki odpylające z regulacją separowanej frakcji. Odpylony przemiał jest łatwiejszy w przetwarzaniu i podnosi wydajność oraz jakość produkcji.

Procesy przetwórcze, które nie pozwalają na bezpośrednie stosowanie przemiału, również nie wykluczają powtórnego wykorzystania surowca dzięki zastosowaniu kompletnej i kompaktowej linii regranulacji. Uzyskany w procesie wytłaczania regranulat jest zbliżony parametrami do tworzyw oryginalnych i może stanowić dla nich atrakcyjną i opłacalną alternatywę.

ELBI-Wrocław Sp. z o.o.
ul. Muchoborska 4a, 54-424 Wrocław
tel. +48 71 333 00 33
elbi@elbi.com.pl

Muchoborska 4a
54-424 Wrocław
tel. 71 333 00 33
elbi@elbi.com.pl

DOZOWNIKI GRAWIMETRYCZNE I SYSTEMY WAŻĄCE

ELBi Wrocław jest producentem szerokiej gamy dozowników grawimetrycznych z opatentowanym systemem redukcji drgań oraz systemów ważących które pozwalają na dokładne ewidencjonowanie ilości przetwarzanych surowców.

PODAJNIKI, DOZOWNIKI, MIESZALNIKI, SUSZARKI

KOCH TECHNIK produkuje urządzenia peryferyjne dla przetwórstwa tworzyw sztucznych. W ofercie są zaawansowane konstrukcyjnie suszarki, dozowniki objętościowe i grawimetryczne, a także kompaktowe podajniki podciśnieniowe oraz centralne instalacje transportu pneumatycznego.

MŁYNY, ŁAMACZE, LINIE DO REGRANULACJI

WANNER TECHNIK dostarcza młyny w pełnym zakresie wielkości i wydajności. Od małych mobilnych młynków i łamaczy, aż po duże stacjonarne młyny z cyklonami ze zintegrowanym odpylaniem i separacją wtrąceń metalicznych. Dodatkowo w ofercie znajdują się wytłaczarki do produkcji regranulatu.

TRANSPORTERY TAŚMOWE

MB Conveyors jest producentem transporterów taśmowych w pełnym zakresie typów oraz rozmiarów. W ofercie są również separatory walcowe, bębnowe oraz spiralne, stoły obrotowe czy detektory metalu. W MB Conveyors wysoka jakość i nowoczesny design idą w parze z atrakcyjnymi cenami.

TERMOREGULATORY

HB-THERM jest producentem termostatów wodnych oraz olejowych. Ponadto w ofercie są urządzenia do czyszczenia form, uzdatniania wody, rozdzielacze obiegów z kontrolą temperatury i przepływu oraz zaawansowane wyposażenie do termostatowania naprzemiennie gorącą i zimną wodą. Urządzenia HB THERM gwarantują pełną kontrolę procesu oraz najwyższą jakość produkcji.

SILOSY I INSTALACJE TRANSPORTUJĄCE

ZEPPELIN produkuje silosy magazynujące w szerokim zakresie rozmiarów oraz zastosowań, specjalistyczne silosy procesowe z funkcją mieszania. Ponadto w ofercie znajdują się zbiorniki magazynujące oraz kompleksowe instalacje magazynowo przesyłowe. Doskonalona od kilkudziesięciu lat technologia oraz bogate doświadczenie inżynieryjne są gwarancją niezawodności dostarczanych urządzeń.

CHILLERY I INSTALACJE WODY LODOWEJ

MTA produkuje urządzenia do budowy instalacji wody lodowej w szerokim spektrum zastosowań oraz wydajności. Energooszczędne chiller'y oraz chłodnie wentylatorowe pozwalają projektować kompleksowe systemy chłodzenia maszyn oraz form o stabilnych parametrach pracy.

MŁYNY I KRUSZARKI

REINBOLD dostarcza urządzenia do rozdrabniania detali oraz zlepów z tworzyw sztucznych. Niedźwiedzia siła oraz unikalny typ gniazd mocujących noże, a także szeroki zakres wielkości urządzeń sprawia, że znajda zastosowanie bezpośrednio w zakładach przetwórstwa tworzyw lub w firmach zajmujących się recyclingiem

ODPYLACZE

MB Engineering produkuje szeroką gamę zaawansowanych odpylaczy do tworzyw sztucznych. Od małych urządzeń stanowiskowych, z możliwością montażu bezpośrednio na maszynie do dużych centralnych odpylaczy o dużej wydajności.

www.elbi.com.pl

Wpływ dodatków w postaci odpadów z przemysłu meblarskiego i odpadów z tworzyw sztucznych na poziom powinowactwa asfaltu z kruszywem naturalnym

Bartłomiej Grzesik, Karolina Słomińska

Recykling w budownictwie drogowym stał się w ciągu ostatnich dwóch dekad zjawiskiem powszechnym. Wykorzystanie znacznych ilości materiałów budowlanych w drogownictwie rodzi naturalną, z uwagi na ekonomię oraz ochronę środowiska, konieczność sięgania po materiały zastępcze, w tym odpady także z innych niż budownictwo gałęzi przemysłu. Obok stosowanych od wielu lat na dużą skalę odpadów z hutnictwa, górnictwa i energetyki, stanowiących surowce do produkcji kruszyw sztucznych [3-5], na coraz większą skalę wykorzystywane są odpady z przemysłu gumowego [6] oraz przemysłu tworzyw sztucznych [7]. W toku przyjętego programu badań obok odpadu HDPE podjęto również próbę wykorzystania odpadów z przemysłu meblarskiego, które nie były dotychczas wykorzystywane w drogownictwie. Z uwagi na postać stanowiącą pył oraz zawartość innych obok drewna składników organicznych, takich jak lakiery, laminaty czy kleje, przydatność tego materiału zweryfikowano pod kątem wykorzystania w technologii mieszanek mineralno-asfaltowych. Postać wykorzystanych w badaniach dodatków (pył) pozwalała na wykorzystanie ich w sposób analogiczny jak klasycznych dodatków do asfaltu, m.in. takich jak Wetfix, mających na celu poprawę adhezji między asfaltem a kruszywem. Powinowactwo między asfaltem i kruszywem determinuje mechaniczne właściwości mieszanek mineralno-asfaltowych. Cechę tę należy określać zgodnie z normą PN-EN 12697-11:2020-07 metodą A. Krajowy dokument aplikacyjny WT-2 do norm serii [12] 13108 określa minimalny poziom przyczepności asfaltu do kruszywa jako 80% po sześciu godzinach wykonywania badania. Program badań zrealizowano na Wydziale Budownictwa Politechniki Śląskiej w ramach projektu inżynierskiego Karoliny Słomińskiej [1].

MATERIAŁY DO BADAŃ

KRUSZYWO

Przyczepność chemiczna błonki asfaltu do powierzchni kruszywa jest wynikiem oddziaływania rozproszonych ładunków elektrycznych. Ponieważ woda jest materiałem polarnym, jest przyciągana przez ładunki elektryczne występujące na powierzchni kruszywa. Kruszywa kwaśne (elektroujemne) wykazują większe właściwości hydrofilowe niż kruszywa zasadowe (elektrododatnie), natomiast asfalt jest koloidem elektroujemnym, dlatego wykazuje lepszą przyczepność do kruszyw zasadowych niż do kruszyw kwaśnych. W badaniach wykorzystano krajowe kruszywa szeroko stosowane w mieszankach mineralno-asfaltowych. Ze względu na rodzaj surowca kruszywa reprezentowały skały wulkaniczne, metamorficzne i osadowe. Ze względu na charakter chemiczny kruszywa cechowały się zróżnicowaną zawartością SiO_2, reprezentując skały kwaśne (>65%), obojętne (55–65%) i zasadowe (<55%).

Przedstawione w tab. 1 wybrane właściwości kruszyw, z wyjątkiem zawartości krzemionki (dane literaturowe), pochodzą z deklaracji właściwości użytkowych. Wyjątek stanowi hornfels, który nie jest obecnie eksploatowany przemysłowo, ale jego próbki wypreparowano z kruszywa granodiorytowego, które z uwagi na cechy złoża zawierało ziarna tej skały. Właściwości hornfelsu zostały określone w ramach badań prowadzonych w Katedrze Geotechniki i Dróg Wydziału Budownictwa Politechniki Śląskiej [8]. Z uwagi na założenia programu badań istotnymi cechami kruszywa są przede wszystkim zawartość SiO_2 oraz gęstość.

Tabela 1. Wybrane właściwości kruszyw wykorzystanych w badaniach

Cecha / Kruszywo	Zawartość SiO_2 [%]	Gęstość [g/cm^3]	Odporność na rozdrabnianie (kategoria LA)	Odporność na polerowanie (kategoria PSV)	Nasiąkliwość (kategoria WA_{24})	Mrozoodporność (kategoria F)
amfibolit	45–55	2,840	LA_{15}	PSV_{52}	$WA_{24}1$	F1
dolomit	0–5	2,840	LA_{25}	PSV_{40}	$WA_{24}2$	F2
gabro	40–52	2,970	LA_{15}	PSV_{56}	$WA_{24}1$	F1
granodioryt	>80	2,721	LA_{25}	PSV_{52}	$WA_{24}2$	F2
granit	>70	2,630	LA_{25}	PSV_{44}	$WA_{24}1$	F1
hornfels	58–67	2,830	LA_{15}	PSV_{52}	$WA_{24}1$	F1
kwarcyt	90–100	2,650	LA_{25}	PSV_{45}	$WA_{24}1$	F1
wapień	0–5	2,710	LA_{25}	PSV_{46}	$WA_{24}2$	F2

ASFALT

W badaniach stosowano wyłącznie asfalt drogowy 50/70 z bieżącej produkcji jednej z krajowych rafinerii.

DODATKI ZWIĘKSZAJĄCE ADHEZJĘ

W celu poprawy adhezji między ziarnami kruszywa, zwłaszcza kwaśnego i asfaltu, a więc siły oddziaływania fizycznego, które w znacznym stopniu determinuje właściwości mieszanek mineralno-asfaltowych, stosuje się najczęściej dodatki chemiczne zwane środkami adhezyjnymi. Jednym z popularnych środków jest Wetfix BE, będący mieszaniną amidopoliamin oleju talowego. Jest rozpuszczalny w asfalcie i niektórych rozpuszczalnikach organicznych (np. toluen, nafta, trichloroetylen). Wetfix jako środek o potwierdzonej skuteczności stanowił odniesienie dla zastosowanych w analogicznej roli odpadów: odpadu HDPE i odpadu przemysłu meblarskiego. Polietylen o wysokiej gęstości (ang. *high density polyethylene*) należy do elastycznych i miękkich termoplastów, a stosowany jest do produkcji pojemników na olej opałowy, kanistrów do paliów, rur, złączek, skrzynek na butelki, beczek i wielu innych. Najważniejsze właściwości HDPE zestawiono w tab. 2.

O wyborze HDPE zadecydowała temperatura topnienia, która odpowiada temperaturze wytarzania mieszanek mineralno-asfaltowych. Aplikowanie dodatku w postaci HDPE podczas produkcji mieszanki mineralno-asfaltowej pozwala na jego homogenizację z asfaltem.

Trzeci zastosowany dodatek w postaci pyłu drzewnego stanowiącego odpad z przemysłu meblarskiego nie rozpuszcza się w asfalcie, lecz nasiąka asfaltem, w wyniku czego uzyskany kompozyt cechuje się zwiększoną lepkością od czystego asfaltu. Odpady z przemysłu meblarskiego nie są materiałem jednorodnym.

Tabela 2. Wybrane właściwości HDPE [9]

Cecha	Wartość
gęstość	0,940-0,965 g/cm^3
temperatura topnienia fazy krystalicznej	126-135°C
temperatura mięknienia	60-65°C
stopień krystaliczności	80-90%
moduł sprężystości przy rozciąganiu	600-1400 MPa
naprężenie zrywające	20-36 MPa
wydłużenie względne przy zerwaniu	200-900%
maksymalna temperatura stosowania	80°C

Tabela 3. Zawartość wybranych metali ciężkich w wybranych odpadach meblarskich [10]

Pierwiastek	Drewno świerkowe	Drewno bukowe	Odpady drzewne	Płyta pilśniowa twarda	Płyta wiórowa
cynk (Zn)	34,40	15,70	11,60	50	156
ołów (Pb)	2,17	2,75	1,61	0,62	0,59
kadm (Cd)	0,23	0,29	0,14	0,43	0,10
miedź (Cu)	3,54	2,04	1,50	1,41	1,16

W ich składzie (wag.) dominuje drewno (90%), ale 10% stanowią dodatki takie jak laminaty i kleje. Choć skład pierwiastkowy tych odpadów obejmuje głównie C, H, O, N, S, Cl, to w kontekście ich zastosowania w budownictwie należy zwracać uwagę na zawartość metali ciężkich w związku z obowiązującymi wymaganiami środowiskowymi. Orientacyjne zawartości wybranych metali ciężkich w odpadach przemysłu meblarskiego przedstawiono w tabeli 3 [10].

Z technologicznego punktu widzenia ważna jest natomiast temperatura zapłonu, która dla tego typu materiałów wynosi 220-300°C [10], a zatem jest niższa niż temperatura wytwarzania mieszanek mineralno-asfaltowych, co wyklucza ryzyko zapłonu.

METODYKA BADAŃ I PRZYGOTOWANIE PRÓBEK

W kontekście mieszanek mineralno-asfaltowych przyczepność lepiszcza asfaltowego do kruszywa określa się jedną z trzech metod według normy [13]: metodą A, metodą B (statyczną) lub metodą C (dynamiczną). W metodzie A kruszywo zostaje otoczone asfaltem, którego ilość jest dobrana w zależności od gęstości kruszywa (norma [13] podaje sposób wyznaczenia współczynnika korygującego α). Po otoczeniu kruszywo umieszcza się w szklanych butelkach wraz z 500 ml wody destylowanej o temperaturze 5°C. W badaniu wykorzystuje się mechaniczne mieszadło, tzw. roller, na którym umieszcza się butelki z kruszywem, a następnie poddaje mieszaniu przez obracanie w czasie 6 h. Ocena polega na ustaleniu wizualnym stopnia pokrycia kruszywa asfaltem. Metoda B (metoda statyczna) polega na użyciu 150 ziaren kruszywa, otoczonego w asfalcie w ilości 4% w stosunku do masy kruszywa, które następnie zalewa się wodą destylowaną i kondycjonuje przed 48 godzin w temperaturze 19°C. Ocena polega na ustaleniu liczby ziaren, które po tym czasie nie będą pokryte asfaltem. Metoda C (metoda dynamiczna) polega na otoczeniu kruszywa asfaltem, którego ilość jest dobrana w taki sam sposób jak w metodzie A, a następnie próbki poddaje się obmywaniu w gorącej wodzie. Po wyschnięciu oceniamy przyczepność poprzez miareczkowanie odczynnika chemicznego (HCl lub HF_{aq}). Na podstawie jego zużycia ocenia się adhezję. Należy jednak zaznaczyć, że ta metoda nie jest odpowiednia dla wszystkich kruszyw – niektóre z nich nie wykażą reakcji z kwasem.

W badaniach posłużono się metodą A. Przed sporządzaniem próbek skorygowana została masa asfaltu dodawana do poszczególnych rodzajów kruszyw, z uwagi na ich różne gęstości. Współczynnik korygujący został zastosowany na podstawie wzoru (1) wg normy [13].

$$\alpha = \frac{2650}{\text{gęstość kruszywa}} \left[\frac{kg}{m^3}\right] \quad (1)$$

Następnie w pierwszej kolejności kruszywo zostało oczyszczone z zanieczyszczeń (pyłów). Zgodnie z procedurą normową serię trzech próbek laboratoryjnych o masie 150 g przygotowuje się z próbki ogólnej wykonanej z 510 g kruszywa. Na podstawie zaleceń producenta środka Wetfix założono podobną ilość pozostałych dodatków w stosunku do masy asfaltu. Ostatecznie przyjęto dla wszystkich dodatków trzy zawartości: 0,3%, 0,6% i 0,9% w stosunku do masy asfaltu. W tab. 4 zestawiono skorygowaną ilość asfaltu [g] oraz dodatku [g] dla poszczególnych serii oznaczenia. Łącznie dla każdego rodzaju kruszywa wykonano dziesięć serii oznaczeń (po trzy serie dla zawartości 0,3%, 0,6% i 0,9% dodatków oraz jedną serię referencyjną z asfaltem bez dodatku). Składniki próbek łączono w temperaturze 150°C.

Widok poglądowy dodatków w postaci odpadów HDPE oraz odpadów z przemysłu meblarskiego (wraz z naważkami dla kolejnych serii badania) pokazano na fot. 1. Sporządzanie próbki

Tabela 4. Współczynniki korygujące, naważki asfaltu oraz dodatków dla próbek ogólnych

Kruszywo	Gęstość kruszywa [kg/m³]	Wartość współczynnika korygującego	Masa asfaltu [g]	0,3% dodatku [g]	0,6% dodatku [g]	0,9% dodatku [g]
amfibolit	2840	0,9331	14,93	0,45	0,9	1,34
dolomit	2840	0,9331	14,93	0,45	0,9	1,34
gabro	2970	0,8922	14,28	0,43	0,86	1,28
granodioryt	2721	0,9668	15,59	0,47	0,93	1,40
granit	2630	1,0076	16,12	0,48	0,97	1,45
hornfels	2830	0,9363	14,98	0,46	0,93	1,39
kwarcyt	2650	1,0000	16,00	0,48	0,96	1,44
wapień	2710	0,9778	15,65	0,47	0,94	1,41

Fot. 1. Widok poglądowy dodatków w postaci odpadów HDPE oraz odpadów z przemysłu meblarskiego (wraz z naważkami dla kolejnych serii badania)

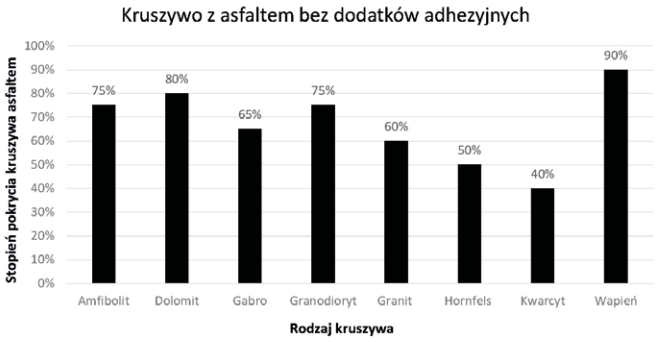
ogólnej z dodatkiem odpadu z przemysłu meblarskiego pokazano na fot. 2.

Fot. 2. Sporządzanie próbki ogólnej z dodatkiem odpadu z przemysłu meblarskiego

WYNIKI BADAŃ

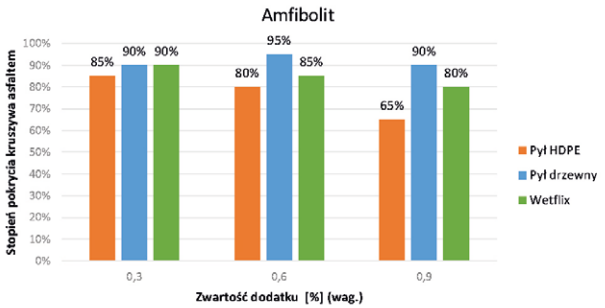
Dla serii referencyjnej uzyskano wyniki powinowactwa (rys. 1) na poziomie charakterystycznym dla poszczególnych rodzajów kruszyw [11]. Największym stopniem pokrycia cechowały się kruszywa zasadowe (wapień, dolomit), najmniejszym kruszywa kwaśne (kwarcyt). W realiach krajowych dolomit i wapień mogą być stosowane do mieszanek mineralno-asfaltowych bez potrzeby użycia środków adhezyjnych. Stwierdzono nieznaczne odstępstwa od typowego i spodziewanego dla granitu i granodiorytu poziomu powinowactwa. Jak wykazano w [8], użyty w badaniach granodioryt cechował się mniejszą zawartością krzemionki od podawanej dla tej skały w literaturze.

Wyniki stopnia pokrycia kruszywa asfaltem z poszczególnymi dodatkami zastosowanymi w ilości 0,3%; 0,6% i 0,9% (w stosunku do masy asfaltu) przedstawiono na rys. 2-9. Skalę obserwowanych różnic pokazano na próbkach kruszywa granodiorytowego przedstawionych na fot. 3.

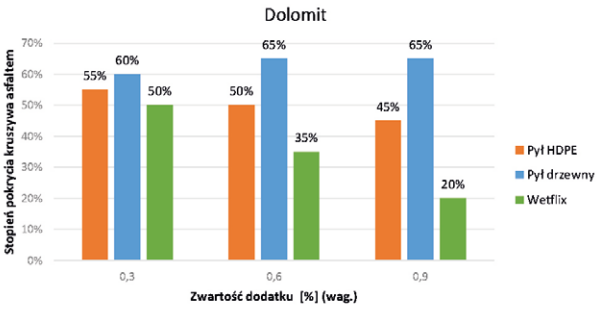


Rys. 1. Stopień pokrycia różnych rodzajów kruszywa asfaltem bez dodatków

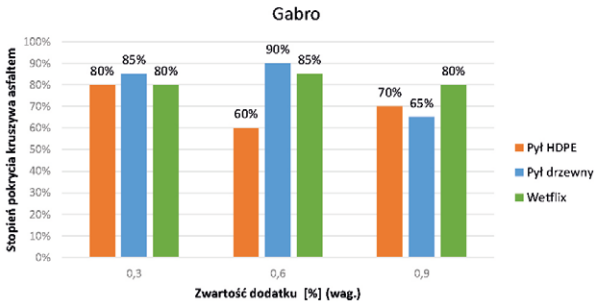
Zebrane wyniki badań pozwalają zauważyć, iż żaden z dodatków nie pozostaje obojętny dla powinowactwa asfaltu z kruszywem. W przypadku kruszyw zasadowych (wapień, dolomit)



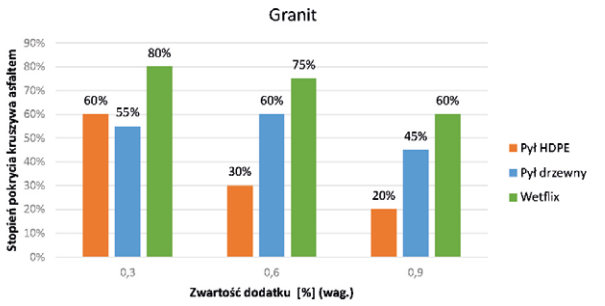
Rys. 2. Stopień pokrycia kruszywa amfibolitowego asfaltem zawierającym dodatek: pyłu HDPE, pyłu drzewnego i Wetfixu



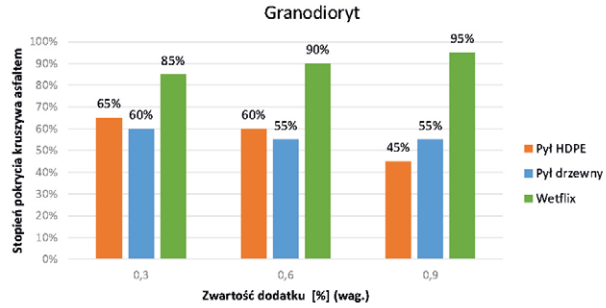
Rys. 3. Stopień pokrycia kruszywa dolomitowego asfaltem zawierającym dodatek: pyłu HDPE, pyłu drzewnego i Wetfixu



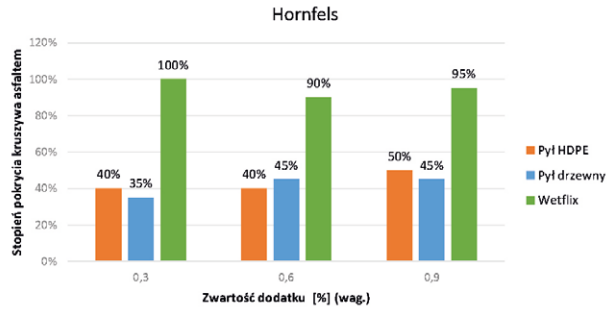
Rys. 4. Stopień pokrycia kruszywa gabro asfaltem zawierającym dodatek: pyłu HDPE, pyłu drzewnego i Wetfixu



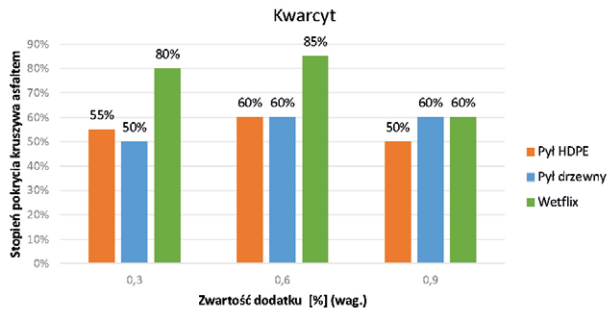
Rys. 5. Stopień pokrycia kruszywa granitowego asfaltem zawierającym dodatek: pyłu HDPE, pyłu drzewnego i Wetfixu



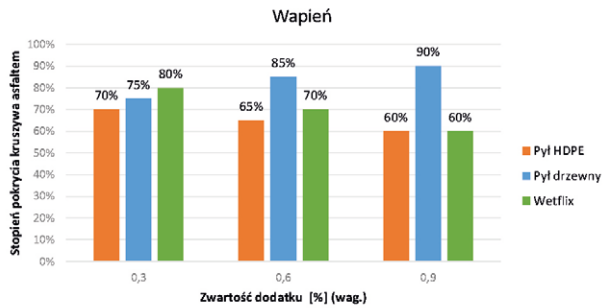
Rys. 6. Stopień pokrycia kruszywa granodiorytowego asfaltem zawierającym dodatek: pyłu HDPE, pyłu drzewnego i Wetfixu



Rys. 7. Stopień pokrycia kruszywa hornfelsowego asfaltem zawierającym dodatek: pyłu HDPE, pyłu drzewnego i Wetfixu



Rys. 8. Stopień pokrycia kruszywa kwarcytowego asfaltem zawierającym dodatek: pyłu HDPE, pyłu drzewnego i Wetfixu



Rys. 9. Stopień pokrycia kruszywa wapiennego asfaltem zawierającym dodatek: pyłu HDPE, pyłu drzewnego i Wetfixu

wszystkie dodatki okazały się mieć negatywny wpływ na adhezję, przy czym pył drzewny redukował ją w najmniejszym stopniu. W przypadku kruszyw kwaśnych (granit, granodioryt, hornfels, kwarcyt) w stosunku do asfaltu bez dodatków znaczącą poprawę adhezji powodował jednie dodatek 0,3% i 0,6% Wetfixu. Dodatki pyłu drzewnego i pyły HDPE pogorszyły adhezję asfaltu do kruszywa w stosunku do asfaltu bez dodatków w przypadku granitu, granodiorytu i hornfelsu. Jedynie na adhezję asfaltu do kwarcytu oba wymienione dodatki miały pozytywny wpływ. W przypadku kruszyw obojętnych (amfibolit, gabro) zauważono, że zastosowane dodatki w postaci odpadów miały większy wpływ na poprawę adhezji asfaltu do kruszywa niż środek Wetfix, przy czym najlepsze rezultaty zaobserwowano dla dodatku pyłu drzewnego (rys. 2 i 4).

WNIOSKI

Przeprowadzone w pracy badania oraz analizy dały podstawę do sformułowania następujących wniosków:

Fot. 3. Kruszywo granodiorytowe. Po lewej z dodatkiem pyłu drzewnego (pokrycie od góry odpowiednio 60%, 55%, 55% dla 0,3%, 0,6%, 0,9% dodatku), w środku z dodatkiem pyłu HDPE (pokrycie od góry odpowiednio 60%, 65%, 45% dla 0,3%, 0,6%, 0,9% dodatku), po prawej z dodatkiem Wetfix (pokrycie od góry odpowiednio 85%, 90%, 95% dla 0,3%, 0,6%, 0,9% dodatku)

- W przypadku kruszyw kwaśnych najskuteczniejszym środkiem zwiększającym adhezję asfaltu do kruszywa jest Wetfix (granit, granodioryt, hornfels, kwarcyt).
- Odpady z przemysłu meblarskiego i tworzyw sztucznych nie wpłynęły na poprawę adhezji asfaltu do kruszyw zasadowych (dolomit, wapień).
- Stwierdzono zauważalny wpływ dodatków w postaci odpadów z przemysłu meblarskiego i tworzyw sztucznych na adhezję asfaltu do kruszywa obojętnego (amfibolit, gabro).
- Optymalna ilość dodatku do asfaltu, z uwagi na korzyść w postaci poprawy przyczepności między lepiszczem a kruszywem, bez względu na jego rodzaj dodatku, wynosi 0,3% (wag. asfaltu). Wartość ta odpowiada najczęściej rekomendowanej przez producentów popularnych środków adhezyjnych. O ile nie we wszystkich przypadkach 0,9% dodatku (wag.) pogarsza adhezję asfaltu do kruszywa, to wydaje się być ona górną granicą stosowania wybranych dodatków.

LITERATURA

[1] Słomińska K.: Wpływ zastosowania odpadów przemysłu meblarskiego i odpadów z tworzyw sztucznych jako dodatków do asfaltu na poziom jego powinowactwa z kruszywem naturalnym. Projekt inżynierski. Gliwice 2023.
[2] Sybilski D.: Zastosowanie odpadów gumowych w budownictwie drogowym. Przegląd Budowlany, 2009, 5, 37-44.
[3] Kozioł W., Uberman R.: Możliwości i warunki zagospodarowania odpadów z górnictwa i energetyki w drogownictwie, zwłaszcza do budowy autostrad i dróg ekspresowych. Przegląd Geologiczny, 1996, vol. 44, 7.
[4] Galos K.: Kruszywa z odpadów przemysłowych i ich znaczenie na krajowym rynku kruszyw mineralnych. Mining Science, 2010, vol. 130, 37, 57-70.
[5] Sobczyński P.: Żużle hutnicze – ich natura oraz przydatność gospodarcza. Konferencja naukowo-techniczna Odpady przemysłowe i komunalne. Powstawanie oraz możliwości ich wykorzystania. Kraków, 15-16.04.1999 r.
[6] Horodecka R., Kalabińska M., Piłat J., Radziszewski P., Sybilski D.: Wykorzystanie zużytych opon samochodowych w budownictwie drogowym. Warszawa, 2002.
[7] Krawczyk B., Mackiewicz P., Dobrucki D.: Wybrane sposoby wykorzystania tworzyw sztucznych z recyklingu w materiałach do budowy konstrukcji nawierzchni drogowych i podłoża ulepszonego. Drogi i Mosty, 2022, vol. 21, 3, 203-216. DOI 10.7409/rabdim.022.012.
[8] Grzesik B.: Hornfels from Łażany and its impact on the functional properties of granodiorite aggregate. Gospodarka Surowcami Mineralnymi, 2021, vol. 37, 2, 85-102. DOI:10.24425/gsm.2021.137562.
[9] Czaja K., Białek M.: Polietylen liniowy małej gęstości. Polimery, 2022, vol. 47, nr 10, 685-693.
[10] Kajda-Szcześniak M.: Evaluation of the basic properties of the wood waste and wood based wastes. Archiwum Gospodarki Odpadami i Ochrony Środowiska, 2013, vol. 15, 1, 1-10.
[11] Błażejowski K., Styk S.: Technologia warstw asfaltowych. Warszawa, 2011.
12] WT-2:2014: Mieszanki mineralno-asfaltowe. Nawierzchnie asfaltowe na drogach krajowych, Wymagania Techniczne. GDDKiA, Warszawa.
[13] PN-EN 12697-11:2020-07: Mieszanki mineralno-asfaltowe. Metody badań. Część 11: Oznaczanie powinowactwa pomiędzy kruszywem i asfaltem.

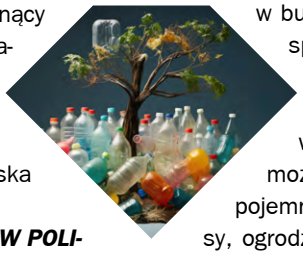
Artykuł został po raz pierwszy zamieszczony w publikacji pt. „Materiały, Surowce, Technologie w Drogownictwie”, s. 1-10, Wydawnictwo Elamed, 2023.

dr inż. Bartłomiej Grzesik[1], inż. Karolina Słomińska[2]
1 – Politechnika Śląska
2 – STRABAG Południe

REKLAMA

Co można wyprodukować w wyniku recyklingu tworzyw sztucznych?

Odpady polimerowe to nieustannie rosnący problem. Zapotrzebowanie na tego rodzaju tworzywa wciąż jest bardzo wysokie i stale rośnie. Paradoksalnie wysoka trwałość, która przyczyniła się do ich popularności obecnie stanowi poważne zagrożenie dla środowiska naturalnego.



KORZYŚCI PŁYNĄCE Z RECYKLINGU MATERIAŁÓW POLIMEROWYCH

Polska zajmuje jedno z ostatnich miejsc w Unii Europejskiej w kategorii powtórnego przetwarzania tworzyw sztucznych. Ponad 80% z nich zalega na wysypiskach. Dla porównania w Danii lub Szwajcarii składowanie odpadów tworzyw sztucznych stanowi odsetek bliski zeru.

Rozkład zwykłej torebki foliowej szacowany jest na około 120 lat, butelka PET ulegnie naturalnej degradacji dopiero po upływie 500 lat. Recykling tworzyw sztucznych to ochrona terenów mogących zostać wykorzystanych na składowiska, a tym samym gleby i powietrza, które zostałyby zanieczyszczone szkodliwymi związkami ulatniającymi się w procesie rozpadu. Recykling to również redukcja emisji CO_2 do atmosfery, duża oszczędność paliw, oleju opałowego oraz szansa na ponowne wykorzystanie opornych na biodegradację polimerów.

CO UZYSKUJE SIĘ Z ODPADU POLIMEROWEGO?

Około 40% wszystkich produkowanych na świecie tworzyw sztucznych przeznaczanych jest na opakowania. O połowę mniejsze, ale również bardzo wysokie zużycie odnotowuje się w budownictwie. Opakowania, które znajdują się w gospodarstwach domowych w przeważającej części są surowcem, który może zostać ponownie wykorzystany, ale niezbędna w tym procesie jest właściwa segregacja. Z poddanego recyklingowi plastiku można wyprodukować, m.in.: opakowania, butelki, pojemniki, odzież, różnego typu folie, zabawki, długopisy, ogrodzenia, powłoki, słupki drogowe, elementy maszyn, ekrany wyciszające, ramy okienne, oleje opałowe, a nawet płyty termoizolacyjne czy meble ogrodowe.

Z uwagi na degradację polimerów niektóre firmy zaczynają wdrażać tzw. kaskadową sekwencję wtórnego użytkowania odpadów. Tego rodzaju łańcuch recyklingu obrazuje przykład stosowany przez włoskich producentów aut. Zużyte polipropylenowe zderzaki samochodowe po przetworzeniu wykorzystywane są do produkcji np. osłon systemów wentylacyjnych, te z kolei po kolejnej obróbce, w momencie gdy żywotność polimeru maleje, stają się dywanikami.

Około 35 butelek PET jest potrzebnych, by wyprodukować bluzę z polaru, na wykonanie trzyosobowej ławki wystarczy ich 4500, a recykling 1 tony tego rodzaju opakowań to redukcja 1,5 tony emisji dwutlenku węgla do atmosfery. Tworzywa sztuczne to bardzo wymagający surowiec, który w procesie recyklingu traci swoje właściwości, dlatego konieczne jest stałe doskonalenie procesów oraz poszukiwanie rozwiązań umożliwiających bezodpadowe ich przetwarzanie.

Źródło: rynekinwestycji.pl

Międzynarodowe Targi Technologii Recyklingu i Odzysku Materiałowego Surowców

Recycling Tech to wydarzenie, gdzie liderzy branży zaprezentują najnowsze technologie przetwarzania odpadów i innowacyjne rozwiązania w recyklingu.

BĘDZIESZ CZĘŚCIĄ NAJSZYBCIEJ ROZWIJAJĄCYCH SIĘ TARGÓW

Targi w PTAK WARSAW EXPO to innowacyjne wydarzenia, w których udział biorą wystawcy z Polski i z zagranicy. Targi wyróżnia dostępność ogromnej, największej w Polsce powierzchni wystawienniczej, dającej wystawcom najlepsze, bo wręcz nieograniczone możliwości prezentacji swojej oferty.

ZAPREZENTUJESZ SWOJE PRODUKTY I USŁUGI TYSIĄCOM KONSUMENTÓW

To tysiące Twoich potencjalnych klientów! Biorąc udział w targach, w charakterze wystawcy, masz aż trzy targowe dni na pokazanie im swoich produktów i usług. A to nie wszystko. Dzięki szerokiej kampanii promocyjnej oraz dużemu zainteresowaniu mediów Twój brand dotrze także do setek tysięcy ludzi w Polsce i za granicą.

ZDOBĘDZIESZ CENNĄ WIEDZĘ I POZNASZ NOWOŚCI RYNKU

W biznesie nie możesz pozwolić sobie na stanie w miejscu. Podczas szkoleń, seminariów i konferencji branżowych zdobędziesz cenną wiedzę, którą będziesz mógł wykorzystać w praktyce, a odwiedzając nasze targi odkryjesz najnowsze rozwiązania sprzętowe i produktowe.

NAWIĄŻESZ CENNE KONTAKTY BIZNESOWE

Podczas targów przeprowadzisz rozmowy i zbudujesz cenne relacje biznesowe, które zaowocują nowymi kontraktami. Targi to jedyna taka okazja by nie tylko zbudować bazę nowych klientów, ale także by usłyszeć o ich potrzebach, co pozwoli na jeszcze lepsze dopasowanie oferty do oczekiwań odbiorców, co w efekcie wpłynie na zwiększenie zysków firmy.

NAJWIĘKSZY OŚRODEK TARGOWY W POLSCE

Ptak Warsaw Expo to największy i najnowocześniejszy kompleks targowy w Polsce, dedykowany wydarzeniom biznesowym, komercyjnym i rozrywkowym. Ideą jego powstania była organizacja targów, kongresów, szkoleń, imprez masowych i innych wydarzeń w oparciu o innowacyjny system wystawienniczy. Doskonała lokalizacja Ptak Warsaw Expo, usytuowanie obiektów 10 minut od największego w kraju portu lotniczego Lotnisko Chopina i 15 minut od ścisłego centrum Warszawy, sprawia, że PWE wypracowało sobie miano europejskiej stolicy biznesu.

O ORGANIZATORZE

Nasza silna sieć kontaktów branżowych pozwala nam przyciągać na targi wystawców i sponsorów, zapewniając Państwu dostęp do najnowszych i najbardziej innowacyjnych produktów i usług w swojej branży. Zawsze szukamy nowych i ekscytujących sposobów na zwiększenie wrażeń z targów, zapewniając, że są one świeże i ekscytujące dla uczestników. Nasz zespół jest elastyczny, potrafi dostosować się do zmieniających się okoliczności i nieprzewidzianych wyzwań, które mogą pojawić się podczas imprezy. Szybko podejmujemy decyzje i podejmujemy działania, aby targi przebiegły sprawnie i wszyscy mieli pozytywne doświadczenia.

DEDYKOWANA ZABUDOWA TARGOWA

Zobacz katalog stoisk targowych i przygotuj się na udział w targach w sposób jeszcze bardziej efektywny. Dzięki temu katalogowi będziesz miał dostęp do gotowych projektów stoisk, które ułatwią Ci przygotowanie się do targów i zyskasz cenną oszczędność czasu i pieniędzy. Wybierając już gotowy projekt stoiska, będziesz mógł skupić się na innych ważnych aspektach przygotowań do targów, takich jak przygotowanie oferty, zorganizowanie transportu czy zaplanowanie działań marketingowych.

https://recyclingexpo.pl/

Vecoplan konsekwentnie rozbudowuje swój serwis

Klient w centrum uwagi

Aby zapewnić klientom jeszcze lepsze wsparcie i tym samym zwiększyć dostępność ich systemów, firma Vecoplan konsekwentnie rozbudowuje swój serwis. W tym celu konstruktor maszyn tworzy oddziały w wybranych miejscach – ostatnio we Francji. Dzięki zaawansowanej koncepcji cyfryzacji Vecoplan Smart Center (VSC) większość problemów systemowych można zidentyfikować i rozwiązać zdalnie. W przypadku indywidualnego wsparcia firma Vecoplan oferuje różne umowy o gwarantowanym poziomie świadczenia usług.

W ramach rozwiązania Vecoplan Smart Center (VSC) firma Vecoplan oferuje również zaawansowaną koncepcję cyfryzacji, która umożliwia inteligentne połączenie człowieka i maszyny. Jednym z jego elementów jest nowoczesny interfejs komunikacji VSC.connect. Do tego dochodzi zintegrowany i intuicyjny panel obsługi VSC.control, który stanowi medium komunikacyjne do nowoczesnego sterowania maszyną i kontaktu z firmą Vecoplan. – Dzięki połączeniu z chmurą technik może połączyć się bezpośrednio z panelem, aby pomóc w obsłudze i serwisie – wyjaśnia Patrick Pfeiffer, menedżer ds. sprzedaży usług w firmie Vecoplan. – Dzięki VSC jesteśmy w stanie optymalnie przywrócić działanie systemów w ponad 80 procentach przypadków.

Od momentu wprowadzenia na rynek w 2019 roku firma Vecoplan uzupełniła swoją koncepcję cyfryzacji o dodatkowe usługi cyfrowe. Należą do nich na przykład: uruchamianie online, serwis zdalny, kluczowe wskaźniki efektywności (KPI) czy dostęp do bazy danych mediów. Aby z nich korzystać, użytkownicy muszą tylko połączyć swoją maszynę za pomocą VSC.connect. – Nasi klienci mogą teraz uzyskać dostęp do specjalnie opracowanych przez nas serwisowych filmów instruktażowych. W ten sposób oferujemy klientom szybką możliwość samodzielnego rozwiązania problemów, co znacznie ułatwia prace – na przykład wymianę koron tnących. Prawie czterominutowe filmy wideo w zwięzły i przejrzysty sposób podsumowują najważniejsze punkty instrukcji obsługi.

Vecoplan AG jest producentem i dostawcą maszyn i systemów do przygotowania i obsługi surowców pierwotnych i wtórnych do recyklingu materiałowego i termicznego. Obejmuje to drewno, biomasę, tworzywa sztuczne, papier, inne materiały, a także odpady domowe i komercyjne. W ten sposób firma kładzie podwaliny pod funkcjonujący recykling dzięki swojemu szerokiemu portfolio. Jako partner, Vecoplan zapewnia wsparcie dla pojedynczych zamówień maszyn, jak również dla złożonych zakładów i dużych projektów. Firma zatrudnia obecnie 580 osób we własnych zakładach w Niemczech, USA, Wielkiej Brytanii, Hiszpanii, Polsce, we Włoszech i Francji.

www.vecoplan.com

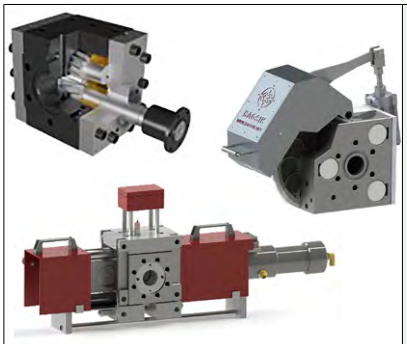
REKLAMA

Vecoplan®

Od 1969 tworzymy rozwiązania jutra.

Przypatrz się. Co widzisz? Nie widzimy śmieci, ale niezliczone możliwości nadania odpadom nowego życia. Technologia przetwarzania Vecoplan to nasze rozwiązanie do cenionego obchodzenia się z zasobami – wczoraj, dziś i jutro. Zostań wizjonerem!

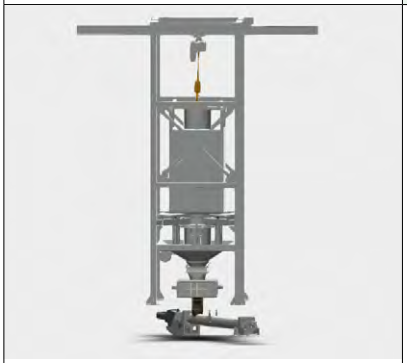
Vecoplan AG | Germany | phone +49 2661 6267-0 | welcome@vecoplan.com | www.vecoplan.com



Bagsik Sp. z o.o.

https://bagsik.net/

Firma Bagsik z siedzibą w Gliwicach w swojej ofercie posiada wysoko wyspecjalizowane czujniki ciśnienia oraz temperatury przeznaczone do procesu ekstruzji oraz sita filtracyjne dla każdego zmieniacza sit. Głównym produktem firmy są zmieniacze sit w systemie ciągłej produkcji oraz pompy zębate. Jesteśmy jedynym przedstawicielem niemieckiej firmy Kubota Brabender Technologie zajmującej się produkcją dozowników oraz systemów wagowych.
Współpracujemy z ExtruderExperts, liderem dystrybucji elementów ślimaków i układów plastyfikujących dla większości ekstruderów na rynku.
Na rynku tworzyw sztucznych istniejemy od 1999 roku, obchodząc w tym roku jubileuszowe 25 lat.



CD-Machinery Sp. z o.o.

https://cd-machinery.pl/

Polski producent linii technologicznych maszyn i urządzeń.
Wykonujemy maszyny i urządzenia dedykowane pod aplikacje klientów.
Konstruujemy we własnym zakresie produkujemy, instalujemy oraz serwisujemy nasze urządzenia oraz linie. Jako zespół specjalistów podejmujemy się trudnych zadań, które wpływają zarówno na rozwój naszego klienta jak i naszej firmy. Nasza polityka to działanie na zasadzie manufaktury maszynowej. Construction Development Machinery czyli CD-Machinery to zespół specjalistów gotowy do współpracy w każdym miejscu w Polsce i poza granicami.

Zapraszamy do współpracy: https://cd-machinery.pl/

Dopak Sp. z o.o.

https://dopak.pl/

Dopak dostarcza maszyny do recyklingu odpadów poprodukcyjnych i pokonsumpcyjnych. W ofercie znajdują się:
• **linie do regranulacji ALTERO RECYCLING MACHINERY** – kompletne linie do regranulacji odpadów z tworzyw sztucznych • **młyny nożowe Neue Herbold** – do mielenia tworzyw miękkich i elastomerów • **młynki stanowiskowe Mo.Di.Tec** – do recyklingu tworzyw twardych, pracujące przy wtryskarkach w technologii wolnoobrotowej • **szybkobieżne młyny nożowe Vespa** – wysokiej jakości, bezawaryjne i wydajne • **linie myjące Neue Herbold** – modułowe, umożliwiające rozbudowę • **pulweryzatory Neue Herbold** – do proszkowania tworzyw sztucznych • **kruszarki firmy Weima** – do redukcji odpadów w zakładach produkcyjnych i firmach recyklingowych.

ELBi Wrocław Sp. z o.o.

https://elbi.com.pl/

Najważniejszą wartością naszej firmy jest jakość i innowacyjność, dlatego oferujemy Państwu urządzenia oraz rozwiązania, które zapewnią optymalne wyniki produkcyjne, spełniając jednocześnie ich najwyższe wymogi.
Współpracujemy m.in. z firmą WANNER TECHNIK, która produkuje młyny do recyklingu, pracujące zarówno jako urządzenia stanowiskowe, jak i centralne. Podzielone są one na serie: Baby, Compact, Dynamic, największe, centralne młyny serii Energy, młyn specjalny Xtra, system regranulacji TG-Extruder oraz TT-Cutter do rozdrabniania brzegów. Proponujemy sprawdzone rozwiązania. Nasze długotrwałe relacje biznesowe świadczą o tym, że jakość, nowoczesność i niezawodność produkowanych urządzeń oraz świadczony serwis są doceniane na rynku.

PLASMAQ Máquinas E Equipamentos P/Ind. Plasticos, Lda

https://plasmaq.pt/

- Portugalski producent maszyn do recyklingu
- Linie myjące dostosowane do potrzeb klienta
- Gilotyny hydrauliczne 100 T
- Przesiewacze bębnowe
- Rozdrabniacze, kruszarki, młyny, granulatory
- Prasy śrubowe Plascompact® – wydajność procesu do 2000 kg/h; < 5% wilgotności wyjściowej
- Myjka pionowa WV do wstępnego usuwania zanieczyszczeń, myjki dynamiczne CTRL, DeepWashR do intensywnego mycia
- Wanny separacyjne, wirówki
- Prasy do odwadniania skratka

Vecoplan AG

https://vecoplan.com/en

Vecoplan AG jest producentem i dostawcą maszyn i systemów do przygotowania i obsługi surowców pierwotnych i wtórnych do recyklingu materiałowego i termicznego. Obejmuje to: drewno, biomasę, tworzywa sztuczne, papier, inne materiały, a także odpady domowe i komercyjne. W ten sposób dzięki swojemu szerokiemu portfolio firma kładzie podwaliny pod funkcjonujący recykling. Jako partner, Vecoplan zapewnia wsparcie dla pojedynczych zamówień maszyn, jak również dla złożonych zakładów i dużych projektów. Firma zatrudnia obecnie 600 osób we własnych zakładach w Niemczech, USA, Wielkiej Brytanii, Hiszpanii, Polsce, we Włoszech i Francji.

VGT Polska Sp. z o.o.

https://vgt.com.pl/

VGT Polska oferuje kompletne linie do recyklingu (linie do sortowania, mycia, separacji suszenia, mielenia, wytłaczania) włoskiego producenta RECY Technologies – https://recytechnologies.it
Na szczególną uwagę zasługują specjalne myjki likwidujące całkowicie nieprzyjemne zapachy tworzyw postkonsumenckich.
Jako elementy końcowe linii recyklingu oferujemy granulatory podwodne, suche i na mokro niemieckiego producenta IPS - https://pelletizing.de
Do zapewnienia odpowiedniej czystości i jakości produkowanego granulatu oferujemy zmieniacze sit i klasyfikatory-przesiewacze niemieckiego producenta Trendelkamp - https://www.trendelkamp.com

P.H.U. Paweł Wartacz

https://wartacz.com.pl/

Firma P&F Wartacz została założona w 1990 roku. Obecnie jest jedną z najstarszych firm handlowych w branży PTSz, nieprzerwanie sprzedającą wtryskarki, kruszarki, granulatory schładzarki, systemy recyklingu, taśmociągi, wyposażenie peryferyjne oraz części zamienne. Kontakty handlowe obejmują 17 państw w Europie i Azji. W stałej ekspozycji we Wrocławiu znajduje się kilkadziesiąt maszyn. Przed zakupem możliwe są testy wszystkich maszyn. Z każdym rokiem powiększa się grono ufających nam klientów.

GRAFE dostrzega czerń – perfekcyjną czerń

Idealny barwnik dla każdego tworzywa sztucznego od specjalistów w dziedzinie masterbatchy

Czerń to kolor pierwszego wyboru dla wielu tworzyw sztucznych, niezależnie od tego, czy mamy do czynienia z towarami konsumenckimi, kosmetykami, artykułami luksusowymi czy towarami przemysłowymi. Z jednej strony czerń kojarzy się ze szlachetnością i elegancją, a z drugiej – z chłodem i powagą. W niektórych zastosowaniach wygląda natomiast prosto i solidnie. Grupa GRAFE z Blankenhain od wielu lat specjalizuje się w barwieniu na czarno standardowych tworzyw sztucznych i posiada szerokie portfolio odpowiednich koncentratów masterbatch. Bazując na tej wiedzy, firma opracowuje również rozwiązania dla coraz większej liczby technicznych tworzyw sztucznych i ich zastosowań, które pozwolą na uzyskanie doskonałych odcieni czerni.

– W obszarze PE/PP mamy w ofercie głęboką czerń do formowania wtryskowego, znaną również jako piano black, która zapewnia głębię koloru, jaką w innym przypadku można uzyskać wyłącznie za pomocą rozpuszczalnych barwników w amorficznych strukturach polimerowych. Na życzenie klienta koncentraty masterbatch mogą być łączone w taki sposób, aby poprawić płynność i czas trwania cyklu – podaje Danny Ludwig, dyrektor ds. zarządzania produktem, Color & Functional Masterbatches, odnosząc się w szczególności do zastosowań w sektorze motoryzacyjnym.

Dzięki nowemu koncentratowi masterbatch BASE BLACK dla PP opracowano również wydajną alternatywę dla najpopularniejszych odcieni czerni w branży motoryzacyjnej, która oprócz stałej dostępności (próbki do testów produkcyjnych są wysyłane tego samego dnia) oferuje również znacznie lepszy poziom cen w porównaniu z bezpośrednim kolorem OEM. Co więcej, masterbatch może być dowolnie regulowany. Już teraz osiąga doskonałe wartości kolorów przy standardowych parametrach w procesie produkcyjnym, które mieszczą się w tolerancji OEM i tylko nieznacznie odbiegają od kolorów bezpośrednich.

Termoplastyczne poliuretany to kolejna grupa produktów, dla której GRAFE dostarcza idealne barwniki. – W przypadku TPU mamy w naszym portfolio szeroką gamę czarnych odcieni, zarówno dla estrów, jak i eterów. Zawartość sadzy sięga tu nawet 35 procent. Oprócz wytłaczania kabli i ekstruzji możliwe są również odpowiednie zastosowania w formowaniu wtryskowym – wyjaśnia Ludwig.

Ekspert wspomina również o wysokiej jakości i wysoce nasyconych koncentratach styrenowych w asortymencie produktów: – W tym przypadku zawartość sadzy wynosi do 30 procent, z wyjątkową głębią czerni. Stosowana sadza o bardzo drobnych cząsteczkach stanowiła wyzwanie, które udało się nam pokonać, co przynosi różne korzyści dla klienta.

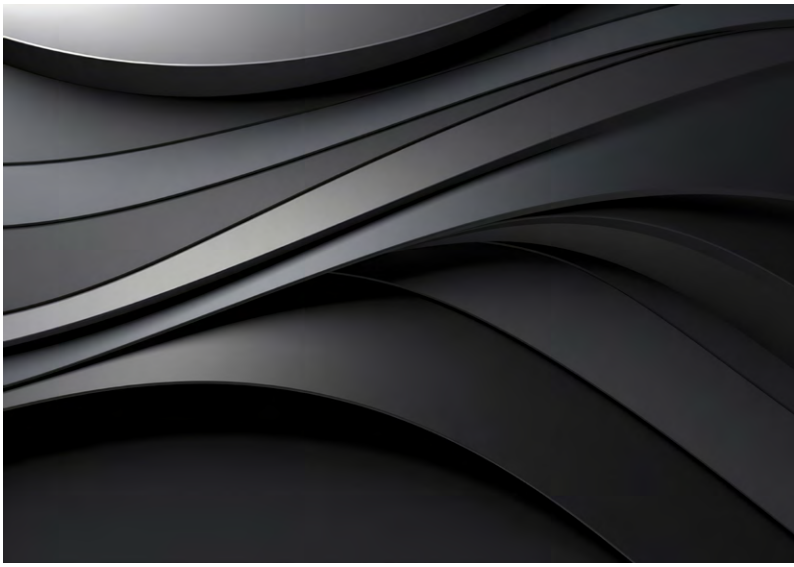
Barwienie jest możliwe w różnych docelowych polimerach, w tym PC/ABS, PC, PS, SAN, ABS, PA/ABS, SB i SEBS, a obróbka została przetestowana zarówno w formowaniu wtryskowym, jak i wytłaczaniu. Tutaj szczególnie ważną branżą docelową jest przemysł produkcji opakowań.

Do zastosowań w druku 3D GRAFE oferuje również czarny koncentrat dla PLA, który charakteryzuje się bardzo dobrą dyspersją i homogenizacją. – Bardzo dobrze nadaje się do wytłaczania filamentów i imponuje doskonałymi właściwościami obróbki bez powstawania zbryleń – informuje dyrektor ds. zarządzania produktem. Masterbatch do przetwórstwa PC, który jest stosowany w formowaniu wtryskowym, ma również bardzo dobrą głębię koloru i dobrą jakość dyspersji.

Do produkcji włókien przędnych i wytłaczania folii, GRAFE oferuje masterbatch, który nadaje się do czarnego barwienia PET. – Ma typową dla branży zawartość sadzy na poziomie 30 procent z bardzo dobrą dyspersją – mówi Ludwig. Jest to konieczne, aby móc niezawodnie barwić włókna. Bardzo dobra jakość sadzy i włókien to kolejne cechy szczególne tego produktu.

Jednym ze szczególnych obszarów działalności firmy zawsze były zastosowania motoryzacyjne. – W przypadku części w komorze silnika formowanych wtryskowo, w których stosowany jest PBT, oferujemy rozwiązanie, które imponuje doskonałą homogenizacją przy niskim dozowaniu, a na życzenie może być również przystosowane do ulepszonej nukleacji – mówi Ludwig. – W ostatnich latach coraz bardziej ugruntowaliśmy swoją pozycję specjalisty w zakresie elementów zewnętrznych wykonanych z PMMA i stale rozwijamy te zastosowania – dodaje. Oprócz branży motoryzacyjnej, specjalista wymienia również sektor budowlany jako ważny obszar zastosowań.

W przypadku przetwarzania PA, GRAFE oferuje szeroką gamę sadzy lub nigrozyny do barwienia na czarno. – Grupą docelową są zastosowania związane z formowaniem wtryskowym, zwłaszcza w przemyśle motoryzacyjnym, ale także bardzo wymagające technicznie komponenty w sektorze budowlanym. Istnieją różne opcje optymalizacji jakości materiału lub procesu produkcyjnego – dodaje ekspert, wskazując na lepszą płynność i nukleację. – Ponadto, delikatniejsze i dłuższe ścieżki przepływu mogą być pokonywane łagodniej, a komponenty mogą być wyjmowane z formy wcześniej.



https://turn-on.grafe.com/

REKLAMA

Zastosowanie spektroskopii oscylacyjnej w detekcji barwników azowych w opakowaniach do żywności. Część I

Edyta Kucharska, Jacek Michalski, Wojciech Sąsiadek, Lucyna Dymińska, Paulina Hołubniak, Jerzy Hanuza

Stosowanie barwników spożywczych od lat budzi wiele kontrowersji z powodu ich wpływu na jakość produktów żywnościowych oraz ich oddziaływania na zdrowie człowieka. Zainteresowanie tymi problemami zainicjowała publikacja przedstawiająca wyniki badań prowadzonych w 2007 r. w Wielkiej Brytanii. Wskazywały one, iż spożycie niektórych syntetycznych barwników może przyczyniać się do nadmiernej aktywności dzieci – barwniki te nazwano „szóstką z Southampton" [1]. Doniesienia te zapoczątkowały narastające niepokoje wśród konsumentów oraz stały się bodźcem do podjęcia szczegółowych badań oceny szkodliwości stosowania tych dodatków do żywności. Wyniki tych badań doprowadziły do szeregu zmian na rynku produktów spożywczych, ich producenci zaczęli modyfikować receptury wyrobów, wprowadzając naturalne barwniki zamiast syntetycznych [2, 3]. Wyraźnej zmianie uległy przekazy zawarte na etykietach informujących o składzie produktu, stawały się bardziej komunikatywne, stosujące w miejsce oznaczeń kodowych „E" prostsze nazwy składników. Reakcją producentów barwników na tę sytuację było wprowadzenie naturalnej „żywności barwiącej" zamiast barwników syntetycznych [4, 5]. Zaniechanie stosowania barwników syntetycznych nie zostało jednakże w pełni zaakceptowane przez wszystkich producentów żywności [6].

Barwniki spożywcze stanowią jedną z 26 grup substancji dodatkowych do żywności. Definiuje się je jako substancje nadające lub przywracające żywności barwę oraz jako preparaty uzyskane ze środków spożywczych i jadalnych surowców naturalnych poprzez procesy fizyczne i chemiczne [7]. Ich użycie jest uzasadnione, gdy jego celem jest przywrócenie pierwotnego wyglądu żywności, której barwa uległa zmianie wskutek przetwarzania, przechowywania, pakowania i dystrybucji, lub gdy powoduje poprawę wizualnych atrybutów żywności, lub gdy nadaje barwę żywności, która byłaby bezbarwna [7]. Naganny jest fakt, iż niektórzy producenci żywności posługują się barwnikami w celu zamaskowania niekorzystnych przebarwień, wad lub upodobnienia produktu sztucznego do naturalnego, zafałszowania składu lub poprawy efektu wizualnego [8]. Niedozwolone jest także użycie barwników dla ukrycia objawów zepsucia lub złej jakości produktu, gdyż jest to świadome wprowadzanie konsumenta w błąd. Barwienie żywności nie może szkodzić odbiorcy i musi odbywać się zgodnie z zasadą Dobrej Praktyki Produkcyjnej, czyli w najmniejszej dawce i równocześnie koniecznej dla osiągnięcia zamierzonego efektu technologicznego [9].

Barwniki klasyfikuje się według różnych kryteriów. Dzieli się je na nieorganiczne i organiczne, te drugie na pochodzenia naturalnego i syntetycznego, sztuczne i identyczne z naturalnymi. Barwniki syntetyczne stanowią najliczniejszą grupę dozwolonych barwników do żywności [10]. Syntetyczne barwniki organiczne mają zróżnicowaną strukturę chemiczną nie występującą w produktach naturalnych. W ich skład wchodzą barwniki azowe, triakrylometanowe, ksantenowe, indygoidowe i chinolonowe [11, 12].

Mają one wszelkie zalety, których brak barwnikom pochodzenia naturalnego – prezentują szeroką gamę barw wysokiej czystości i intensywności koloru, łatwo się je dozuje, są tanie i wydajne, większość z nich jest łatwo rozpuszczalna w wodzie a nierozpuszczalna w alkoholu i są stabilne fizycznie i chemicznie [11-13].

Barwniki azowe (azoareny) są najliczniejszą klasą barwników spośród obecnie stosowanych. Mają zastosowanie w przemyśle tekstylnym, farmaceutycznym spożywczym oraz analizie chemicznej. Charakteryzują się obecnością jednej lub więcej grup azowych, które są chromoforem łączącym dwa układy węglowodorowe, tworząc mostek między nimi: A – N = N – E, gdzie A jest grupą elektro-akceptorową, a E – elektro-donorową. Zależnie od liczby grup azowych w cząsteczce rozróżnia się barwniki mono- i poliazowe. Znaczenie handlowe mają barwniki mono- i diazowe [12, 14, 15].

Stosowanie barwników azowych umożliwia uzyskanie całej palety barw. Jest ona zależna od rodzaju, liczby i położenia grup funkcyjnych w pierścieniach aromatycznych. Chromofory aminowe i hydroksylowe odgrywają szczególną rolę, gdyż ułatwiają one procesy sprzęgania oraz pogłębiają barwę. Natomiast reszta sulfonowa zwiększa rozpuszczalność barwnika w wodzie i powinowactwo do określonego podłoża [16]. Na kolor wpływa również struktura barwnika, czy mostki azowe występujące jako sprzężone Ar–N=N–Ar'–N=N–Ar" lub izolowane Ar–N=N–Ar'–X–Ar'–N=N–Ar, gdzie X oznacza grupę izolującą, np. metylową, etylenową, iminową, acyloaminową, karbamidową lub atomy tlenu i siarki [14, 15]. Układ sprzężony powoduje, iż barwa związku jest głębsza niż dla struktury monoazowej lub mieszaniny barwników [14, 15, 17]. Natomiast barwniki z izolowanymi mostkami azowymi wykazują w przybliżeniu barwę odpowiadającą mieszaninie barwników powstających poprzez rozerwanie wiązania wewnątrz grupy izolującej.

Bioaktywność związków azowych jest nadal przedmiotem badań naukowych na temat ich wpływu na organizm człowieka. Wynika to przede wszystkim ze specyficznej drogi ich metabolizmu w układzie pokarmowym. Ponieważ najmniej trwałym składnikiem barwnika jest wiązanie azowe, *in vivo* ulega ono enzymatycznej redukcji pod wpływem enzymu azoreduktazy, który występuje u ssaków w różnych organach wewnętrznych: wątrobie, nerkach, płucach, sercu, mózgu, śledzionie i mięśniach. Największą aktywność wykazuje enzym wątroby i nerek, a także w organizmach różnych szczepów bakterii zasiedlających prze-

wód pokarmowy i zdrową ludzką skórę, np. *Staphylococcus aureus* [18, 19]. Redukcja zachodzi również pod wpływem drożdży piekarskich i piwowarskich [1, 12]. W wyniku redukcji wiązania azowego powstają aminy, aminy aromatyczne lub kwasy aminosulfonowe. Te ostatnie nie stwarzają zagrożenia, gdyż jako rozpuszczalne w wodzie są wydalane z organizmu. Największym zagrożeniem są aminy aromatyczne wykazujące działanie rakotwórcze [20]. Mutagenna aktywność barwników zawierających benzydynę, 2-naftyloaminę i 4-aminobifenyl spowodowała wycofanie ich z użycia [18, 19]. Metabolizowanie czerwieni 2G (E128) do aniliny również skutkowało zaniechaniem jego stosowania w przemyśle spożywczym w 2007 roku [21]. Zagrożenia ze strony barwników azowych wynikają także z ich oddziaływań z ludzkimi erytrocytami, co może prowadzić do niedokrwistości [1, 12]. Niektóre barwniki, np. tartrazyna, mogą powodować reakcje alergiczne [1]. Szczególne zagrożenie barwniki azowe stwarzają osobom wrażliwym na salicylany, gdyż mogą być przyczyną ich szkodliwych nietolerancji [11]. Ponadto niektóre barwniki mogą uwalniać histaminę będącą przekaźnikiem reakcji zapalnej – związek ten gromadzi się w ziarnistościach komórek tucznych, co powoduje skurcz mięśni oskrzelowych, rozszerzenie naczyń krwionośnych lub zwiększenie wydzielania śluzu w drogach oddechowych oraz astmę [22].

Opisana wyżej bioaktywność barwników azowych powoduje, iż bezpieczeństwo ich stosowania wymaga dalszych poszukiwań nowych metod ich detekcji w żywności. Taką możliwość stwarza spektroskopia oscylacyjna, która jest w stanie w sposób jednoznaczny wykryć konkretny barwnik w produkcie spożywczym. Niniejsza praca wykorzystuje tę metodę pomiarową wspartą obliczeniami kwantowymi w celu wykrywania ich obecności w sposób jakościowy i ilościowy.

STRUKTURA ZWIĄZKÓW AZOWYCH

Struktura geometryczna i elektryczna związku azowego decyduje o jego właściwościach fizykochemicznych. Dwa atomy azotu o hybrydyzacji sp^2, z których każdy posiada wolną parę elektronową są połączone wiązaniem podwójnym. Układ ten tworzy dwuwartościową grupę azową. Związki zawierające tę grupę funkcyjną mogą występować w dwu formach, izomerów *trans* (*E*) i *cis* (*Z*). Odwracalny proces izomeryzacji wykorzystuje się do budowy elementów pamięci optycznej, przełączników molekularnych lub konstrukcji sensorów.

Badania strukturalne związków azowych od wielu lat były przedmiotem zainteresowań naukowców. Było to wynikiem stosowania tych połączeń jako barwników tekstyliów, żywności, opakowań oraz środków farmaceutycznych. Najliczniejszą grupę spośród nich stanowią azobenzeny. Ich szkielet jest zbudowany z dwu pierścieni fenylowych połączonych wiązaniem podwójnym N = N, tzw. grupą azową. Azobenzen występuje w postaci pomarańczowych kryształów lub ciemnobrązowego bezpostaciowego ciała stałego. Nie rozpuszcza się w wodzie, natomiast dobrze rozpuszcza się w podstawowych rozpuszczalnikach organicznych (etanol, metanol, benzen). Dzięki obecności wiązania N = N posiada zdolność do fotoizomeryzacji geometrycznej występując w dwóch odmianach *cis* i *trans*. Spektroskopowo, cząsteczki te charakteryzują się niskoenergetycznym pasmem n – π* w obszarze widzialnym i wysokoenergetycznym pasmem π – π* w obszarze UV. Izomer *trans* jest bardziej stabilny termodynamicznie niż izomer *cis*, gdyż jest cząsteczką płaską. Struktura pochodnych azobenzenu została opisana w wielu pracach naukowych – wyniki ich badań rentgenowskich przedstawiono w tabeli 1.

Długość wiązania N=N w *trans*- i *cis*-azobenzenach i ich pochodnych mieści się w granicach 1,23 – 1,253 Å. Kąt bryłowy

Tabela 1. Parametry geometryczne pochodnych azobenzenu

Struktura / Pochodna azobenzenu	d(C_1-N) [Å]	d(N=N) [Å]	d(C_2-N) [Å]	∠(C_1NN) [°]	∠(NNC_2) [°]	Lit.
trans-azobenzene $C_{12}H_{10}N_2$ C_{2h}^5($P2_1/a$) Z=4 (No. 14)	1,40-1,43	1,23	1,40-1,43	120-123	120-123	[23]
trans-azobenzenC_{2h}^5($P2_1/a$) Z=2 (No. 14)	1,434	1,247	1,434	111,1-113,6	111,1-113,6	[24]
trans-azobenzene $C_{12}H_{10}N_2$ C_{2h}^5(P21/c) Z=2 (No.14)	1,428(2)	1,247(2)	1,428(2)	114,1(1)	114,1(2)	[25]
trans-azobenzene/*trans*-stilbene (C14H12)x($C_{12}H_{10}N_2$)1-x C_{2h}^5($P2_1/c$) Z=2 (No. 14)	1,429	1,250	1,429	113,8	113,8	[26]
(*E*) azobenzene $C_{12}H_{10}N_2$ C_{2h}^5(P21/c) Z=4 (No. 14)	1,431	1,249	1,431	114,1	114,1	[27]
(*E*)-2,2'- dimethylazobenzene C_{2h}^3(C2/c) Z=4 (No. 13)	1,473	1,240	1,473	113,8	113,8	[27]
(*E*)-3,3'- dimethylazobenzene D_{2h}^{15}(Pbca) Z=4 (No. 61)	1,436	1,246	1,436	113,8	113,8	[27]
(*E*)-4,4'- dimethylazobenzene C_{2h}^5($P2_1/a$) Z=2 (No. 14)	1,426	1,252	1,434	113,8	113,8	[27]
cis-azobenzene $C_{12}H_{10}N_2$ D_{2h}^{14}(Pbcn) Z=4 (No. 60)	1,46	1,23	1,46	121	121	[28]
cis-azobenzene $C_{12}H_{10}N_2$ D_{2h}^{14}(Pbcn) Z=4 (No. 60)	1,449	1,253	1,449	121,9	121,9	[29]

Tabela 2. Parametry strukturalne wiązania azowego w pochodnych (fenylazo)pirydyny

Struktura / Pochodna (fenyloazo)pirydyny	d(C_1-N) [Å]	d(N=N) [Å]	d(C_2-N) [Å]	∠(C_1NN) [°]	∠(NNC_2) [°]	Lit.
2-phenylazo-5-nitro-6-methyl-pyridine $C_{12}H_{10}N_4O_2$ C_1^1(P-1) Z=2 (No. 2)	1,430	1,240	1,421	114,5	116,1	[30]
6-methyl-3,5-dinitro-2-[(E)-phenyldiazenyl]pyridine $C_{12}H_9N_5O_4$ C_s^3(Cc) Z=4 (No. 9)	1,426	1,237	1,430	113,2	114,5	[31]
2-phenylazopyridine $(C_{11}H_{10}N_3O_{0.25})(BF_4)$ C_{2h}^6(C2/c) Z=8 (No.15)	1,412	1,248	1,411	114,8	113,5	[32]
2-(phenylazo)pyridine(ClO_4^{-1}) $C_{11}H_{10}N_3(ClO_4)$ C_{2h}^6(C2/c) Z=8 (No.15)	1,421	1,258	1,417	–	–	[33]
3-(phenyldiazenyl)pyridine $C_{10}H_9N_3$ C_{2v}^2($Pca2_1$) Z=4 (No. 26)	1,43	1,26	1,43	113,1	113,6	[34]

Tabela 3. Parametry strukturalne wiązania azowego w pochodnych dipirydyn

Struktura / Pochodna bipirydyn	d(C_1-N) [Å]	d(N=N) [Å]	d(C_2-N) [Å]	∠(C_1NN) [°]	∠(NNC_2) [°]	Lit.
4,4'-dimethyl-3,3'-dinitro- 2,2'-azobipyridine $C_{12}H_{10}N_6O_4$ C_{2h}^5(P21/c) Z=4 (No. 14)	1,434	1,233	1,435	113,55	114,27	[35, 36]
trans-2,2' azopyridine C10H8N4 C_{2h}^5($P2_1/c$) Z=4 (No. 14)	1,431	1,246	1,431	114,0	114,0	[37]
trans-4,4'-azopyridine C10H8N4 C_{2h}^2($P2_1/n$) Z=2 (No. 11)	–	–	–	–	–	[38]
cis-2,2'-azopyridine C10H8N4 C_{2h}^6(C2/c) Z=12 (No. 15)	1,4434 (A) 1,4417 (B)	1,2479 (A) 1,2524 (B)	1,4421 (A) 1,4417 (B)	–	–	[39]

formy *trans* jest bliski 15 – 16°, natomiast forma *cis* charakteryzuje się bardziej skręconą geometrią wynoszącą około 8° (172°).

Odrębną grupę tworzą pochodne (fenylazo)pirydyny. Opracowanie struktury tej grupy związków w znacznym stopniu jest osiągnięciem autorów niniejszej pracy [30, 31]. Parametry geometryczne wiązań azowych w tych połączeniach zestawiono w tabeli 2.

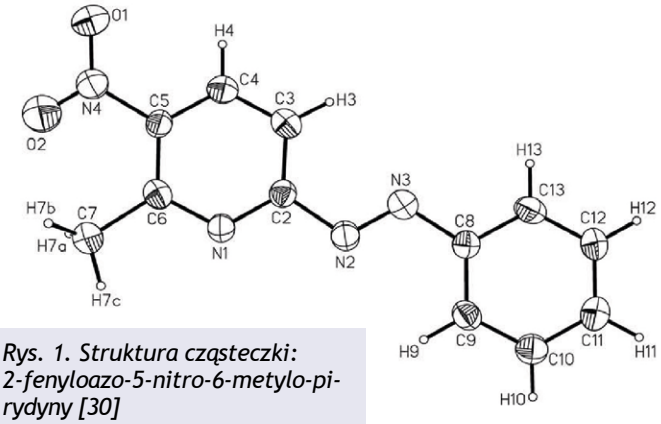
Obliczenia optymalizacji zostały wykonane z zastosowaniem pakietu programu Gaussian 03W metodą DFT (teoria funkcjonału gęstości, ang. *density functional theory*), używając funkcjonału B3LYP, na poziomie 6-311++G(d,p). Jako bazę optymalizacji przyjęto dane rentgenograficzne, a w przypadku ich braku standardowe odległości i kąty wykorzystywane przy budowaniu struktur cząsteczkowych dostępne w programie GaussView 4.1.

Pochodne azodipirydyny są najmniej zbadaną grupą azopochodnych. Ich parametry strukturalne przedstawia tabela 3.

Wyniki badań strukturalnych dibenzenowych, fenylo-pirydynowych i dipirydynowych azo związków świadczą, iż średnie długości wiązań C_1-N i C_2-N wynoszą dla nich odpowiednio: 1,4405 i 1,4505, 1,421 i 1,4205 oraz 1,4375 i 1,4365 Å. Różnice te dla dibenzenów i dipirydyn są niewielkie, ale różnią się od nich długością wiązań fenylazo-pirydyn. Bardziej wyraźnie są różnice między kątami C_1-N-N oraz N-N-C_2, które wynoszą: 113,95 i 114,8° dla dibenzenów, 113,775 i 114,135° dla fenylazo-pirydyn oraz 117,05 i 117,05° dla pochodnych dipirydynowych. Dla wszystkich tych związków wartości kątów bryłowych C_1NNC_2 świadczą, iż ugrupowania te nie leżą na jednej płaszczyźnie, a zatem symetrii wiązań azowych nie można opisywać grupą punktową C_{2h} dla konfiguracji *trans* oraz grupą C_{2v} dla *cis*-azo związków. Potwierdzają to wyniki pomiarów widm IR i Ramana tych połączeń, które świadczą, iż nawet niewielkie zaburzenia tych struktur powodują, iż do analizy widm oscylacyjnych należy stosować symetrię C_1. Jest to tym bardziej uzasadnione, gdy podstawniki obu pierścieni są różne.

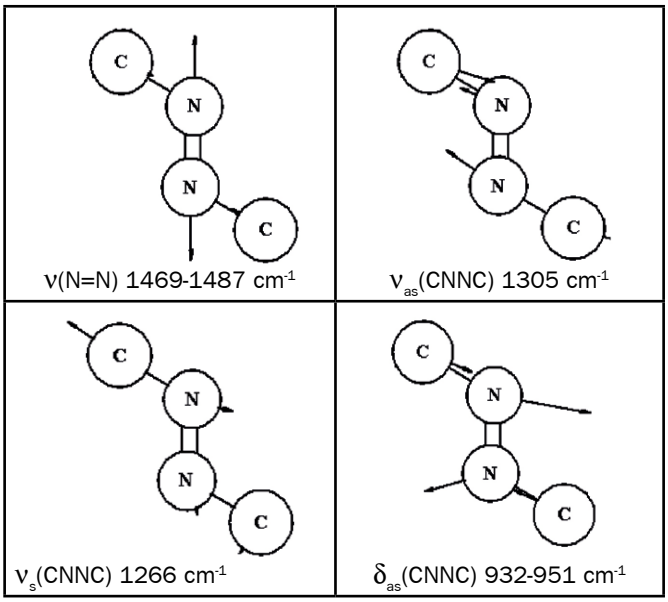
CHARAKTERYSTYKI OSCYLACYJNE WIĄZAŃ AZOWYCH W POCHODNYCH PIRYDYNY I FENYLO-PIRYDYNY

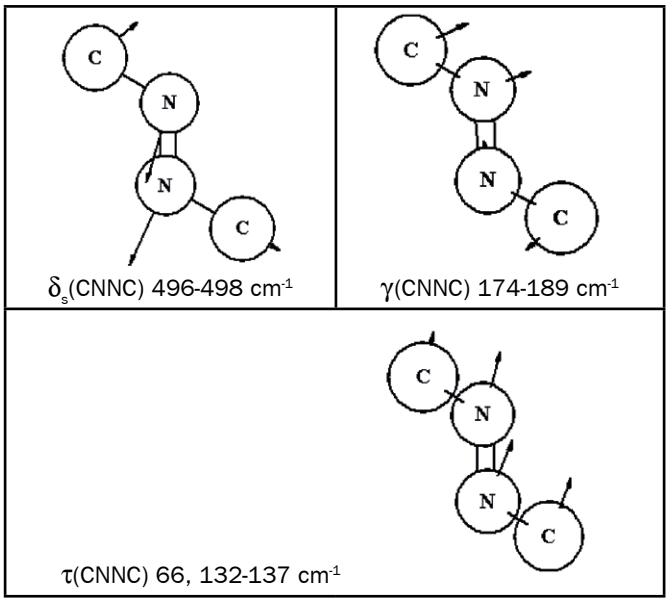
Spektroskopia oscylacyjna może być efektywną metodą jakościowej i ilościowej identyfikacji barwników azowych stosowanych w technologii żywności i produkcji opakowań spożywczych. Widma z zakresu podczerwieni są szczególnie przydatne do tych celów ze względu na częste wykorzystywanie ich w analizie chemicznej. Spektrometry na podczerwień są znacznie tańsze niż do pomiarów widm Ramana. Przez długi czas zastosowanie tych metod było ograniczone, gdyż brak polarności grupy azowej po-



Rys. 1. Struktura cząsteczki: 2-fenyloazo-5-nitro-6-metylo-pirydyny [30]

Tabela 4. Drgania normalne wiązania azowego w pochodnej fenyloazo-pirydyny





wodował, iż identyfikacja tych związków była utrudniona z uwagi na małą intensywność pasm w widmach w podczerwieni. W dodatku, zakresy pasm drgań azowych pokrywały się z drganiami pierścieni aromatycznych. Pasma tych drgań dla połączeń o konformacji *cis* mają większą intensywność niż związków *trans*. Pasma w widmach Ramana również wykazywały większą intensywność. Stosując metodę porównawczą, lokalizowano drgania wiązań azowych o konfiguracji *trans* w zakresie 1380-1465 cm^{-1}, a dla form *cis* 1500-1520 cm^{-1} [40]. Położenie pasm drgań rozciągających γ(C-N) i zginających δ(C-N=N) proponowano w widmach Ramana około 590 cm^{-1}. Opracowanie szczegółowych charakterystyk oscylacyjnych wiązań azowych w związkach aromatycznych stało się możliwe w wyniku obliczeń kwantowych przeprowadzonych dla szeregu modelowych połączeń: 2-fenyloazo-5-nitro-6-metylopirydyny [30], 6-metylo-3,5-dinitro-2-[(E) fenylo-azo]pirydyny [31], 2,2'-azo-bipirydyny i 4,4'-dimetylo-3,3'-dinitro-2.2'-azobipirydyny [35] oraz 3,3'-dinitro-2,2'azobipirydyny i 4,4'(lub 5,5' lub 6,6')-dimetylo-pochodnych [36].

REKLAMA

WEST Sp. z o.o.

barwimy świat zawodowo

Oddział Poznań
Gortatowo, ul. Fabryczna 4
62-020 Swarzędz
tel. 61-817 33 16
e-mail: poznan@west.waw.pl

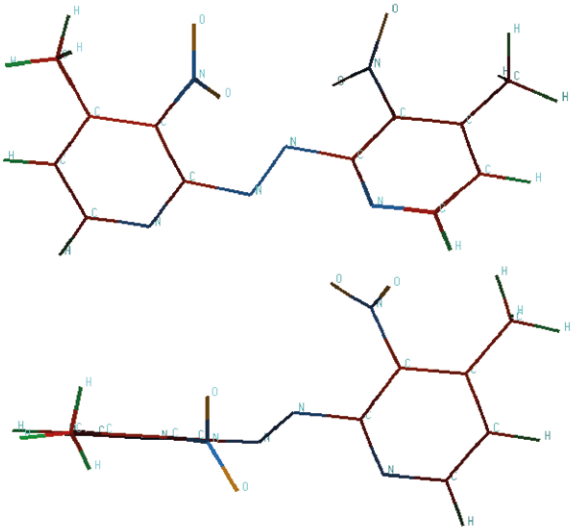
Oddział Warszawa
ul. Ochocza 2
04-942 Warszawa
tel. 22-612 61 26
e-mail: warszawa@west.waw.pl

Oddział Katowice
ul. Obroki 109
40-833 Katowice
tel. 601 514 807
e-mail: katowice@west.waw.pl

KONCENTRATY BARWIĄCE
DO TWORZYW SZTUCZNYCH

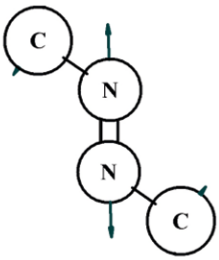
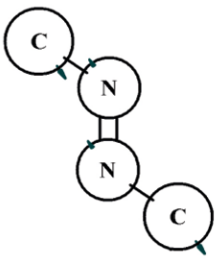
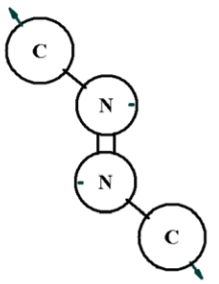
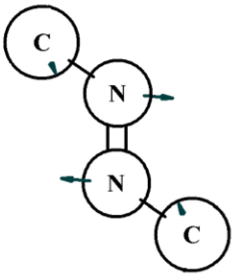
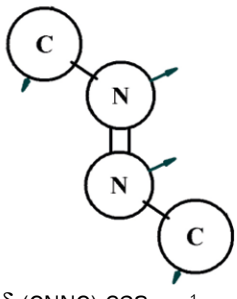
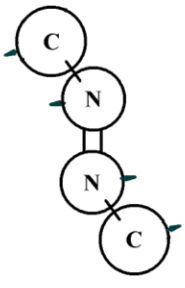
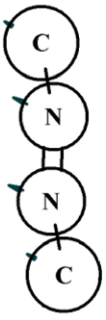
WYROBY AGD
Z TWORZYW SZTUCZNYCH

www.west.waw.pl



Rys. 2. Struktura 4,4'-dimetylo-3,3'-dinitro-2,2'-azobipirydyny

Tabela 5. Drgania normalne wiązania azowego w pochodnej azobipirydyny

 ν(N=N) 1420-1452 cm^{-1}	 ν_{as}(CNNC) 1212 cm^{-1}
 ν_{s}(CNNC) 1186-1190 cm^{-1}	 δ_{as}(CNNC) 926 cm^{-1}
 δ_{s}(CNNC) 638 cm^{-1}	 γ(CNNC) 119 cm^{-1}
τ(CNNC) 85-93 cm^{-1}	

Właściwości oscylacyjne czteroatomowego mostka azowego C_1-N=N-C_2 opisywane są przez sześć charakterystycznych drgań normalnych. Są to drgania rozciągające $\nu(C_1\text{-}N)$, ν(N=N), $\nu(C_2\text{-}N)$, zginające $\delta(C_1\text{-}N{=}N)$ i $\delta(C_2\text{-}N{=}N)$ oraz torsyjne $\tau(C_1NNC_2)$. Nowe nazewnictwo drgań normalnych tego układu zostało zaproponowane w pracach wykorzystujących kwantowe obliczenia DFT [30, 31]. Rys. 1 przedstawia modelową strukturę 2-fenyloazo-5-nitro-6-metylo-pirydyny, dla której opracowano charakterystyki drgań normalnych wiązania azowego, drgania te przedstawiono w tabeli 4.

Obliczenia kwantowe wykonano również dla 4,4'-dimetylo-3,3'-dinitro-2,2'-azobipirydyny [35], będącej modelowym układem pochodnej azobipirydyny – strukturę ilustruje rys. 2. Charakterystykę drgań oscylacyjnych tego związku przedstawia tabela 5.

Wyniki pomiarów widm w podczerwieni i Ramana analizowanych przy pomocy obliczeń kwantowych wykazały, iż charakterystyczne dla wiązań azowych oscylacje obserwuje się dla pochodnych fenylo-azopirydyny w następujących zakresach liczb falowych: ν(NN) 1469-1490 cm^{-1}, $\nu_{as}(C_1NNC_2)$ 1300-1310 cm^{-1}, $\nu_{s}(C_1NNC_2)$ 1260-1270 cm^{-1}, $\delta_{as}(C_1NNC_2)$ 930-960 cm^{-1}, $\delta_{s}(C_1NNC_2)$ 490-500 cm^{-1} oraz $\tau(C_1NNC_2)$ 60-140 cm^{-1}. Dla pochodnych azobipirydyny liczby falowe tych oscylacji przesuwają się w kierunku mniejszych wartości, zwłaszcza gdy obydwa pierścienie pirydynowe tych związków zawierają masywne podstawniki. Wówczas drgania wiązań azowych występują w zakresach: ν(NN) 1420-1455 cm^{-1}, $\nu_{as}(C_1NNC_2)$ 1210-1220 cm^{-1}, $\nu_{s}(C_1NNC_2)$ 1180-1190 cm^{-1}, $\delta_{as}(C_1NNC_2)$ 920-930 cm^{-1}, $\delta_{s}(C_1NNC_2)$ 630-640 cm^{-1} oraz $\tau(C_1NNC_2)$ 85-100 cm^{-1}. Dane te można wykorzystać do identyfikacji materiałów stosowanych do produkcji opakowań spożywczych.

WYKAZ STOSOWANYCH SKRÓTÓW

IR – infrared (podczerwień)
b – broad (szeroki)
m – medium (średni)
s – strong (silny)
sh – shoulder (na zboczu)
v – very (bardzo)
w – weak (słaby)
ν – stretching (rozciągające)
δ – bending (zginające)
ρ – rocking (wahadłowe)
τ – twisting (skręcające)
ω – wagging (wachlarzowe)

Druga część artykułu ukaże się w następnym numerze naszego czasopisma.

Artykuł został po raz pierwszy zamieszczony w czasopiśmie „Wiadomości Chemiczne" 2023/7-8, 77, s. 687-718.

dr inż. Edyta Kucharska[1], dr Jacek Michalski[1], dr Wojciech Sąsiadek[1], dr hab. Lucyna Dymińska[1], inż. Paulina Hołubniak[1], prof. dr hab. Jerzy Hanuza[2]

1 – Katedra Chemii Bioorganicznej, Wydział Inżynierii Produkcji, Uniwersytet Ekonomiczny we Wrocławiu
2 – Instytut Niskich Temperatur i Badań Strukturalnych, Polska Akademia Nauk, Wrocław

ZABARWIMY TWOJE WIZJE

Dostarczamy pigmenty, które inspirują.

Ożyw swoje produkty niepowtarzalnym blaskiem i głębią dzięki naturalnym pigmentom z miki. Te wyjątkowe minerały nadają powierzchniom wyjątkowy połysk, opalizację i elegancki wygląd. Odkryj możliwości, jakie daje naturalna mika i dodaj więcej blasku do swoich produktów.

Pigmenty z miki są szeroko stosowane między innymi w:

****Farbach i lakierach:** do uzyskania efektów metalicznych i perłowych oraz do poprawy trwałości, odporności na ścieranie i korozję.

****Materiałach budowlanych:** do poprawy właściwości izolacyjnych i estetycznych.

****Kosmetykach:** podkłady, cienie do powiek, lakiery do paznokci i pomadki, dla uzyskania lśniącego lub perłowego wykończenia.

****Sztuce i rzemiośle:** w projektach artystycznych i rzemieślniczych, takich jak ozdabianie przedmiotów, dla polepszenia efektów wizualnych i odpornościowych na niekorzystne warunki środowiskowe.

Mika, która jest bazowym składnikiem pigmentów ceniona jest za swoje właściwości optyczne i odporność na wysokie temperatury, co czyni ją wszechstronnym materiałem w różnych aplikacjach.

Continental Trade Sp. z o.o.
Krasnobrodzka 5
03-214 Warszawa
tel. 22 670 11 81
biuro@continentaltrade.com.pl
www.continentaltrade.com.pl

Tworzywa barwione przez producenta czy barwienie masy za pomocą barwników?

Barwienie jest jednym z najważniejszych etapów przetwórstwa tworzyw sztucznych. Nadawanie koloru produktom może nie wydawać się kwestią kluczową, ale dla klienta jest to element bardzo istotny. Podczas zakupów, to właśnie kolor opakowania jest pierwszą rzeczą, która rzuca się w oczy i przyciąga uwagę konsumenta.

DLACZEGO BARWIMY PRODUKTY?

Z marketingowego punktu widzenia, kolor produktu, czy też opakowania jest jednym z najważniejszych czynników wpływających na decyzje zakupowe klientów. Inne to kształt, struktura, materiał wykonania czy rozpoznawalne logo producenta. Firmy prześcigają się w kreatywnych rozwiązaniach, które przyciągną wzrok kupujących właśnie do ich produktu. Aż 70% wszystkich decyzji zakupowych wynika z atrakcyjnej kolorystyki opakowania towaru. Barwa jest też jedną z najistotniejszych składowych tak zwanego „doświadczenia marki", czyli sumy wszystkich skojarzeń klienta z daną marką.

TWORZYWO BARWIONE PRZEZ PRODUCENTA I BARWIENIE MASY ZA POMOCĄ BARWNIKÓW

Sposobów barwienia tworzyw sztucznych jest wiele, ale w tym materiale skupimy się na dwóch sposobach, które na potrzeby artykułu rozróżnimy jako wykorzystanie tworzywa barwionego przez producenta i barwienie masy za pomocą barwników już w samym zakładzie przetwórczym. Jako barwienie przez producenta należy rozumieć pierwotne przetworzenie materiału przez jego wytwórcę tak, aby uzyskał oczekiwany kolor. Przygotowany do użycia granulat trafia następnie do przetwórców i może zostać wykorzystany „od ręki", bez konieczności dodania do nich dodatków koloryzujących. Barwienie za pomocą barwników definiujemy natomiast jako zabarwianie tworzywa dopiero na etapie jego finalnego przerobu. W większości firm działa to na zasadzie dozowania odpowiedniej dawki koncentratu barwiącego i mieszania go z tworzywem sztucznym w cylindrze.

WYMAGANIA WOBEC BARWNIKÓW

Niezależnie od tego, która z powyższych metod barwienia zostanie wybrana, powinno się pamiętać o ważnych zasadach dotyczących barwników: temperatura przetwórstwa nie powinna wpływać na odcień ich koloru; właściwości mechaniczne i elektryczne materiału nie powinny ulegać zmianie po barwieniu; barwniki powinny charakteryzować się wysoką odpornością na światło słoneczne; wymaga się od nich łatwej mieszalności; nietoksyczności; nie powinny też powodować żadnych zmian w strukturze tworzywa. Oczywiste jest jednak, że efekt końcowy zależy nie tylko od norm spełnianych przez barwniki. Błąd ludzki, zabrudzenie dozownika, dostanie się resztek innego barwnika do dozownika czy złe wymieszanie się składników mogą sprawić, że efekt zabarwienia nie spotka się z pierwotnymi oczekiwaniami.

BARWIENIE TWORZYWA PRZEZ PRODUCENTA

Barwienie tworzywa przez producenta posiada kilka ważnych zalet. Jedną z nich jest większa skuteczność barwienia, co można zauważyć na gotowych produktach. Przy użyciu wcześniej zabarwionych i dokładnie wymieszanych tworzyw rzadziej zdarzają się problemy takie, jak smugi, przebarwienia, czy oddzielania się barwnika od tworzywa. Plusem jest też fakt, że barwnik zawsze dobrany jest dokładnie do zamawianego materiału, a więc nie ma możliwości przypadkowego połączenia barwnika o jednej bazie z innym tworzywem. Wadami takiej metody są jednak wysokie minima zakupowe tworzywa oraz ich cena. Producenci zabarwionych tworzyw najczęściej ograniczają też swoją ofertę do konkretnej liczby dostępnych kolorów. Wąska paleta barw może być więc ogromnym utrudnieniem dla przetwórcy, który często zobowiązany jest do przygotowania bardzo specyficznego odcienia na potrzeby swojego klienta.

BARWIENIE MASY ZA POMOCĄ BARWNIKÓW

Po drugiej stronie znajduje się natomiast możliwość zakupu tworzywa o barwie naturalnej i dodania do niego barwników we własnym zakresie. Korzyściami płynącymi z takiej metody są na pewno zmniejszone koszty. Wydatki maleją ze względu na kupowanie tańszego tworzywa i dokupowania barwników w dowolnych ilościach, które można wykorzystać jeszcze przy kolejnych produkcjach oddalonych w czasie. Dodatkowo, barwniki można zamawiać w dowolnych kolorach, które producenci bez problemu przygotują.

Przy tej metodzie może się jednak zdarzyć więcej błędów w efekcie końcowym. Wynikać one mogą z niedokładnego przeczyszczenia przewodów i dozowników po użyciu poprzedniego barwnika. Istnieje też ryzyko słabego wymieszania składników przez ślimak, co może spowodować przebarwienia, zacieki różnych barw czy wręcz utratę właściwości mechanicznych tworzywa. Wadami mogą być także konieczność doboru barwnika o bazie odpowiedniej do wykorzystywanego tworzywa oraz jednorazowy wysoki koszt zakupu dozownika.

DOZOWANIE TWORZYWA I BARWNIKA

Należy podkreślić, że wybór barwienia z użyciem koncentratów barwiących wymaga odpowiedniego dozowania do cylindra wtryskarki. Metody polegające na wstrzykiwaniu danej ilości płynnego barwnika czy wagowego odmierzania granulatu barwiącego są coraz mniej popularne. Za dozowanie odpowiadają teraz nowoczesne urządzenia, które, opierając się na wadze lub objętości barwnika, aplikują wcześniej wskazaną dawkę do cylindra. Ruch obrotowy ślimaka miesza tworzywo z barwnikiem, a następnie płynna, ujednolicona masa podlega wtryskowi do formy.

Ustalenie dawki barwnika jest kluczowe dla wyniku barwienia. Zbyt mała ilość pigmentu może doprowadzić do nierównomiernego rozprowadzenia koloru i przebijania oryginalnej barwy tworzywa. Natomiast zbyt duża dawka może osłabić właściwości mechaniczne tworzywa, co w przyszłości może przyczynić się do jego szybszego niszczenia. Ten problem starają się jednak niwelować sami producenci barwników, którzy dokładnie określają dawkę, jaką powinno się podawać w proporcji do ilości przerabianego tworzywa.

Wybór metody barwienia tworzyw sztucznych leży w gestii firmy przetwórczej. Każdy przedsiębiorca powinien dokładnie przemyśleć, z którego rozwiązania zamierza korzystać. Wytwarzanie dużych ilości tego samego detalu o jednakowej barwie sprawia, że tworzywa barwione przez producenta wydają się być rozsądniejszym wyborem. Natomiast produkcja wielu elementów, ale przy częstej zmianie koloru sprawia, że koszt zakupu dozownika i barwników może okazać się bardziej opłacalną metodą przetwórstwa.

Źródło: Politech.pl (tekst i zdjęcia)

Roto4mat – liderzy w innowacjach w produkcji technicznych elementów rotomouldingu

W dynamicznie rozwijającym się świecie tworzyw sztucznych, Roto4mat wyróżnia się jako czołowy producent zaawansowanych technicznie elementów z wykorzystaniem technologii rotomouldingu. Nasze produkty cechują się najwyższą jakością, co potwierdza certyfikat ISO 9001, świadczący o naszym zaangażowaniu w doskonałość i zrównoważony rozwój.

INNOWACYJNOŚĆ PRZEZ ROTOMOULDING

Rotomoulding, czyli formowanie rotacyjne, to nasza specjalność. Dzięki tej nowoczesnej technologii, Roto4mat tworzy techniczne elementy z tworzyw sztucznych o wyjątkowej trwałości i unikalnych kształtach. Realizujemy projekty od początku do końca, biorąc pod uwagę potrzeby i wizje naszych klientów. Nasze produkty są nie tylko funkcjonalne, ale także estetyczne i zgodne z oczekiwaniami.

WSZECHSTRONNOŚĆ ZASTOSOWAŃ

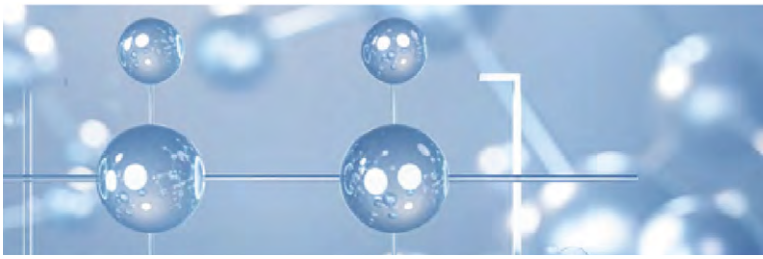
Produkty Roto4mat znajdują szerokie zastosowanie w różnych sektorach przemysłu. Specjalizujemy się w tworzeniu zaawansowanych produktów technicznych, które spełniają najbardziej rygorystyczne standardy. Nasza oferta jest elastyczna i dostosowana do indywidualnych potrzeb klientów.

ZRÓWNOWAŻONY ROZWÓJ I OCHRONA ŚRODOWISKA

Nasze produkty wyróżniają się nie tylko jakością, ale także troską o środowisko. Nasze zaangażowanie w zrównoważony rozwój potwierdza naszą misję ochrony środowiska. Dzięki trwałym produktom minimalizujemy wpływ na generowanie odpadów.

CERTYFIKOWANA JAKOŚĆ I INNOWACJE

Posiadamy certyfikat ISO 9001, co świadczy o naszym zaangażowaniu w ciągłe doskonalenie jakości naszych produktów i procesów. Naszym celem jest zaspokajanie oczekiwań klientów i osiąganie najwyższych standardów branżowych.



WSPÓŁPRACA I ZAANGAŻOWANIE KLIENTA

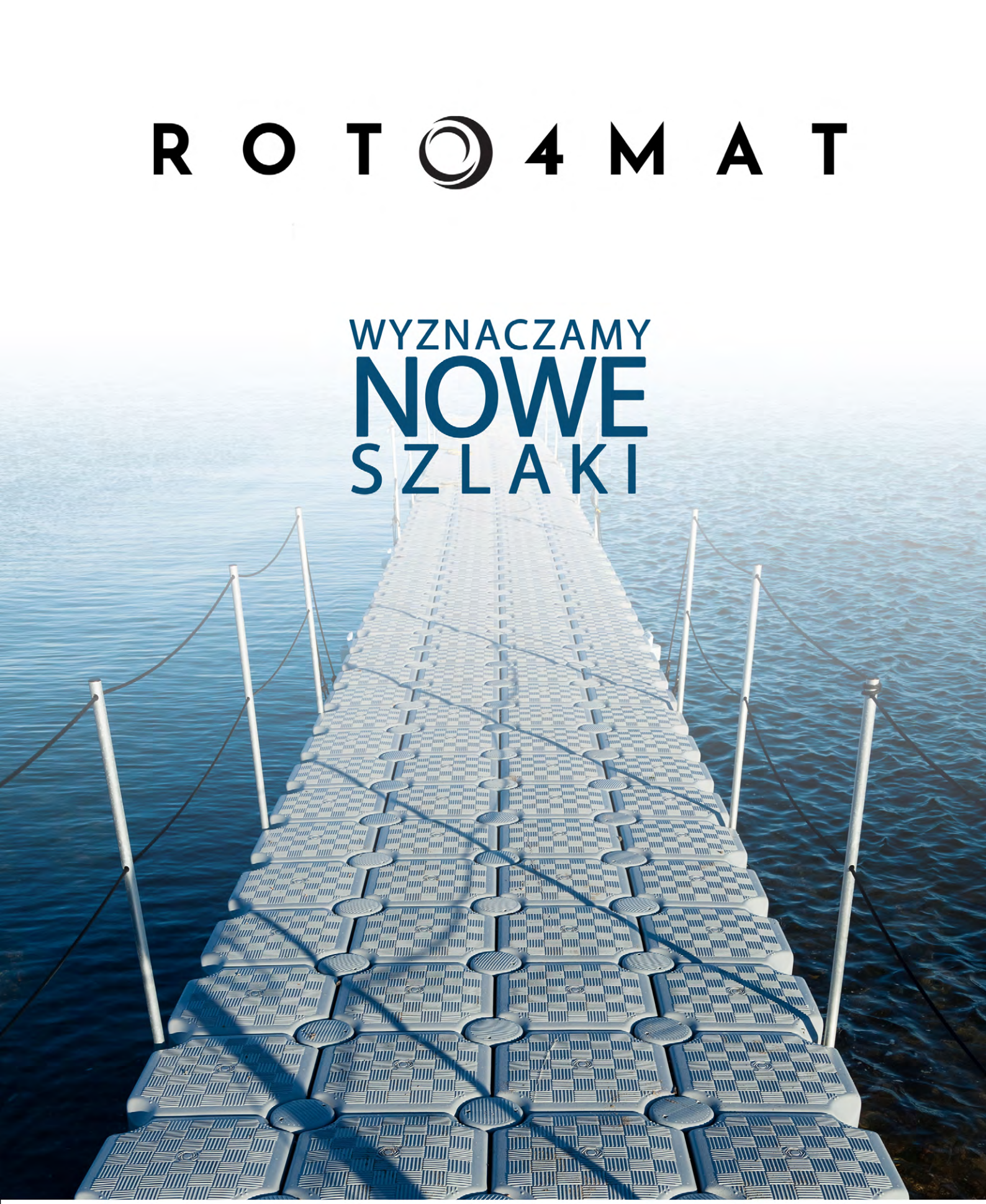
Roto4mat kładzie duży nacisk na współpracę z klientami. Nasi projektanci pracują ściśle z klientami, aby dostarczyć produkty spełniające ich wymagania w stu procentach. Jesteśmy gotowi sprostać wyzwaniom i dostarczyć rozwiązania przynoszące korzyści.

Zapraszamy do odwiedzenia naszej strony internetowej, gdzie znajdziesz więcej informacji o naszej firmie. Jeśli masz pytania lub potrzebujesz wsparcia w realizacji swojego projektu, chętnie pomożemy. Skontaktuj się z nami już dziś!

ROTO4MAT
rotomoulding

tel. +48 17 749 39 39
biuro@roto4mat.pl
https://roto4mat.pl/

ROTO4MAT



www.roto4mat.pl

Foto: Freepik

10 najważniejszych firm zajmujących się formowaniem rotacyjnym

Formowanie rotacyjne to proces produkcyjny stosowany do tworzenia pustych w środku produktów z tworzyw sztucznych. Polega na podgrzaniu formy wypełnionej sproszkowanym tworzywem sztucznym, która następnie jest obracana w wielu osiach w celu równomiernego rozprowadzenia stopionego tworzywa sztucznego i nadania mu pożądanego kształtu. Proces pozwala na produkcję dużych, bezszwowych i trwałych wyrobów z tworzyw sztucznych o złożonej geometrii.

Firmy zajmujące się formowaniem rotacyjnym specjalizują się w świadczeniu niestandardowych usług formowania rotacyjnego. Firmy te posiadają wiedzę i sprzęt wymagany do przekształcania koncepcji projektowych klientów w wysokiej jakości produkty z tworzyw sztucznych. Ściśle współpracują ze swoimi klientami, aby zrozumieć ich specyficzne wymagania i zaoferować rozwiązania spełniające ich potrzeby.

Dzięki swojej wszechstronności i możliwości wytwarzania opłacalnych, lekkich i trwałych produktów z tworzyw sztucznych, formowanie rotacyjne zyskało popularność w różnych gałęziach przemysłu, w tym w motoryzacji, rolnictwie, meblarstwie i rekreacji. Firmy zajmujące się formowaniem rotacyjnym odgrywają kluczową rolę we wprowadzaniu na rynek innowacyjnych rozwiązań z tworzyw sztucznych i przyczynianiu się do rozwoju nowoczesnej produkcji.

LISTA FIRM ZAJMUJĄCYCH SIĘ FORMOWANIEM ROTACYJNYM

- Dynamika Roto
- Sherman Roto Tank LLC.
- Sungplastik
- Western Industries Plastic Products, LLC
- Tworzywa sztuczne Fibretech
- Grupa produkcyjna Horizon, LLC
- Rolno-plastikowe niestandardowe formowanie rotacyjne
- Tworzywa sztuczne Elkhart
- California Rotational Plastics Inc.
- RotoMoldUSA

DYNAMIKA ROTO

Rodzaj działalności: Formowanie rotacyjne.
Lokalizacja: Kalifornia, USA.
Historia: Ponad 20 lat na rynku.
Kluczowe produkty i usługi: formowanie rotacyjne, rozwój produktu, produkcja form, prototypowanie.
Materiały: ABS, PP, PE, PMMA, PA, PS, PC, PEEK, PVC, PET i inne.

Tło firmy i zalety

Dzięki niezłomnemu zaangażowaniu w realizację podstawowych wartości przez dwie dekady firma Roto Dynamics stała się

preferowanym partnerem w zakresie formowania rotacyjnego i formowania rotacyjnego wśród innowacyjnych firm zajmujących się formowaniem rotacyjnym w całym kraju. Dostosowując się do wizji klientów, z powodzeniem pomogli im w tworzeniu najnowocześniejszych produktów z tworzyw sztucznych formowanych rotacyjnie. Stosując kreatywne podejście do projektowania, precyzyjne narzędzia obrabiane CNC, najnowocześniejsze dwuosiowe maszyny do formowania rotacyjnego i najwyższej jakości żywice w branży, niezmiennie dostarczają wysokiej jakości i niezawodne produkty formowane rotacyjnie.

W produkcji części z tworzyw sztucznych formowanych rotacyjnie firma ta może elastycznie wykorzystywać polietylen, wszechstronną żywicę. Dodatkowo mogą zawierać polichlorek winylu lub nylon w zależności od konkretnych wymagań. Maszynę można wstępnie podgrzać, a ciepło wpływa na wydajność formowania rotacyjnego. Podczas tworzenia produktów z tworzyw sztucznych formowanych rotacyjnie temperatura maszyny może osiągnąć nawet 700 stopni Fahrenheita.

Ta firma zajmująca się formowaniem rotacyjnym tworzyw sztucznych stosuje zaawansowane techniki, które nie tylko zmniejszają długoterminowe koszty, ale także zwiększają wartość wielu produktów, optymalizując jednocześnie satysfakcję klienta. Po otrzymaniu od klienta projektu produktów z tworzyw sztucznych ich eksperci mogą szybko dostosować grubość materiału, zmniejszyć wagę produktu i dostosować projekty różnych komponentów do konkretnych wymagań. Mają możliwość formowania złożonych części formowanych rotacyjnie przy użyciu różnych żywic plastikowych, kolorów, tekstur, wkładek gwintowanych, wypełnienia piankowego i formowanej grafiki.

SHERMAN ROTO TANK LLC.

Rodzaj działalności: Formowanie rotacyjne na zamówienie.
Lokalizacja: Teksas, USA.
Historia: Od 2013 r.
Kluczowe produkty i usługi: formowanie rotacyjne na zamówienie, projektowanie i inżynieria, produkcja form rotacyjnych, prototypowanie, spawanie metali i tworzyw sztucznych, produkcja metali.
Materiały: ABS, PP, PE, PMMA, PA, PS, PC, PEEK, PVC, PET i inne.

Tło firmy i zalety

W Sherman Roto Tank rozumieją, że twoja przewaga konkurencyjna polega na umiejętności szybkiego dostosowywania się do zmian w branży. Niezależnie od tego, czy działasz w branży naftowej i gazowniczej, chemicznej, integracyjnej/dystrybucyjnej czy produkcyjnej i potrzebujesz niestandardowych usług formowania rotacyjnego, dostajesz oddanych partnerów, którzy mogą zaoferować świeże rozwiązania twoich codziennych wyzwań.

Ich zespół projektowy zajmujący się formowaniem rotacyjnym jest gotowy sprostać temu wyzwaniu, produkując złożone elementy formowane rotacyjnie według najbardziej rygorystycznych specyfikacji. Współpracują z tobą, aby przenieść twoją koncepcję od pomysłu do produkcji, angażując się w projektowanie i inżynierię, wraz z inżynierami zajmującymi się formami rotacyjnymi, tworząc symulacje modeli komputerowych, wytwarzając formy, zapewniając budżet na narzędzia i określając wytyczne dotyczące materiałów, identyfikując procesy wtórne, zatwierdzając przykładowe części, wszystko dla zapewnienia jakości.

Ich zaangażowanie polega na szybkim dostarczaniu innowacyjnych opakowań chemicznych i niestandardowych rozwiązań w zakresie formowania rotacyjnego, co pozwala skupić się na zwiększaniu zysków.

SUNGPLASTIK

Rodzaj działalności: Producent formowania rotacyjnego i wtryskowego tworzyw sztucznych.
Lokalizacja: Dongguan, prowincja Guangdong, Chiny.
Historia: Ponad 20 lat na rynku.
Kluczowe produkty i usługi: produkcja form do tworzyw sztucznych, formowanie wtryskowe tworzyw sztucznych, obtrysk, formowanie wstawkowe, szybkie prototypowanie. Formowanie rotacyjne.
Materiały: ABS, PP, PE, PMMA, PA, PS, PC, PEEK, PVC, PET i inne.

Tło firmy i zalety

Sungplastic, chińska fabryka formowania wtryskowego tworzyw sztucznych z ponad dwudziestoletnim doświadczeniem, zajmuje się szybkim prototypowaniem, produkcją metodą wtrysku tworzyw sztucznych, niestandardowym formowaniem rotacyjnym i produkcją form do tworzyw sztucznych, formowaniem wtryskowym w małych ilościach oraz produkcją średnio- i wielkoseryjną. Skupiamy się na niestandardowym formowaniu części z tworzyw sztucznych w różnych sektorach, w tym w elektronice, motoryzacji, produktach konsumenckich i przemyśle medycznym, w tym w formowaniu wtryskowym na małą skalę. Dzięki niezwykłej biegłości w wytwarzaniu małych ilości produktów z tworzyw sztucznych formowanych wtryskowo z precyzyjnymi tolerancjami i wyjątkowo wysokim wykończeniem powierzchni, Sungplastic wyróżnia się w branży formowania wtryskowego tworzyw sztucznych i stała się jedną z największych chińskich firm zajmujących się formowaniem wtryskowym.

Jako wiodący producent części formowanych wtryskowo z tworzyw sztucznych i produktów do formowania rotacyjnego, specjalizujemy się w pracy z tworzywami sztucznymi, termoplastycznymi, modyfikowanymi tworzywami sztucznymi i kompozytami klasy inżynieryjnej w celu tworzenia formowanych na zamówienie elementów z tworzyw sztucznych. Nasze zaangażowanie obejmuje spełnianie określonych wymagań, takich jak odporność chemiczna, wytrzymałość na zginanie, twardość i granica plastyczności.

Czerpiąc z bogatej wiedzy na temat profesjonalnego formowania rotacyjnego i wtrysku tworzyw sztucznych oraz doświadczenia w produkcji wielkoformatowego formowania wtryskowego, firma Sungplastic z dumą obsługiwała wiele krajów i uznane marki na całym świecie jako zaufany producent wyrobów z tworzyw sztucznych.

WESTERN INDUSTRIES PLASTIC PRODUCTS, LLC

Rodzaj działalności: Formowanie rotacyjne.
Lokalizacja: KS, USA.
Historia: Ponad 35 lat na rynku.
Kluczowe produkty i usługi: formowanie rotacyjne, formowanie z rozdmuchem, projektowanie i inżynieria, formowanie wkładkowe, wiercenie lub gwintowanie, frezowanie, przycinanie, nitowanie.
Materiały: ABS, PP, PE, PMMA, PA, PS, PC, PEEK, PVC, PET i inne.

Tło firmy i zalety

Od ponad 35 lat firma Western Industries Plastic Products LLC jest zaufaną marką w zakresie niestandardowego formowania z rozdmuchem i formowania rotacyjnego, specjalizującą się w du-

żych częściach. Ich asortyment obejmuje maszyny z głowicą akumulatorową o masie od 15 funtów do 75 funtów i rozmiary płyt dociskowych do 96 cali. Dzięki wspólnemu doświadczeniu inżynieryjnemu przekraczającemu 70 lat zespół firmy jest dobrze przygotowany do obsługi nawet najbardziej skomplikowanych zamówień w zakresie części o masie 1–45 funtów w przypadku produktów formowanych rozdmuchowo i części formowanych rotacyjnie.

Jako wiodący producent kontraktowy OEM niestandardowych produktów formowanych z rozdmuchem i komponentów do formowania rotacyjnego, firma Western Industries wykorzystuje najnowocześniejszy sprzęt i technologię, aby bezproblemowo wprowadzać do sprzedaży koncepcje z niezrównaną jakością, precyzją i powtarzalnością. Jako wyspecjalizowana firma zajmująca się formowaniem z rozdmuchem i formowaniem rotacyjnym wykorzystuje swoją wiedzę specjalistyczną, czerpiąc siłę z zaangażowania wykwalifikowanego zespołu w obsługę i jakość.

Ich rozległe zakłady formowania z rozdmuchem zajmują powierzchnię 500 000 XNUMX stóp kwadratowych i obejmują określone obszary przeznaczone na produkcję, montaż, magazynowanie i wysyłkę. Dzięki możliwościom warsztatu zapewniają klientom usprawniony proces od koncepcji do zdolności produkcyjnej.

Obsługując 19 maszyn do formowania z rozdmuchem, formują, wykańczają i montują różnorodną gamę części. Stale zwiększają nasze możliwości poprzez strategiczne wdrażanie nowego sprzętu, aby sprostać zmieniającym się potrzebom klientów. Niezależnie od tego, czy zajmują się produkcją dużych serii, czy też zaspokajają zapotrzebowanie na części wieloelementowe, są dobrze przygotowani, aby przekroczyć oczekiwania.

TWORZYWA SZTUCZNE FIBERTECH

Rodzaj działalności: Formowanie tworzyw sztucznych Roto.
Lokalizacja: IN, USA.
Historia: Od 1999 r.
Kluczowe produkty i usługi: produkcja niestandardowych części metodą formowania rotacyjnego, produkcja niestandardowych części z tworzyw sztucznych, własne projektowanie i inżynieria, prototypowanie.
Materiały: ABS, PP, PE, PMMA, PA, PS, PC, PEEK, PVC, PET i inne.

Tło firmy i zalety

Fibertech Plastics to zorientowana na klienta firma zajmująca się rozwiązaniami w zakresie tworzyw sztucznych, której celem jest dostarczanie opłacalnego i wydajnego sprzętu do transportu materiałów z tworzyw sztucznych, napraw i usług recyklingu. Dzięki szerokiemu doświadczeniu w formowaniu rotacyjnym produktów do transportu materiałów z tworzyw sztucznych są dumni z zaspokajania unikalnych wymagań klientów.

Wyróżniają się świadczeniem wyjątkowych, niestandardowych usług formowania rotacyjnego tworzyw sztucznych, zapewniając krótkie terminy realizacji i kompleksową pomoc od koncepcji do produkcji. Ich zespoły są zaangażowane w dostarczanie wysokiej jakości rozwiązań, a wszystkie materiały i projekty posiadają atest FDA, co pozwala na realizację nawet najbardziej skomplikowanych projektów. Potraktuj firmę jako kompleksowe źródło informacji odpowiadające wszystkim twoim potrzebom w zakresie formowania rotacyjnego.

Wśród wielu firm zajmujących się formowaniem rotacyjnym specjalizują się w projektowaniu i produkcji produktów do transportu materiałów z tworzyw sztucznych, będąc dostawcą rozwiązań w zakresie pojemników z tworzyw sztucznych. Ich zaangażowanie polega na zaspokajaniu codziennych potrzeb klientów, przewidywaniu przyszłych celów i wymagań oraz reagowaniu na innowacyjne i konkurencyjne produkty i usługi, które przekraczają oczekiwania. Produkują najwyższej klasy, niestandardowe produkty z tworzyw sztucznych, w tym pojemniki masowe, palety z tworzyw sztucznych i plastikowe szafki.

HORIZON MANUFACTURING GROUP, LLC

Rodzaj działalności: Niestandardowa maszyna do formowania rotacyjnego.
Lokalizacja: WI, USA.
Historia: Od 2012 r.
Kluczowe produkty i usługi: rozwój i projektowanie produktów, kontraktowe formowanie rotacyjne, projektowanie i wytwarzanie form rotacyjnych, produkcja metali, spienianie wypełniające puste przestrzenie.
Materiały: ABS, PP, PE, PMMA, PA, PS, PC, PEEK, PVC, PET i inne.

Tło firmy i zalety

Od 2012 roku zespół ten dąży do ustanowienia partnerstwa produkcyjnego, które przewyższa oczekiwania klientów w zakresie usług, dostaw i jakości. Ich wizją jest bycie liderem w dziedzinie produktów i usług formowanych rotacyjnie.

Dzięki ponad 35-letniemu doświadczeniu w branży dysponują specjalistyczną wiedzą zespołową, aby sprostać twoim potrzebom produkcyjnym. Ich motywacja wynika z ambicji wyznaczania standardów branżowych poprzez zapewnianie klientom wyjątkowego doświadczenia w produkcji metodą formowania rotacyjnego.

Mają możliwość projektowania i produkcji we własnym zakresie, dostosowywania się do konkretnych potrzeb klientów, utrzymywania certyfikatu EPA, ciągłego inwestowania w zespół, obiekty i sprzęt oraz obsługiwania różnorodnych branż. Ich nowo wybudowany, rozbudowany zakład zwiększa moce produkcyjne i cieszy się certyfikatem ISO 9001:2015.

W Horizon Manufacturing Group LLC są dumni ze swojej pionierskiej roli w formowaniu rotacyjnym. Wykorzystując najnowocześniejsze technologie, tworzą różnorodną gamę produktów dostosowanych do różnych branż. Ich podstawowa kompetencja polega na precyzji formowania rotacyjnego, podczas którego przekształcają surowce w doskonale zaprojektowane, trwałe produkty.

NIESTANDARDOWE FORMOWANIE ROTACYJNE W ROLNICTWIE I TWORZYWACH SZTUCZNYCH

Rodzaj działalności: Produkcja niestandardowych produktów formowanych rotacyjnie.
Lokalizacja: OH, USA.
Historia: Ponad 30 lat na rynku.
Kluczowe produkty i usługi: formowanie rotacyjne, projektowanie 3D CAD/CAM, wykańczanie i montaż, montaż i pakowanie, robotyka/przycinanie CNC.
Materiały: ABS, PP, PE, PMMA, PA, PS, PC, PEEK, PVC, PET i inne.

Tło firmy i zalety

Firma Agri-Plastics Custom Rotomolding specjalizuje się w produkcji wysokiej jakości części formowanych rotacyjnie przy użyciu najwyższej klasy aluminiowych form metalowych. Niezależnie od tego, czy potrzebujesz dużych, czy małych produktów w małych czy dużych ilościach, nie ma ograniczeń co do tego, co mogą dla ciebie stworzyć. Poświęcają się przekształcaniu twoich pomysłów w rzeczywistość, a w swoim zakładzie udoskonalają i testują produkty w oparciu o praktyczne doświadczenie. Ich

misją jest dostarczanie najwyższej jakości produktów z tworzyw sztucznych, projektowanie rozwiązań przekraczających oczekiwania klientów i budowanie światowej reputacji w zakresie niezawodności i trwałości.

Oferują niestandardowe formowanie rotacyjne do różnych zastosowań, w tym w rolnictwie, handlu, rekreacji i nie tylko. Głównym celem firmy Agri-Plastics Custom Rotomolding jest świadczenie najwyższej jakości usług w zakresie niestandardowego formowania rotacyjnego. Dzięki ponad 30-letniemu doświadczeniu w projektowaniu metodą formowania rotacyjnego CAD są zaangażowani w wytwarzanie i projektowanie produktów, które nie tylko spełniają, ale przekraczają oczekiwania klientów.

TWORZYWA SZTUCZNE ELKHARTA

Rodzaj działalności: Producent niestandardowych elementów formowanych rotacyjnie.
Lokalizacja: Stany Zjednoczone.
Historia: Od 1988 r.
Kluczowe produkty i usługi: formowanie rotacyjne, projektowanie i inżynieria produktów, produkcja form, obróbka wtórna.
Materiały: ABS, PP, PE, PMMA, PA, PS, PC, PEEK, PVC, PET i inne.

Tło firmy i zalety

Elkhart Plastics jest czołowym dostawcą konstrukcyjnych produktów z tworzyw sztucznych dla wielu branż, wykazując zaangażowanie w przywództwo techniczne, zarządzanie środowiskiem, innowacje i bycie preferowanym pracodawcą.

Ich filozofia opiera się na podejściu do każdego projektu z otwartym umysłem. Stawiając na pierwszym miejscu głębokie zrozumienie twoich potrzeb, formułują zindywidualizowaną strategię formowania rotacyjnego twojego produktu.

Zajmując się formowaniem rotacyjnym od 1988 roku, wyprodukowali wiele produktów formowanych rotacyjnie dla różnorodnych gałęzi przemysłu w całym kraju. Formowanie rotacyjne tworzyw sztucznych, proces, w którym się specjalizują, pozwala uzyskać wysokiej jakości, trwałe części. Ta technika produkcji zapewnia praktycznie pozbawione naprężeń części o stałej grubości ścianki. Wykorzystując swoją elastyczność projektową i specjalistyczną wiedzę, są w stanie tworzyć zarówno proste, jak i złożone części po rozsądnych kosztach.

Firma Elkhart Plastics odegrała kluczową rolę, pomagając klientom zwiększyć przepustowość, obniżyć koszty i poprawić estetykę poprzez przejście produktów z włókna szklanego, metali i innych materiałów na części z tworzyw sztucznych formowane rotacyjnie. Myers Industries, Inc. nabyła aktywa Elkhart Plastics. W ramach przejęcia Myers w 2020 r. firma Elkhart Plastics połączyła siły z firmami Myers Ameri-Kart Corp i Trilogy Plastics, aby stworzyć piątą co do wielkości firmę zajmującą się formowaniem rotacyjnym w USA.

CALIFORNIA ROTATIONAL PLASTICS INC.

Rodzaj działalności: Formowanie rotacyjne tworzyw sztucznych na zamówienie.
Lokalizacja: Stany Zjednoczone.
Historia: Od 1994 r.
Kluczowe produkty i usługi: formowanie rotacyjne, projektowanie i inżynieria, produkcja form.
Materiały: ABS, PP, PE, PMMA, PA, PS, PC, PEEK, PVC, PET i inne.

Tło firmy i zalety

Założona w 1994 roku firma CRP specjalizuje się w produkcji niestandardowych produktów formowanych rotacyjnie. Ich obecna linia produktów jest przeznaczona dla różnych gałęzi przemysłu, w tym morskiego, medycznego, budowlanego, nawadniania i sektora motoryzacyjnego na rynku wtórnym.

Uznając znaczenie jakości i niezawodności dla klientów, CRP skrupulatnie ręcznie sprawdza każdy produkt, aby upewnić się, że spełnia określone standardy.

Dzięki ponad 35-letniemu doświadczeniu w branży formowania rotacyjnego i tworzyw sztucznych, CRP jest dobrze przygotowana do realizacji twoich pomysłów od koncepcji do produkcji.

W CRP mocno wierzą, że doskonałość produkcyjna w połączeniu z doskonałą obsługą klienta stawia ich jako preferowanego dostawcę w zakresie formowania rotacyjnego. W odróżnieniu od innych licznych firm zajmujących się formowaniem rotacyjnym, twoje zadowolenie jest ich zobowiązaniem.

RotoMoldUSA

Rodzaj działalności: Formowanie rotacyjne na zamówienie.
Lokalizacja: Stany Zjednoczone.
Historia: Od 1994 r.
Kluczowe produkty i usługi: formowanie rotacyjne, projektowanie i inżynieria, prototypowanie i testowanie.
Materiały: ABS, PP, PE, PMMA, PA, PS, PC, PEEK, PVC, PET i inne.

Tło firmy i zalety

Dzięki 56-letniemu doświadczeniu w produkcji najwyższej jakości części formowanych rotacyjnie, firma RotoMoldUSA stała się wiodącym dostawcą produktów formowanych rotacyjnie w środkowych Stanach Zjednoczonych. Nasza strategiczna centralna lokalizacja ułatwia wygodną wysyłkę. Stosując najnowocześniejsze urządzenia i procesy do formowania rotacyjnego, specjalizujemy się w produkcji dużych części, przeprowadzaniu napraw form we własnym zakresie i oferowaniu testów laboratoryjnych/wykrywania wycieków, a wszystko to podkreślane jest przez zaangażowanie w jakość, terminowość i opłacalność.

W RotoMoldUSA stale poszukujemy sposobów na zwiększenie wydajności i podniesienie jakości naszych produktów. Personel naszego zakładu to doświadczeni eksperci w procesach formowania tworzyw sztucznych i polietylenu, dumni ze swojej jakości wykonania. Zaleta RotoMoldUSA rozciąga się na naszą zdolność do asystowania w procesach projektowania, prototypowania i testowania.

WNIOSKI

Renomowana firma zajmująca się formowaniem rotacyjnym, taka jak Sungplastic, zatrudnia wykwalifikowanych techników, którzy mogą projektować i wytwarzać formy, wybierać odpowiednie materiały i zapewniać precyzyjną produkcję. Utrzymujemy rygorystyczne środki kontroli jakości, aby dostarczać produkty spełniające standardy branżowe i oczekiwania klientów. Dodatkowo możemy zaoferować dodatkowe usługi, takie jak konserwacja form, montaż produktu i wykończenie.

Jeśli wybierzesz nas do swoich potrzeb w zakresie formowania rotacyjnego, jesteśmy twoim partnerem. Jesteśmy przedłużeniem twojego zespołu, począwszy od projektowania i inżynierii produktu, poprzez produkcję form i części roto, poprzez wtórne wykończenie, zapewnienie jakości i wysyłkę.

Zapraszamy do zapoznania się z naszymi rozwiązaniami.

Źródło: sungplastic.com

Maszyna do formowania rotacyjnego: konstrukcja, budowa i analiza działania

Christian Scheffler, Dariusz Skibicki

Formowanie tworzyw to jedna z ważniejszych technologii w przemyśle tworzyw polimerowych. Technologia ta jest stosunkowo nowym rodzajem branży przetwórstwa tworzyw sztucznych, chociaż jej najintensywniejszy rozwój przypadł już na lata sześćdziesiąte i siedemdziesiąte dwudziestego wieku [1]. Oczywiście rozwijały się wówczas także inne techniki formowania, takie jak wtryskiwanie, wytłaczanie, ale także i odlewanie. Jednak dopiero pod koniec ubiegłego wieku zautomatyzowano wiele zabiegów tego procesu – począwszy od załadunku tworzywa do formy, aż po jego wydobycie z formy. Dzisiaj technologia formowania rotacyjnego dalej rozwija się dynamicznie [2]. Jest to możliwe za sprawą możliwości produkowania wyrobów o bardzo złożonych kształtach i szerokiej gamie gabarytów. Należy też wspomnieć, że proces formowania rotacyjnego charakteryzuje się dużą wydajnością. Warto dodać, że wraz z rozwojem branży tworzyw sztucznych podjęto próby wykorzystania coraz to nowych gatunków tworzyw polimerowych oraz nowych dodatków do nich, np. barwników. Rozwój branży dotyczy też systemów kontroli temperatury formowania oraz np. nowych technik formowania rotacyjnego z jednoczesnym rozdmuchem [3, 4].

Celem pracy jest przedstawienie autorskiego projektu i wykonanej na jego podstawie maszyny, realizującej proces formowania metodą rotacyjną dla termoplastycznego tworzywa polimerowego. W artykule zamieszczono również analizę funkcjonalności urządzenia oraz analizę jakości gotowego produktu.

Niniejsza publikacja jest wynikiem pracy dyplomowej współautora, Christiana Schefflera [5].

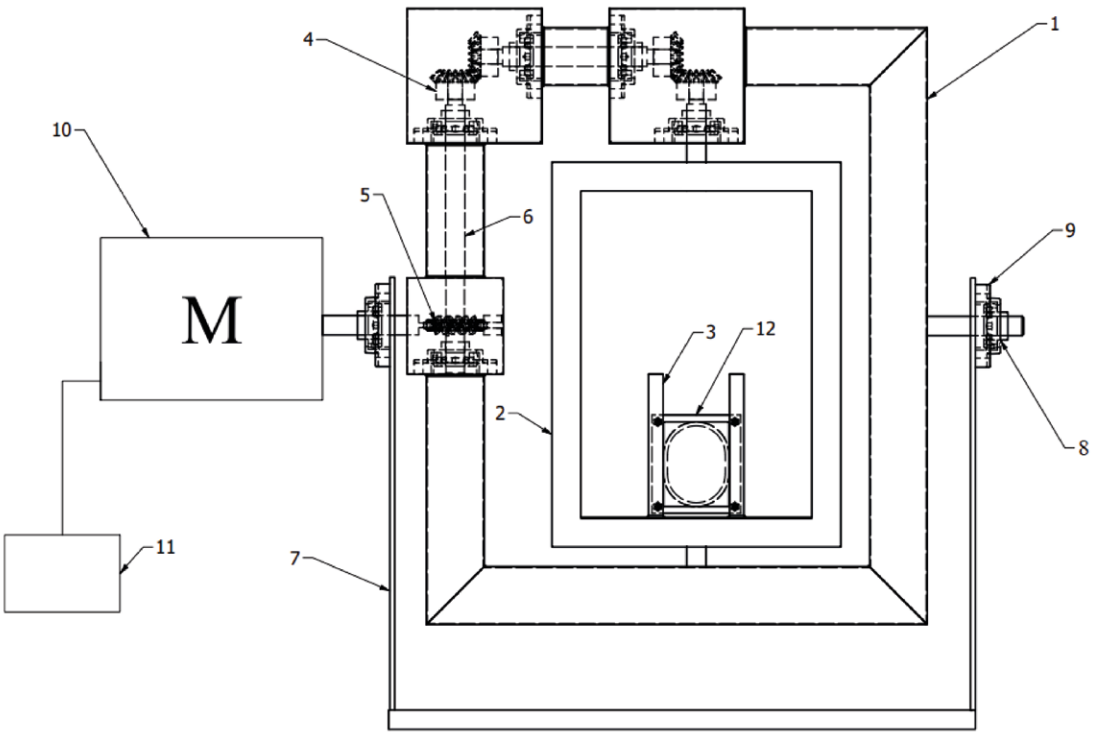
ZAŁOŻENIA KONSTRUKCYJNE

Projekt urządzenia do formowania rotacyjnego oparto na następujących założeniach konstrukcyjnych:

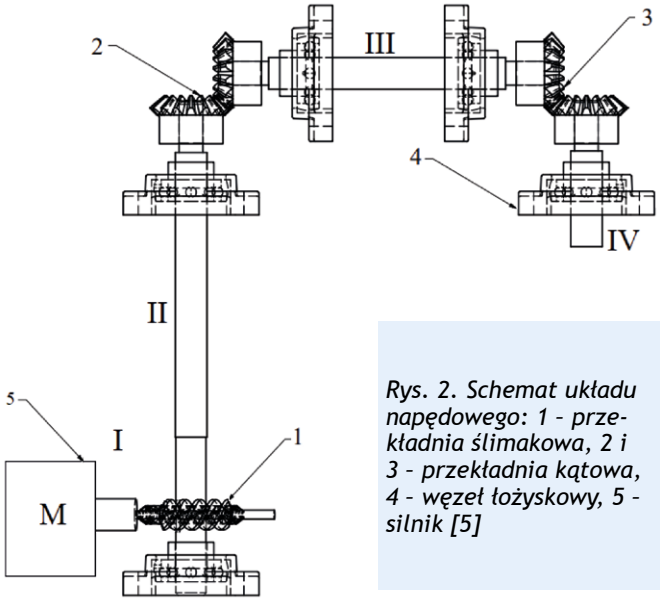
- maszyna jest przeznaczona do produkcji jednostkowej,
- odlewanie w formie powinno następować w wyniku ruchu planetarnego dwóch współdziałających ze sobą ramion,
- urządzenie powinno być wykonane z lekkich materiałów, takich jak stopy aluminium,
- wymiary gabarytowe urządzenia powinny być jak najmniejsze,
- konstrukcja powinna składać się z następujących zespołów: dwóch obracających się ram, układu napędowego, układu sterowania, formy oraz stojaka,
- układ sterowania powinien pozwalać na regulowanie prędkości obrotowych ram,
- zarówno rama wewnętrzna jak i zewnętrzna powinny być oddzielnie napędzane,
- elementy konstrukcji mają być połączone za pomocą spawania nietopliwą elektrodą wolframową w osłonie gazu obojętnego,
- połączenia elementów nie nadających się do spawania powinny być wykonane przy użyciu kleju epoksydowego.

PROJEKT

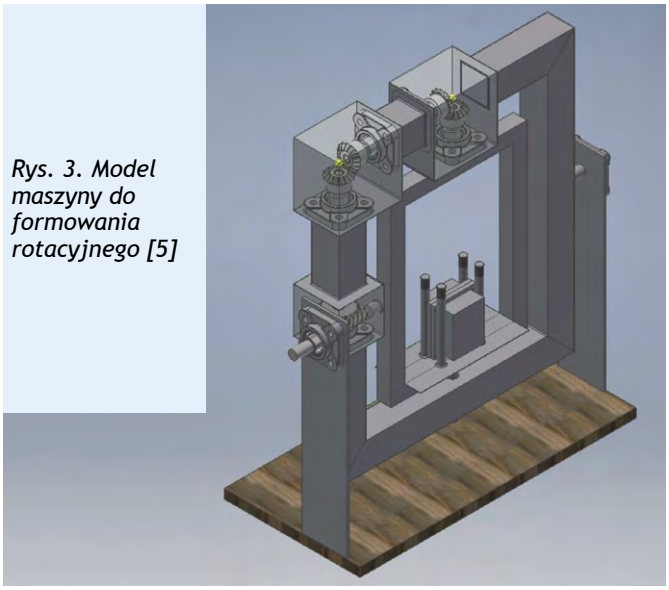
Konstrukcja maszyny jest stosunkowo prosta. Maszyna zbudowana jest z ramy wewnętrznej i zewnętrznej. Ramy te obracają się względem siebie w dwóch prostopadłych do siebie osiach. Do ramy wewnętrznej zamontowana jest dzielona forma. Ramy osadzone są w stojaku. Ponadto maszyna wyposażona jest w układ napędowy, w skład którego wchodzą: zespół przekładni,



Rys. 1. Schemat maszyny do formowania rotacyjnego: 1 - rama zewnętrzna obracająca się względem osi X, 2 - rama wewnętrzna obracająca się względem osi Y, 3 - mocowanie formy, 4 - przekładnia kątowa 90°C, 5 - przekładnia ślimakowa , 6 - wałek napędowy, 7 - stojak, 8 - łożysko kulkowe, 9 - oprawa łożyska, 10 - silnik, 11 - regulator obrotów silnika, 12 - forma [5]



Rys. 2. Schemat układu napędowego: 1 - przekładnia ślimakowa, 2 i 3 - przekładnia kątowa, 4 - węzeł łożyskowy, 5 - silnik [5]



Rys. 3. Model maszyny do formowania rotacyjnego [5]

silnik prądu przemiennego oraz układ sterowania złożony z regulatora obrotów. Ramę zewnętrzną wykonano za pomocą spawania duraluminiowych profili i płaskowników (rys. 1).

Rama wewnętrzna, także spawana, jest wykonana z profili aluminiowych. Rama wewnętrzna posiada możliwość mocowania formy. Sama forma może być wymieniana w zależności od profilu produkcji. Forma, wykonana z duraluminium PA9, składa się z dwóch części. Obie ramy zawierają wałki napędowe, przez które wprowadzony jest ruch obrotowy. Na wałkach osadzono przekładnie stożkowe i ślimakowe, wykonane ze stali. Ślimacznica oraz koła stożkowe zostały zamocowane na wałkach napędowych, wykorzystując wcisk. Wałki napędowe zostały ułożyskowane. Napęd zamontowano na ramie zewnętrznej. Rama ta pełni jednocześnie funkcję obudowy mechanizmu. Stojak został wykonany ze stalowych płaskowników o grubości 5 mm oraz drewnianej deski. Napęd urządzenia stanowią dwa silniki prądu przemiennego. Pierwszy silnik napędza układ ramy wewnętrznej, zaś drugi – ramę zewnętrzną.

Na rys. 2 przedstawiono schemat układu napędowego. Składa się on z trzech przekładni, silnika prądu przemiennego oraz

REKLAMA

SZUKASZ PROSZKU DO ROTOMOULDINGU?

ALLOY PLAST

ZOBACZ CO ALLOYPLAST MOŻE ZROBIĆ DLA CIEBIE:

Pulweryzacja, ekstruzja surowców powierzonych.

Nowe zaawansowane polietyleny spełniające Twoje oczekiwania w zakresie wymaganych właściwości, trwałości, bezpieczeństwa i estetyki. Nasze produkty takie jak ALLOY TUVON do zbiorników paliwowych czy ALLOY FLAMEOFF, niepalny i idealny do transportu publicznego, gwarantują najwyższą jakość i bezpieczeństwo.

Wnikliwe spojrzenie na problemy związane z procesem ekstruzji, mielenia/pulweryzacji i końcowej obróbki, czyli formowania rotacyjnego.

Sprzedaż surowców alternatywnych, umożliwiających zastąpienie dotychczas używanych, bez konieczności wprowadzania zmian w procesie produkcyjnym Klienta.

Dostarczenie doskonałego serwisu w zakresie sprzedaży i wsparcia technicznego.

NASZE OBSZARY DZIAŁANIA

1 PULWERYZACJA (MIELENIE)

2 BARWIENIE TWORZYW SZTUCZNYCH POPRZEZ WYTŁACZANIE

3 MODYFIKOWANIE TWORZYW SZTUCZNYCH POPRZEZ MIESZANIE BĄDŹ WYTŁACZANIE W CELU POPRAWY ICH WŁAŚCIWOŚCI

ALLOYPLAST Sp. z o.o.

A = ul. TOROWA 107/ 111, 62-800 KALISZ, M = alloyplast@alloyplast.pl, T = +48 501 537 725

www.alloyplast.pl

Rys. 4. Model maszyny do formowania rotacyjnego [5]

czterech wałków. Układ napędowy umieszczony jest w zewnętrznej ramie maszyny.

Trójwymiarowy model całej maszyny do formowania rotacyjnego pokazano na rys. 3.

MASZYNA DO FORMOWANIA ROTACYJNEGO I BADANIE JEJ FUNKCJONALNOŚCI

Opis urządzenia

Na podstawie dokumentacji technicznej wykonano maszynę do formowania rotacyjnego. Warto zaznaczyć, że maszyna ta została samodzielnie i w całości wykonana przez dyplomanta (rys. 4).

Przygotowanie materiału do formowania

Do procesu formowania użyto żywicy poliuretanowej RenCast FC52, która zawiera dwa składniki: poliol i izocyjanian. Według instrukcji obsługi dostarczonej przez producenta temperatura otoczenia podczas przygotowania tworzywa powinna wynosić co najmniej 20°C, zaś wilgotność otoczenia nie powinna przekraczać 60%. Składniki należy najpierw oddzielnie wymieszać, aby zapobiec ich rozwarstwieniu. Następnie należy połączyć je ze sobą w proporcji 1:1. Mieszanie prowadzi się do momentu osiągnięcia jednolitej mieszaniny. Tak przygotowaną mieszaninę wlewa się do formy. Forma przed napełnieniem żywicą musi być osuszona oraz pozbawiona wszelkich zanieczyszczeń. Proces formowania trwa około 15–20 min.

Charakterystyka gotowego produktu

Za pomocą zaprojektowanego urządzenia wyprodukowano element w kształcie elipsoidy. Element ten ma wymiary 60x80 mm (rys. 5). Grubość ścianki elementu wynosi średnio 4,5 mm. Nie udało się zapewnić jednakowej grubości elementu. Niebarwiony element ma kolor beżowy. W produkcie finalnym występują linie łączenia formy, niekiedy w formie wypływki. Wynika to z niskiej klasy dokładności elementów formy. Waga gotowego wyrobu wynosi około 54 g.

WNIOSKI

W ramach niniejszej pracy zaprojektowano i wykonano maszynę do odlewania rotacyjnego. Do budowy urządzenia wykorzystano gotowe przekładnie oraz łożyska. Inne elementy konstrukcji, takie jak ramy czy wałki, wykonano we własnym zakresie. Metalowe elementy konstrukcji spawano. Elementy, które nie mogły być w ten sposób łączone, zostały sklejone.

Wykonany za pomocą tego urządzenia element ma wady. Są to: niejednolita grubość oraz widoczne miejsca połączeń formy, niekiedy w postaci wypływki.

Wydaje się, że problemy te można łatwo wyeliminować, zwiększając dokładność wykonania formy, wprowadzając możliwość ogrzewania formy oraz dostosowując prędkości obrotowe ramion maszyny.

Rys. 5. Gotowy produkt w całości (a), jego wnętrze (b) oraz wygląd po otwarciu formy (c) [5]

LITERATURA

[1] Crawford, R.J., Kearns, M.P., Practical guide to rotational moulding, Smithers rapra press, 2003.
[2] Drummer, D., Löhner, M., Mattner, T., Fundamental proces knowledge on rotational molding, https://ec.europa.eu/research/participants/documents/downloadPublic?documen-tIds=080166e5b1718fa4&appId=PPGMS (2016).
[3] Głochowska, K., Rozwiązania konstrukcyjne maszyn do odlewania rotacyjnego tworzyw poli-merowych, IAPGOŚ 2(2017).
[4] Jachowicz, T., Technologia odlewania rotacyjnego, Politechnika Lubelska, Postępy Nauki i Techniki 4(2010).
[5] Scheffler, Ch., Konstrukcja maszyny do formowania rotacyjnego, praca inżynierska, Wydział Inżynierii Mechanicznej Politechniki Bydgoskiej, Bydgoszcz 2021.

Artykuł został po raz pierwszy zamieszczony w czasopiśmie „Developments in Mechanical Engineering”, 18 (10) 2022, s. 23-29.

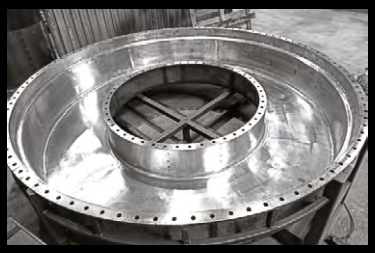
Christian Scheffler, prof. dr hab. inż. Dariusz Skibicki
Politechnika Bydgoska im. Jana i Jędrzeja Śniadeckich, Bydgoszcz

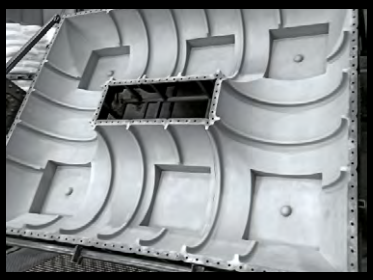
ROTO PRODUCTION HOUSE

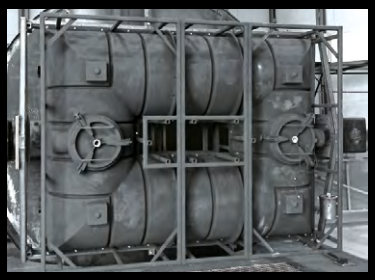
ILLION sp. z o.o.
ul. Twarda 18
00-105 Warszawa

tel. 606 203 200
biuro@illion.pl
www.illion.pl

rotomoulding







roto1stop

ILLION
www.ILLION.pl

W ramach usługi roto1stop™ prowadzimy klienta od pomysłu do produktu końcowego, wytwarzanego techniką formowania rotacyjnego, kładąc ogromny nacisk na jakość procesu i doskonałość formy do rotomouldingu.

Oferujemy:

- Kompleksowe **usługi projektowania** i prace nad rozwojem produktu, od wstępnej koncepcji do prototypu: doradztwo, projekty 3D, opracowanie dokumentacji technicznej, wizualizacje. Przeprowadzamy też adaptacje istniejących projektów do realizacji w technice rotomouldingu.
- Tworzenie wysokiej jakości form do wykonania odlewów metodą rotacyjną. **Wykonanie form stalowych i aluminiowych**.
- Usługi **formowania rotacyjnego**. Nasze szerokie możliwości formowania spełnią wszystkie wymagania produkcyjne, nawet te najbardziej wymagające.
- **Parking Roto**. Nasze kompleksowe rozwiązania magazynowe zapewniają bezpieczeństwo form, ale też wszystkich produktów zaparkowanych w naszej firmie, gotowych do dystrybucji w dowolnym momencie.

Wszystko kręci się wokół zbiorników

Kingspan Water & Energy to od 40+ lat partner dla licznych gałęzi przemysłu, m.in. rolnictwa, branży paliwowej czy transportu. Dostarcza rozwiązania do przechowywania nawozów płynnych, dystrybucji paliw, AdBlue®, wody, ścieków i innych substancji. Dzięki tak bogatemu doświadczeniu w technologii rotomouldingu, czyli formowania rotacyjnego, Kingspan jest znany z oferowania najbardziej zaufanych rozwiązań na całym świecie.

Polska fabryka w Rokietnicy k. Poznania działa od 25 lat, dostarczając wyroby w wielu objętościach z najwyższej jakości tworzyw sztucznych. Firma zatrudnia pracowników produkcji i wysoko wykwalifikowanych specjalistów, będąc stabilnym pracodawcą dla ponad 200 osób. W 2023 r. Kingspan rozbudował się o ponad 50% powierzchni produkcyjnej - powstały nowe miejsca pracy i nowoczesny park maszynowy.

– Mamy bardzo dużo zamówień, od lat pracujemy w trybie 24/7. Skala produkcji to ok. 6000 rozmaitych zbiorników w ofercie – mówi Krzysztof Sędziak, szef rozwiązań formowania rotacyjnego na zamówienie w zakładzie w Rokietnicy.

ZIARNKO DO ZIARNKA

Rozwój podpoznańskiej fabryki, choć znaczący, to nie wpłynął na zmianę technologii i procesu produkcji. Wszystkie zbiorniki tak samo jak dotychczas powstają z polietylenowego granulatu.

– Jest to idealny materiał, który dodatkowo wzbogacony jest m.in. o składniki przeciwdziałające promieniowaniu UV. Granulki rozdrabniamy na proszek, przez co drobiny mają regularny rozmiar i odpowiednio się obsypują w maszynie. Sprawdzamy dostarczany do fabryki granulat. Każda partia materiału jest opisana unikalnym numerem seryjnym, co pozwala w razie potrzeby odtworzyć cały proces technologiczny – wyjaśnia Krzysztof Sędziak.

Kolejny etap cyklu produkcyjnego to załadowanie sproszkowanego tworzywa do formy wykonanej ze stali lub aluminium. Trafia ona do specjalnego pieca, w którym obraca się dwuosiowo, a cała maszyna pracuje niczym karuzela. Forma podgrzewana jest do momentu stopienia tworzywa, które dzięki zastosowanej technologii może się przykleić praktycznie w każdym miejscu. Po osiągnięciu wymaganej temperatury forma zostaje wyjęta z pieca i umieszczona w komorze chłodzącej, cały czas się obracając.

– Może z nami konkurować jedynie technologia rozdmuchu, ale występują w niej pewne ograniczenia co do kształtu projektowanego wyrobu. U nas ograniczeniem jest jedynie wyobraźnia projektanta, no i wymiary - wysokość pieca i sfera obrotu.

W zakładzie w Rokietnicy mamy największą maszynę rotomouldingową w technologii *rock and roll*, która pozwala nam tworzyć zbiorniki o pojemności do 28 tys. litrów – mówi szef rotomouldingu kontraktowego. – Czas trwania całego procesu zależy od wymaganej grubości ścian zbiornika. Temperaturę wewnątrz formy utrzymujemy w przedziale 190-210°C, by zbiornik uzyskał najlepszą wytrzymałość. Poniżej tej temperatury wyrób byłby niedopieczony, a powyżej - spalony – dodaje.

PEŁNA KONTROLA

Niezwykle istotna jest kontrola jakości produktu, która jest sprawowana w świetnie wyposażonym laboratorium przez wykwalifikowany personel.

– Zbiornik po opuszczeniu maszyny jest ważony, by określić poprawność masy zasypu oraz optymalność warunków dla procesu pieczenia. Przeprowadzamy audyt wizualny, test ciśnieniowy zbiornika oraz pomiar grubości ścian w newralgicznych punktach, a także kontrolę szczelności wszystkich elementów wtopionych w produkt – wylicza przedstawiciel firmy Kingspan. – Potrafimy odtworzyć historię zbiornika - po to zbieramy dane elektroniczne i próbki surowców, które można w dowolnym momencie przebadać. Kosztuje nas to mnóstwo pracy, ale dzięki temu dbamy o bezpieczeństwo użytkownika – argumentuje Krzysztof Sędziak.

Jako światowy lider w dziedzinie formowania rotacyjnego, firma tworzy produkty najwyższej jakości w oparciu o innowacyjne technologie z jednoczesną dbałością o środowisko naturalne, mając szereg międzynarodowych certyfikatów, przyznanych m.in. przez brytyjski BSI, niemiecki DIBt czy holenderskie KIWA. Polska fabryka Kingspan w Rokietnicy spełnia też restrykcyjne normy jak ISO 9001:2015, ISO 14001:2015, ISO 37301:2021 czy ISO 45001:2018.

www.kingspan.com

REKLAMA

Formowanie rotacyjne - kontakt:
Krzysztof Sędziak
Custom Moulding & OEM Manager
T: +48 695 951 728
E: krzysztof.sedziak@kingspan.com

kingspan.com

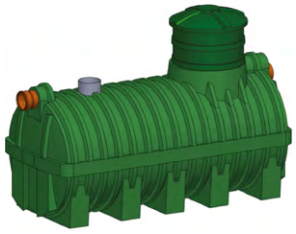
Kingspan®

Rotomoulding – przegląd rozwiązań wybranych firm

Alloyplast Sp. z o.o.

https://alloyplast.pl/

Alloyplast jest wiodącą firmą specjalizującą się w dostarczaniu surowców dla przemysłu formowania rotacyjnego.
Nasze obszary działalności obejmują pełen zakres usług, m.in.: barwienie polimerów poprzez ekstruzję, pulweryzację, efekty marmurkowe i modyfikację polimerów. Jesteśmy gotowi nadzorować cały proces produkcyjny, od przechowywania surowców po dostawę gotowych produktów Klientom zarówno w Polsce, jak i na całym świecie. Prowadzimy doskonały serwis w zakresie sprzedaży, jak i wsparcie techniczne.
Ponadto oferujemy usługi w zakresie sprzedaży surowców alternatywnych umożliwiających zastąpienie dotychczas używanych bez zmian w procesie produkcyjnym Klienta.
Alloyplast to połączenie wiedzy, jakości i determinacji, które kształtują przyszłość przetwórstwa tworzyw sztucznych.



CENTINO

http://www.centino.pl/pl/

W dziedzinie rotomouldingu jesteśmy w Polsce liderem w zakresie projektowania wyrobów (głównie zbiorników podziemnych i naziemnych), a także prowadzenia obliczeń wytrzymałościowych tych wyrobów.
Oferujemy szeroki wachlarz usług, między innymi:

- produkcja form stalowych i aluminiowych do odlewania rotacyjnego;
- projekty wyrobów odlewanych rotacyjnie, szczególnie zbiorników;
- doradztwo technologiczne, usuwanie problemów technologicznych, minimalizacja strat w wyrobach;
- wdrażanie technologii rotomouldingu i uruchomienie produkcji u naszych klientów;
- obliczenia wytrzymałości wyrobów z tworzywa polimerowego (np. polietylen) ze szczególnym uwzględnieniem zjawisk nieliniowych. Obliczenia są akceptowane przez jednostki wydające aprobaty techniczne (np. ITB czy IOŚ) oraz przez zewnętrze jednostki certyfikujące wyroby również zagraniczne jak TUV Rheinland lub TUV SUD;
- optymalizacja kształtu zbiorników, ilości i położenia żeber, grubości ścianek wyrobów.

ILLION Sp. z o.o.

https://illion.pl/pl/

W ramach usługi roto1stop™ prowadzimy klienta od pomysłu do produktu końcowego, wytwarzanego techniką formowania rotacyjnego, kładąc ogromny nacisk na jakość procesu i doskonałość formy do rotomouldingu. Oferujemy:

- Kompleksowe usługi projektowania i prace nad rozwojem produktu, od wstępnej koncepcji do prototypu: doradztwo, projekty 3D, opracowanie dokumentacji technicznej, wizualizacje. Przeprowadzamy też adaptacje istniejących projektów do realizacji w technice rotomouldingu.
- Tworzenie wysokiej jakości form do wykonania odlewów metodą rotacyjną. Wykonanie form stalowych i aluminiowych.
- Usługi formowania rotacyjnego. Nasze szerokie możliwości formowania spełnią wszystkie wymagania produkcyjne, nawet te najbardziej wymagające.
- Parking Roto. Nasze kompleksowe rozwiązania magazynowe zapewniają bezpieczeństwo form, ale też wszystkich produktów zaparkowanych w naszej firmie, gotowych do dystrybucji w dowolnym momencie.

Kingspan Water & Energy Sp. z o.o.

https://www.kingspan.com/pl/pl/

Kingspan Water & Energy to partner dla licznych gałęzi przemysłu. Dostarcza rozwiązania do przechowywania nawozów, dystrybucji paliw, AdBlue®, wody, ścieków i innych substancji. Dzięki doświadczeniu w formowaniu rotacyjnym, Kingspan jest znany z oferowania najbardziej zaufanych rozwiązań.
Od 25 lat produkty powstają w polskiej fabryce w Rokietnicy z najwyższej jakości tworzyw sztucznych i są dostępne w wielu objętościach.
Jako światowy lider w dziedzinie formowania rotacyjnego, firma oferuje dostawy produkcyjne, wiedzę techniczną oraz kontrolę jakości. Dynamika procesów pozwala szybko i skutecznie wprowadzać nowe rozwiązania na rynki na całym świecie.
Kingspan tworzy certyfikowane produkty najwyższej jakości, w oparciu o innowacyjne technologie i z dbałością o środowisko naturalne.

OREX ROTOMOULDING Sp. z o.o.

https://orex-rotomoulding.com/pl/

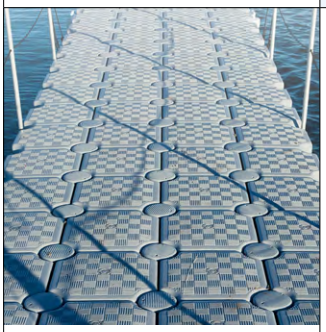
OREX ROTOMOULDING to ekspert w dziedzinie systemów formowania rotacyjnego.

Jesteśmy międzynarodowym liderem produkcji nowoczesnych maszyn tj. CAROUSEL, SHUTTLE czy ROCK AND ROLL, jak i form do rotomouldingu.

Blisko 30-letnie doświadczenie gwarantuje naszym Klientom uzyskiwanie najwyższej jakości wyrobów z tworzywa sztucznego. Oferta firmy obejmuje kompleksowe wdrożenie technologii rotoformowania, przygotowanie projektu, wykonanie maszyny/formy, montaż urządzenia, szkolenie personelu i uruchomienie produkcji w zakładzie Klienta.

Nasze maszyny do rotomouldingu konstruowane są w oparciu o markowe podzespoły pozyskiwane od wiodących na świecie producentów, co gwarantuje ich długą i bezawaryjną pracę.

Zapraszamy do kontaktu za pomocą formularza kontaktowego dostępnego na naszej stronie internetowej.

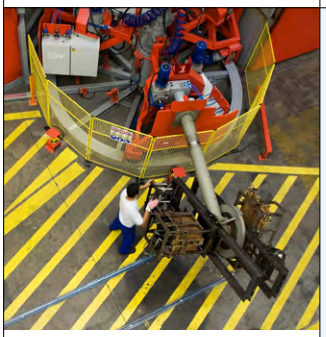


Roto4mat Mariusz Głód

https://roto4mat.pl/

Roto4mat – twój partner w realizacji projektów: od Koncepcji do precyzyjnego detalu

Roto4mat to zaawansowany producent technicznych elementów z tworzyw sztucznych, oferujący kompleksową obsługę - od projektu po finalny detal. Jakość i precyzja naszych produktów opierają się na innowacyjnej metodzie rotomouldingu oraz profesjonalnym podejściu do tworzenia form i produkcji.
Nasza firma łączy w sobie doświadczenie z pasją, aby dostarczyć formy i produkty spełniające najwyższe standardy. Nasz zespół projektowy pracuje ramię w ramię z klientami, tworząc unikalne kształty i detale. Dzięki zaangażowaniu, elastyczności i trosce o środowisko (ISO 14001) mamy zaszczyt realizować nawet najbardziej wymagające projekty.
Odwiedź naszą stronę internetową, aby dowiedzieć się więcej o naszych usługach projektowania, tworzenia form i produkcji.
Jesteśmy gotowi do pracy na każdym etapie, by tworzyć techniczne elementy zgodnie z twoimi wyobrażeniami!



Rotovia Międzyrzecz Sp. z o.o.

https://rotovia.com/

Rotovia Międzyrzecz Sp. z o.o., należąca do Grupy Rotovia, jest wiodącym producentem wyrobów z tworzyw sztucznych wytwarzanych w procesie rotomouldingu. Firma świadczy kompleksowe usługi, począwszy od produkcji elementów z tworzyw sztucznych, montażu niezbędnych akcesoriów, aż po dostawę finalnego produktu. Rotovia Międzyrzecz dostarcza rozwiązania dostosowane do indywidualnych potrzeb klientów w wielu segmentach przemysłu, takich jak produkcja maszyn budowlanych, rolniczych, autobusów, części samochodowych, energii odnawialnej, systemów kanalizacyjnych i sieci przesyłowych. Specjalizuje się w m.in. w produkcji zbiorników paliwa, wody, hydraulicznych, AdBlue, elementów kabin pojazdów, placów zabaw, zderzaków.
Firma posiada certyfikaty ISO 9001, ISO 14001, ISO 45001, ISO 50001 oraz IATF 16949. Jest członkiem Rotopolu, ARM-CE i Polskiej Izby Gospodarczej Maszyn i Urządzeń Rolniczych.

Plastpol z międzynarodowymi biznesami. Energooszczędność i zrównoważony rozwój kluczem dyskusji

Tysiącami pełnych energii rozmów, startujących biznesów oraz dopinanych kontraktów tętniły cztery dni 28. Międzynarodowych Targów Przetwórstwa Tworzyw Sztucznych i Gumy Plastpol. Wydarzenie po raz kolejny okazało się największym i najważniejszym w Europie Środkowej spotkaniem służącym rozwojowi branży przetwórstwa tworzyw sztucznych i gumy. Na licznych stoiskach prezentowane były najnowsze technologie, linie produkcyjne i surowce. Ofertę 603 firm z 31 krajów Europy, Azji i Bliskiego Wschodu poznało ponad 15 tysięcy osób z różnych stron świata.

Polska jest centrum przetwórstwa tworzyw sztucznych w naszej części Europy, więc obecność firmy Engel, światowego producenta maszyn wtryskowych na targach Plastpol jest obowiązkowa – podkreślał Adam Marciniak, Engel Polska. – Całe targi żyją, jest mnóstwo gości na naszym stoisku. Wśród polskich przedsiębiorców są świetne nastroje, wchodzimy na kolejną fajną, zieloną prostą – dodaje.

Optymizm, także w negocjacjach, dominował każdego dnia wystawy. - Tu mamy większość klientów w jednym miejscu, co pozwala nam wspomóc naszą sprzedaż. W trzy dni sprzedaliśmy trzy maszyny – zaznaczał Adam Polakowski, BOLE Europe Technology. Z kolei Marta Gościniak z firmy Dopak akcentowała podwójną rolę targów - miejsca nawiązywania relacji i prezentacji najnowszych technologii. - W niedalekiej przyszłości te rozmowy przekształcają się w zamówienia – podkreśla. Vincent Kundrat, Meyer Europe, precyzował: – Ponad połowa z rozmów prowadzonych tu, w Kielcach, owocuje umowami.

ENERGOOSZCZĘDNOŚĆ W CENIE, CZYLI UMOWY NA PLASTPOLU

Wysokotechnologiczne wtryskarki sprzedawali światowi liderzy w produkcji tych maszyn, m.in. Arburg, Engel, BOLE Europe Technology. Wśród kontrahentów są i polscy przedsiębiorcy. Włoski TOYO Europe podpisał umowy na roboty i wtryskarki. Kolejne wtryskarki wyprodukowane przez azjatyckiego producenta Borche sprzedał polski Plastigo. Rokujące rozmowy o dużym potencjale prowadziło polskie przedsiębiorstwo Muehsam. Sortownik do butelek wart kilkaset tysięcy euro słowackiej firmy Meyer prosto z Targów Kielce pojechał do Rumunii.

– Nowatorskie technologie każdego dnia były oblegane. Słowem - kluczem wielu negocjacji była energooszczędność. Jest ogromną satysfakcją dla organizatorów, że zwiedzający znajdują odpowiedź na swoje potrzeby podczas naszego wydarzenia, na stoiskach wystawców – podkreśla Andrzej Mochoń, prezes zarządu Targów Kielce. – Mogę pokusić się o stwierdzenie, że liczba umów jest rekordowa. Taki efekt naszego wydarzenia silnie wpływa na rozwój tej międzynarodowej branży.

Zwiedzający poznawali najnowsze propozycje marek m.in. Wadim Plast, Wittmann, Arburg, Sumitomo (SHI) Demag, Engel, TMA Automation, Muehsam, Dopak i Krauss Maffei Technologies, Tools Factory.

SUROWCE DLA ZRÓWNOWAŻONEGO ROZWOJU W TARGACH KIELCE

Równie potężnym zainteresowaniem podczas 28. Międzynarodowych Targów Przetwórstwa Tworzyw Sztucznych i Gumy cieszyły się oferty produktów do produkcji – granulatów polipropylenowych, regranulatów, dodatków, barwników. Umowy na sprzedaż komponentów linii bio podpisywało polskie Bedeko. Sukcesem zafiniszowało wiele rozmów prowadzonych przez niemiecki Kraiburg TPE, który jest producentem mieszanek TPE dla sektora motoryzacyjnego, konsumenckiego, przemysłowego i medycznego.

Umowę podkreślającą zrównoważony rozwój branży podpisały polski ML Polyolefins, największy producent regranulatu PP w Europie Środkowo-Wschodniej, oraz jeden z wiodących europejskich dostawców produktów z tworzyw sztucznych dla gospodarstw domowych, Keeeper Group. Dotyczy ona dostaw około 2 tysięcy ton regranulatu rocznie. Jak podkreślają obie strony, ta współpraca jest efektem dążenia do zrównoważonego rozwoju nie tylko w branży przetwórstwa tworzyw sztucznych, ale sektorów korzystających z tych produktów, m.in. handlowego.

TWORZYWA SZTUCZNE W ZIELONYM KIERUNKU. BRANŻOWE DYSKUSJE W TARGACH KIELCE

Wokół zrównoważonego rozwoju, energooszczędności, kierunków produkcji i przetwórstwa tworzyw sztucznych w Polsce i Europie toczyło się wiele dyskusji. Fundacja PlasticsEurope Polska podczas konferencji „Przemysł tworzyw sztucznych w Polsce i Europie" przedstawiła dane dotyczące sytuacji polskiej branży tworzyw na tle Europy. – Przemysł tworzyw sztucznych to przemysł globalny. Przez wiele lat Europa była głównym producentem tych tworzyw. Obecnie jej udział w światowej produkcji wynosi 14%. Liderem są Chiny. Ilość tworzyw produkowanych globalnie rośnie. W 2022 roku światowa produkcja osiągnęła poziom 400,3 mln ton – przekazywała dr inż. Anna Kozera-Szałkowska, dyrektor zarządzająca Fundacji. Jak podkreślała, budujące są dane dotyczące produkcji cyrkularnych tworzyw sztucznych, która wzrosła o ponad 30%. O wyzwaniach dla recyklingu odpadów z tworzyw sztucznych dyskutowali eksperci w ramach konferencji

przygotowanej przez Klaster Gospodarki Odpadowej i Recyklingu – Krajowy Klaster Kluczowy oraz Fundację Plastics Europe. O zrównoważonym podejściu w kierunku zielonej transformacji w materiałach polimerowych eksperci dyskutowali podczas konferencji przeprowadzonej przez firmę TMBK PARTNERS.

Seminarium Techniczne Plastech-Info pod hasłem „Monitorowanie i optymalizacja parametrów procesowych w technologiach przetwórstwa", które Targi Kielce zorganizowały wraz serwisem tworzywa.pl także dotyczyło wyzwań dla branży. Jak podkreślał Jacek Szczerba, reprezentujący serwis internetowy www.tworzywa.pl, poruszono wiele kluczowych zagadnień związanych z optymalizacją procesów produkcyjnych, zarówno pod kątem wydajności, jak i energooszczędności, które mają kluczowy wpływ na efektywność ekonomiczną stosowanych technologii przetwórczych.

OMNIPLAST DLA MARTY TRYC

W czasie targów Plastpol ponownie nagrodzono przedstawicieli przedsiębiorstw wyróżniających się wybitną wiedzą o przetwórstwie tworzyw sztucznych i gumy. O tytuł Omniplasta w konkursie organizowanym przez Targi Kielce wraz z serwisem internetowym www.tworzywa.pl, rywalizowało kilkudziesięciu przedstawicieli firm znajdujących się w gronie wystawców. Po trzech etapach zwyciężyła Marta Tryc z firmy Kraiburg TPE. Otrzymała wyjątkową statuetkę oraz nagrodę główną - bon rabatowy o wartości 8 tysięcy złotych dla firmy. Drugie miejsce zajął Łukasz Kantor reprezentujący Grupę Azoty, otrzymał bon w wysokości 6 tysięcy złotych, zaś trzecie miejsce i bon wartości 4 tysięcy złotych należy do Piotra Matusiaka z firmy Wittman Battenfeld Polska. Na laureatów spadł deszcz gratulacji eksperckiej wiedzy.

TWORZYWA SZTUCZNE I SZTUKA NA TARGACH PLASTPOL

Całość targów dopełniła… sztuka. Pierwszy raz podczas targów Plastpol została zorganizowana wyjątkowa strefa. Inicjatorami przedsięwzięcia byli dr Magdalena Laabs oraz inż. Adam Laabs, którzy prowadzą Laabs Art Gallery w Eberswalde koło Berlina oraz firmę inżynieryjną Rolbatch. Unikatowe obrazy olejne rodziny Laabs, a także Beaty Filek, reprezentującej czasopismo „Tworzywa", Jolanty Kurzeli oraz Claire Dubois wzbudzały wyjątkowe zainteresowanie. Uwagę przykuwały także rzeźby z tworzyw sztucznych, które wykonał Tom Dierick z firmy BEGRA.

– Tak rozbudowana wystawa wraz z wydarzeniami towarzyszącymi czyni targi Plastpol kompleksowym spotkaniem światowej branży przetwórstwa tworzyw, wpływającym na jej rozwój. Zapraszamy za rok, od 20 do 23 maja 2025 roku do Targów Kielce – podkreśla Kamil Perz, dyrektor projektu.

NAGRODY I WYRÓŻNIENIA

WYRÓŻNIENIA:

Kategoria: Maszyny i urządzenia do przetwórstwa tworzyw sztucznych

- za ultraszybki robot IML KME-1 dla KM SYSTEM Mariusz Chmielewski Krzysztof Słowik S.C.
- za głowicę drukującą dla GAMART S.A. z Jasła

Kategoria: Tworzywa i środki pomocnicze w przetwórstwie tworzyw sztucznych

- za TARNAMID MODYFIKOWANY – odmiany antystatyczne do malowania elektrostatycznego dla GRUPA AZOTY S.A. z Tarnowa
- za regranulaty polipropylenowe z grupy TECHFIN dla ML Sp. z o.o.
- za serię DW/H2 innowacyjnych elastomerów termoplastycznych z dopuszczaniem do wody pitnej, spełniającą wymagania KTW-BWGL dla KRAIBURG TPE GmbH & Co.KG
- za TPE z adhezją do EPDM dla KRAIBURG TPE GmbH & Co.KG
- za ORIGO CRYSTAL – regranulat PET dla ALOXE POLSKA Sp. z o.o. z Warszawy

Kategoria: Technologie przetwórstwa tworzyw sztucznych

- za nowoczesne głowice typu Co-Ex do wytłaczania wielowarstwowych wyrobów, umożliwiające produkcję z udziałem do 60% warstwy wypełniającej oraz nawet do 6 warstw dla firmy WADIM PLAST Sp. z o.o. i TAHARA MACHINERY LTD
- za Thixomolding: technologia wtryskiwania stopów magnezu dla BOLE EUROPE Technology Co. Ltd. Sp. z o.o. z Mysłowic

Kategoria: Wyroby z tworzyw sztucznych i ich zastosowanie

- za tworzywo na bazie PLA dla Progress Polymer Compounds Julia Trzebuniak
- za biodegradowalne i kompostowalne zapięcie strunowe dla BIOPOLIMER.PL Sp. z o.o. ze Zgierza.

MEDALE:

Kategoria: Maszyny i urządzenia do przetwórstwa tworzyw sztucznych

- za wtryskarkę EcoPower 110/350 DC dla Wittmanann Battenfeld Polska Sp. z o.o. z Grodziska Mazowieckiego
- za termoformierkę próżniową ENERGYLINE dla TOOLS FACTORY Sp. z o.o.
- za w pełni elektryczną maszynę marki TAHARA do wytłaczania z rozdmuchem dla firmy WADIM PLAST Sp. z o.o. i TAHARA MACHINERY LTD

Kategoria: Narzędzia i oprzyrządowanie do przetwórstwa tworzyw sztucznych

- za system oszczędzania energii elektrycznej dla wtryskarek hydraulicznych dla DOPAK Sp. z o.o.z Wrocławia

Kategoria: Wyroby z tworzyw sztucznych i ich zastosowanie

- za innowacyjne materiały do technologii przyrostowych dla GRUPA AZOTY S.A. z Tarnowa

Kategoria: Tworzywa i środki pomocnicze w przetwórstwie tworzyw sztucznych

- za linię produktową - BIOKOMPOZYTY dla BEDECO EUROPE Sp. z o.o.

Kategoria: Techniki specjalne (pomiarowe, komputerowe itp.)

- za biodegradowalne kompostowalne tworzywo na bazie skrobi ziemniaczanej dla BIO PLAST POM Sp. z o.o. we współpracy z Politechniką Gdańską.

XXIX Międzynarodowe Targi Przetwórstwa Tworzyw Sztucznych i Gumy PLASTPOL odbędą się w dniach 20-23 maja 2025 w Targach Kielce. Zapraszamy!

System redukcji zużycia energii elektrycznej wtryskarek hydraulicznych

Dopak wprowadził do swojej oferty autorski system ESS (Energy Saving Systems), który zmniejsza zużycie energii elektrycznej wtryskarek hydraulicznych. Jest to jedyne rozwiązanie na rynku, które nie wymaga ingerencji w konstrukcję maszyny, pasuje do wszystkich typów wtryskarek hydraulicznych pracujących w zakładach przemysłowych. Dzięki zastosowaniu systemu można obniżyć zużycie energii elektrycznej nawet o 30%. Premiera produktu miała miejsce podczas 28 Międzynarodowych Targów Przetwórstwa Tworzyw Sztucznych i Gumy PLASTPOL w dniach 21-24.05.2024 r. w Kielcach.

PŁAĆ MNIEJ ZA ENERGIĘ ELEKTRYCZNĄ WTRYSKAREK NAWET O 30%

System ESS wyposażony w mikroprocesorowy sterownik wraz z przemiennikiem częstotliwości analizuje sygnały z zewnętrznych czujników, zainstalowanych na maszynie i reguluje energię w zależności od zapotrzebowania w danym momencie cyklu. Algorytm programu umożliwia wybór jednego z dwóch trybów optymalizacji pracy wtryskarki: stałej redukcji energii lub dynamicznej – dostosowanej do bieżącego zapotrzebowania w danym momencie cyklu. Rozwiązanie jest dostosowywane indywidualnie do konkretnych wtryskarek, czasu cyklu oraz metody produkcji.

REDUKCJA KOSZTÓW ENERGII ELEKTRYCZNEJ WTRYSKARKI HYDRAULICZNEJ

Redukcja kosztów energii elektrycznej maszyn produkcyjnych to obecnie jedno z największych wyzwań w branży przetwórstwa tworzyw sztucznych. – Nasze rozwiązanie skutecznie obniża zużycie energii elektrycznej maszyn. W przypadku wtryskowni wyposażonych w maszyny hydrauliczne korzyści mogą być znaczne. Na przykład, roczna oszczędność energii elektrycznej przy jednej wtryskarce o sile zwarcia 2000 ton może wynieść nawet siedemdziesiąt tysięcy złotych przy obecnych cenach za energię, a kwota ta znacznie wzrośnie w związku z uwolnieniem cen od 1 lipca 2024 r. – powiedziała Ursula Steiner, prezes zarządu firmy Dopak.

ESS ONE LUB ESS X2

W zależności od konstrukcji wtryskarki, Dopak proponuje dwa rozwiązania: ESS ONE lub ESS X2. Pierwszy z nich jest przeznaczony dla wtryskarek z jednym silnikiem w układzie napędowym instalacji hydraulicznej, natomiast drugi jest stosowany do maszyn z dwoma silnikami. Systemy są produkowane zgodnie z normami i przepisami, przechodzą testy SAT oraz procedury FAT po instalacji u użytkownika. Jakość potwierdzają odpowiednie protokoły i deklaracje zgodności z dyrektywami unijnymi: kompatybilności elektromagnetycznej i niskonapięciowej.

Dopak Sp. z o.o.
52-407 Wrocław, ul. E. Kwiatkowskiego 5a
tel. +48 71 35 84 000
e-mail: dopak@dopak.pl
https://dopak.pl/

Grupa Azoty Compounding specjalizująca się w produkcji modyfikowanych tworzyw sztucznych otrzymała wyróżnienie targów Plastpol 2024 za produkt Tarnamid GF CnT BK.

Tarnamid CnT to najnowsza modyfikacja bazowego poliamidu 6, która wzbogaca portfolio produktów antystatycznych i elektroprzewodzących o tworzywa przeznaczone do malowania elektrostatycznego - Tarnamid T-27 GF20 CnT BK oraz GF30 CnT BK.

Podczas prac nad tymi materiałami specjaliści z Centrum Projektowania i Rozwoju Aplikacji Tworzyw skupili się przede wszystkim na spełnieniu najwyższych wymagań procesu malowania elektrostatycznego, zapewniających odpowiedni poziom rezystywności skrośnej oraz doskonałe właściwości mechaniczne i termiczne.

Dzięki zastosowaniu nowego dodatku na bazie nanorurek węglowych w połączeniu z włóknem szklanym osiągnięto zmniejszenie ilości dodatku przewodzącego w kompozycie, w porównaniu do tradycyjnie stosowanych włókien węglowych.

Korzyści to m.in.:

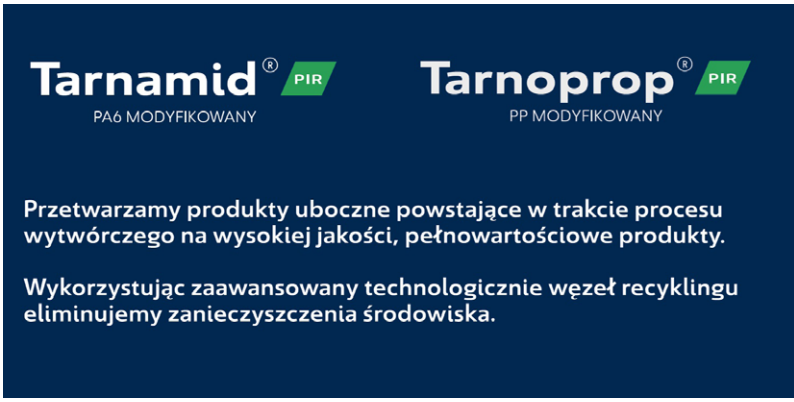
- Doskonałe właściwości elektrostatyczne (rezystywność skrośna $\leq 10^6$ Ω cm) przy zachowaniu świetnych właściwości mechanicznych,
- Możliwość adaptacji rozwiązania na inne typy compoundów,
- Redukcja kosztów dzięki mniejszej ilości dodatku.

Domeną Grupy Azoty Compounding jest produkcja i sprzedaż modyfikowanych tworzyw sztucznych, a głównym celem jest dalszy rozwój kompetencji, potencjału produkcyjnego i jeszcze lepsze dopasowanie oferty produktowej do zmieniających się potrzeb rynku.

Głównym asortymentem Grupy Azoty Compounding są modyfikowane odmiany tworzyw: Tarnamid (PA6), Tarnamid A3 (PA66), Tarnoprop H, C (PP), Tarnodur A (PBT), a także jako dystrybutor: Gryfilen (PP) oraz Alphalon (PA6).

Ponadto firma oferuje nową linię odmian Tarnamid PIR oraz Tarnoprop PIR, zawierających co najmniej 30% surowców z recyklingu.

Oferta obejmuje nie tylko setki standardowych odmian, dostępnych w krótkich terminach, ale również możliwość dostosowywania tworzywa do konkretnego zastosowania lub stworzenia dedykowanego produktu zgodnie z wymaganiami klienta.



Kontakt: compounding@grupaazoty.com
tel. +48 14 637 33 10

Energia słoneczna zasila wtryskarki

Z jednej strony wysokie ceny energii, limity zakupów i pojawiające się awarie w zasilaniu powodują, że uniezależnienie się od dostaw zewnętrznych jest coraz bardziej opłacalne. Z drugiej strony presja związana z wymaganiami ochrony środowiska, z wykorzystaniem źródeł odnawialnych powodują, że wizja wykorzystania maszyn zasilanych prądem stałym stała się obecnie bliższa niż kiedykolwiek.

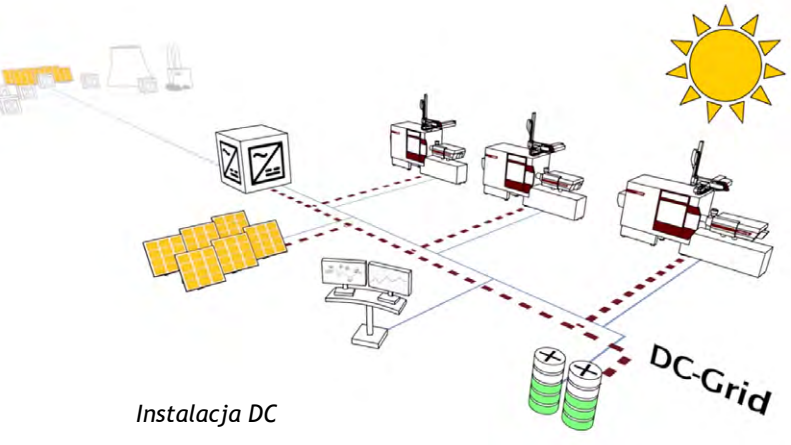
Historia nagrodzonej na targach PLASTPOL wtryskarki zasilanej prądem stałym rozpoczęła się w roku 2022. WITTMANN wspólnie z partnerami opracował maszynę koncepcyjną, która pokazana została podczas targów K2 w Düsseldorf. W projekt zaangażowane zostały firma WAGO – niemiecki przetwórca tworzyw oraz Innovenergy, szwajcarski producent magazynów energii. Od premiery w 2022 r. upłynęło trochę czasu i dziś WITTMANN posiada maszyny zasilane prądem stałym w normalnej ofercie.

Na tę chwilę oferta bazuje na maszynach elektrycznych serii EcoPower o wielkościach 110 i 180 t siły zwarcia. W zależności od oczekiwań odbiorcy maszyny mogą być wykonane w wersji do zasilania tylko prądem stałym DC lub posiadać dwa zasilania AC i DC. WITTMANN nie poprzestał na stworzeniu wtryskarki DC, równolegle z maszyną rozpoczęliśmy proces konstrukcji urządzeń peryferyjnych, które także mogły być zasilane prądem stałym. Podczas Dni Technologicznych WITTMANN zorganizowanych w dniach 19-20.06.2024 r. w Wiedniu pokazaliśmy naszym gościom pierwszy termostat zasilany prądem stałym. Firma rozwija swą koncepcję i wkrótce planujemy prezentacje kolejnych typów peryferii.

Dlaczego w przetwórstwie tworzyw sztucznych warto wykorzystać maszyny zasilane prądem stałym?

Dziś nikogo nie dziwi, że firmy inwestują w źródła energii odnawialnej. Widok hal fabrycznych z instalacją fotowoltaiczną na dachu spowszechniał. Czy zatem można i czy warto wykorzystać energię np. słoneczną do zasilania wtryskarek? Powodów jest kilka i w zależności od indywidualnych oczekiwań, każdy z nich może być rozstrzygający:

– wykorzystanie energii odnawialnej pozyskanej z własnej instalacji skutkuje obniżeniem zużycia energii pobieranej z sieci;
– wtryskarka napędzana prądem stałym ma tylko prostszą konstrukcję pozwalającą uniknąć strat związanych z konwersją energii AC na DC, co pozwala na dalszą redukcję zużycia energii;
– stworzenie niezależnej od zasilania zewnętrznego sieci DC pozwala na unikanie sytuacji, np. chwilowego przeciążenia poboru mocy, które to jest bardzo kosztowne dla użytkowników;
– własna instalacja zapobiega sytuacjom gwałtownej utraty zasilania. Nie naraża przetwórcy na straty związane z niekontrolowanym wyłączeniem maszyn i urządzeń;
– nie bez znaczenia może być dla danego użytkownika także efekt wizualny. Coraz częstszym wymogiem użytkowników końcowych jest wymuszanie na zakładach przetwórstwa ograniczania emisji CO_2. Dlatego też wprowadzenie zasilania maszyn prądem pozyskanym ze źródeł odnawialnych może być coraz częściej związane z realizowaną przez firmy polityką marketingową;
– nowe obostrzenia dotyczące zużycia energii, emisji CO_2 nakładane regulacjami prawnymi także mogą zachęcić lub w przyszłości wymusić na firmach szukanie nowych rozwiązań, wśród których zasilanie prądem stałym wtryskarek i urządzeń peryferyjnych może okazać się bardzo optymalnym wyjściem.



Instalacja DC

WITTMANN BATTENFELD Polska Sp. z o.o.
05-825 Adamowizna
ul. Radziejowicka 108
info@wittmann-group.pl
tel. +48 22 724 38 07
https://wittmann-group.com/pl

Wittmann

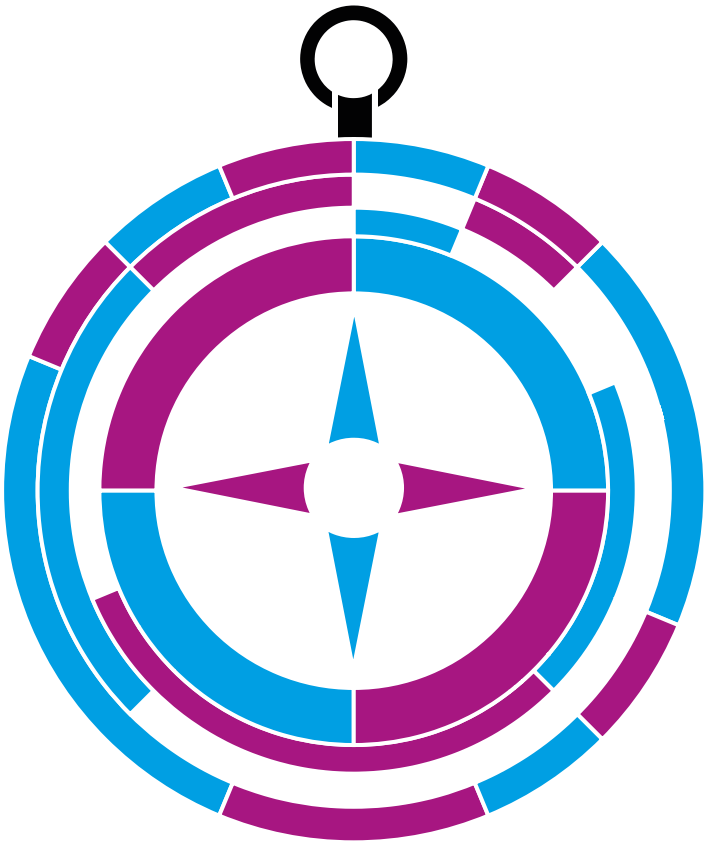
enjoy INNOVATION

TEMPRO plus

Temperature controllers

www.wittmann-group.com

plast
invent
2024



Kompas w dłoń!

Ruszaj na 16. edycję Konferencji Plastinvent

03-04.10.2024, Nosalowy Dwór*****, Zakopane

Zrównoważone podejście do procesu produkcyjnego przy zastosowaniu SMED

Elżbieta Stolarska-Szeląg

Otoczenie przedsiębiorstw staje się coraz bardziej uprzemysłowione i konkurencyjne. W takich warunkach ważne jest, aby kadra zarządzająca przedsiębiorstwami produkcyjnymi zdała sobie sprawę z tego, że wzrost i rozwój mogą postępować przede wszystkim poprzez podnoszenie jakości produktów, redukcję kosztów i optymalizację procesów produkcyjnych. Problemy współczesnych przedsiębiorstw – kryzys energetyczny i konieczność ograniczenia odpadów, wymuszają przyjęcie innowacyjnych koncepcji zarządzania w obrębie produkcji, takich jak Lean Manufacturing, czy w odniesieniu do całego przedsiębiorstwa – Lean Management. To właśnie przy użyciu tych koncepcji można zwiększyć produktywność i zminimalizować koszty. Jedną z istotnych metod, która pozwala na usprawnienie produkcji, jest Single Minute Exchange of Die - SMED. Celem artykułu jest opisanie ram koncepcyjnych metody SMED oraz przedstawienie przykładu wdrożenia w przedsiębiorstwie produkcyjnym. Opracowanie ma charakter praktyczny i zawiera istotne wskazówki dla kadry zarządzającej, co do możliwości wdrożenia metody SMED oraz przedstawia realne korzyści, jakie z wdrożenia mogą wynikać.

PRZEGLĄD LITERATURY

Zmniejszenie zapasów, a tym samym rezygnacja ze zbędnych powierzchni magazynowych, redukcja kosztów produkcji, skrócenie czasu cyklu i eliminacja wszelkiego marnotrawstwa, to elementy, które stanowią obecnie jedne z najważniejszych determinant zdobycia przewagi konkurencyjnej przedsiębiorstw produkcyjnych [Sk i in., 2022]. W przedsiębiorstwach należy wykształcić umiejętności prosperowania na nasyconych rynkach, na które dodatkowo silnie oddziałują zmiany w otoczeniu [Silva i in., 2020], między innymi związane z pandemią COVID-19, kryzysem energetycznym, inflacją, czy wzrostem oczekiwań klientów [Adeel i in., 2022]. Utrzymanie przewagi, w tak zmiennych warunkach, może być realne dzięki wprowadzeniu uszczuplonej produkcji [Garcia-Garcia i in., 2022]. Zestaw metod i narzędzi do eliminacji niskowartościowych operacji w cyklu produkcyjnym oferuje filozofia Lean Manufacturing [Ahmed i in., 2022]. Filozofię Lean można opisać jako ciągłe dążenie w kierunku doskonałej jakości, poprzez ulepszenie i wyeliminowanie marnotrawstwa w każdym procesie, zarówno organizacyjnym, jak i produkcyjnym, odbywającym się w przedsiębiorstwie [Rocha, Ferreira, Silva, 2018]. Istotą szczupłej produkcji jest identyfikacja wszystkich rodzajów zbędnych czynności i odpadów w łańcuchu wartości i kolejno wdrożenie metod i narzędzi, które prowadzą do ich eliminacji [Santos i in., 2018], [Stolarska- Szeląg, 2022].

Lean Manufacturing pozwala na redukcję odpadów i uszczuplenie produkcji, a jak natomiast sugerują niektórzy naukowcy, odchudzona produkcja maksymalizuje wartość produktu poprzez minimalizację marnotrawstwa [Goubergen i Landeghem, 2002]. Również ci sami autorzy wskazali trzy fundamentalne powody, dla których w przedsiębiorstwach produkcyjnych warto stosować filozofię Lean i jej narzędzia, zaliczając do nich:

- maksymalizację dostępności linii produkcyjnych poprzez redukcję ilości wąskich gardeł,
- zminimalizowanie kosztów dzięki większej efektywności maszyn produkcyjnych,
- zwiększenie elastyczności struktur poprzez przeprowadzanie większej liczby działań.

Metody i narzędzia oferowane przez filozofię Lean Manufacturing prowadzą do usprawnienia procesów, automatyzacji, optymalizacji i standaryzacji działań [Hemalatha i in., 2020]. W przedsiębiorstwach produkcyjnych marnotrawstwa można dopatrywać się w szczególności w zbyt długich czasach przezbrojeń maszyn. Z uwagi na różnorodność wytwarzanych produktów, zachodzi konieczność zmiany ustawień, dostosowania sprzętu i wymiany narzędzi do przygotowania nowego produktu lub jego komponentów [Islam i in., 2022]. Wydajność procesów i pozbycie się marnotrawstwa staje się możliwe dzięki skróceniu czasu przezbrojeń [Mia i in., 2021]. Ograniczenie czasu przestoju maszyny i redukcja zbędnych procedur, które nie generują wartości dodanej, możliwa jest do osiągnięcia poprzez wdrożenie metody SMED [Godina i in., 2018]. Single Minute Exchange of Die wywodzi się z systemu produkcyjnego Toyoty i obecnie jest to jedna z metod mieszcząca się w ramach filozofii Lean Manufacturing.

Istnieje wiele badań naukowych, które potwierdzają skuteczność metody i narzędzi Lean w usprawnianiu działania produkcji. Wdrożenie SMED na wytłaczarce rurek gładkich pozwoliło na redukcję surowca do czyszczenia układu uplastyczniającego o 25%, skrócenie czasu czyszczenia układu o 50 godzin w skali roku, zmniejszenie ilości stosowanego tworzywa i skrócenie czasu przezbrojenia głowicy o 190 godzin w skali roku [Kowal, Knop, 2017]. Sabadka i in. [2017] opisali przykład optymalizacji przy przezbrojeniu gładziarki w przedsiębiorstwie produkującym wałki. Po zastosowaniu SMED wydajność w tym procesie wzrosła o 0,48% w skali roku. Puvanasvaran i in. [2012] prze-

prowadzili natomiast badanie, którego celem było wskazanie efektów działania narzędzi Lean na autoklawach. Czas przezbrojenia maszyny po wprowadzeniu SMED został skrócony o 5,12% (30 minut). Vieira i in. [2019], w przeprowadzonym badaniu w przedsiębiorstwie zajmującym się produkcją korków, udowodnili zmniejszenie czasu przezbrojenia na poszczególnych maszynach na poziomie od 4 aż do 49%. Tak duże wartości w zmianach w produkcji zatyczek korkowych potwierdzili również w swoich badaniach Sousa i in. [2017], którzy dla dwóch analizowanych maszyn produkcyjnych stwierdzili korzystną zmianę wskaźnika OEE (Overall Equipment Effectivenes- wyrażone w procentach ujęcie stopnia wykorzystania parku maszynowego) z 55% do 76%. Moreira i in. [2017] wykonali natomiast analogiczne badanie dla branży poligraficznej, gdzie stwierdzili poprawę wyników wskaźnika OEE na dwóch analizowanych maszynach, wahającą się od 72% do 75%. Po wprowadzeniu zmian w systemie zarządzania i procedurach utrzymania ruchu zgodnych z założeniami SMED, wskaźnik OEE w przedsiębiorstwie branży komponentów motoryzacyjnych wzrósł z 70% do 82% [Guariente i in., 2017]. Martins i in. [2018] opisali przykład wdrożenia metody SMED w przedsiębiorstwie zajmującym się produkcją kabli do przemysłu motoryzacyjnego. Czas przezbrojenia maszyny zmniejszył się o 50%. Brito i in. [2017] udowodnili w swoim badaniu zwiększenie produktywności o 23% poprzez wdrożenie SMED na produkcji. Rosa i in. [2018] opisali przykład wprowadzenia metodologii SMED na linii montażowej w przedsiębiorstwie motoryzacyjnym. Wypracowane rozwiązania przyczyniły się do redukcji 58% czasu w skali tygodnia. Przyczyniło się to do wzrostu dostępności linii montażowej i do wzrostu mocy produkcyjnej. Antoniolli i in. [2017] przeanalizowali efekty wprowadzenia SMED przy produkcji w przemyśle motoryzacyjnym i wskazali zwiększenie produkcji z 1200 do 1800 części dziennie za pomocą standaryzacji operacji, eliminacji marnotrawstwa czy likwidacji czynności, które nie zwiększały wartości.

Stosowanie narzędzi Lean nie można sprowadzać jedynie do oczywistych korzyści płynących z wdrożenia na linii produkcyjnej. Udowodniono bowiem, że zastosowanie metod i narzędzi Lean może mieć również korzystny wpływ na stan zdrowia pracowników i ich motywację do pracy. Afonso i in. [2022] próbowali w swoim badaniu połączyć SMED i ergonomię pracy w fabryce metalurgicznej. Przeanalizowali oni, jak wykorzystanie metody SMED wpływa na produkcję oraz redukcję stresu i wzrost motywacji u pracowników. Wyniki badania pokazały, że w badanym przedsiębiorstwie możliwe jest skrócenie czasu konfiguracji maszyn o 55%. Autorzy obliczyli, że, wdrażając do przedsiębiorstwa metodę SMED, dziennie można by wyprodukować nawet o 58 arkuszy papieru więcej, co przełożyłoby się na wzrost miesięcznej produkcji o 26,4%. Udowodnili również, że wprowadzone działania przyczyniły się do ograniczenia stresu u pracowników i pozwoliły na zachowanie ich ogólnego dobrobytu. Neves i in. [2018] zredukowali czas obciążenia operatora o cztery godziny w skali tygodnia, co pozwoliło zwiększyć jego dostępność o 10% tygodniowo.

METODYKA

Nauki o zarządzaniu i jakości racjonalizują rzeczywistość, dlatego też wiedzę pozyskaną powinno wykorzystywać się w praktyce gospodarczej, szczególnie w warunkach kryzysów, z jakimi mamy do czynienia we współczesnej gospodarce. Proces badawczy rozpoczął się od umiejscowienia badanej tematyki w naukach o zarządzaniu i jakości. Na podstawie wykonanego *desk research* autorka znalazła lukę badawczą, która polega na konieczności uzupełnienia polskojęzycznej literatury przedmiotu o opracowanie teoretyczne dotyczące opisu metody SMED oraz możliwości i sposobów jej wdrożenia w przedsiębiorstwach produkcyjnych. W zagranicznej literaturze przedmiotu znaleźć można liczne opracowania, które ukazują korzyści powstałe dla przedsiębiorstw po wprowadzenia narzędzia SMED, brakuje natomiast krajowych badań, które pozwoliłyby na implikację teoretycznych opisów z możliwościami wprowadzenia techniki w polskich przedsiębiorstwach produkcyjnych. Głównym celem artykułu było wskazanie etapów wdrożenia metody SMED w przedsiębiorstwie produkcyjnym oraz wnioskowanie o korzyściach z jej wprowadzenia. Postawione zostało pytanie badawcze: „Jak należy wdrażać narzędzie SMED do organizacji i jakie może ono przynieść korzyści dla przedsiębiorstwa?".

Na potrzeby opracowania przyjęto H1: Wprowadzenie SMED do przedsiębiorstwa pozwala na redukcję marnotrawstwa, ograniczenie zużycia energii oraz na maksymalizację produkcji. Do wnioskowania zostały wykorzystane wyniki badania o charakterze jakościowym. Niemożliwe było zastosowanie badań ilościowych, ponieważ nie pozwoliłyby one w tym przypadku na pełne poznanie naukowe. Zastosowano więc metodę indywidualnych przypadków. Dzięki trafnemu wyborowi metody badawczej autorka dokonała implikacji skutków wprowadzenia narzędzia SMED do wybranego przedsiębiorstwa produkcyjnego. Dane właściwe zostały zebrane w 2022 roku i pochodzą z dokumentów źródłowych z oddziału analizowanego przedsiębiorstwa. Oprócz analizy pozyskanych danych wtórnych autorka przeprowadziła wywiad z pracownikiem odpowiedzialnym za wdrażanie udoskonaleń do przedsiębiorstwa. Wywiad odbył się w formie on-line, a zorganizowany był na podstawie wcześniej przygotowanego kwestionariusza oraz otwartej rozmowy. Autorka w ten sposób oprócz konkretnych odpowiedzi, istotnych dla opracowania, otrzymała zbiór specjalistycznych opinii.

PRZYKŁAD WDROŻENIA I REZULTATY

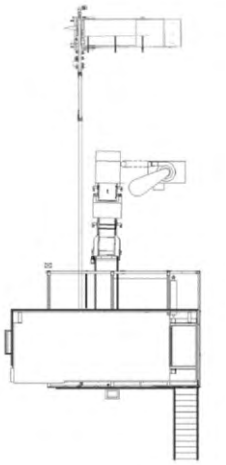
Opis przedsiębiorstwa i linii produkcyjnej

Opisane przedsiębiorstwo zajmuje się produkcją systemów opakowań z tworzyw sztucznych. Analiza wprowadzenia narzędzia SMED obejmowała proces przebudowy (przezbrojenia) na wtryskarce „Husky". W analizowanym zakładzie znajduje się 6 maszyn tego typu. Każda forma pozwala na produkcję jednego wyrobu gotowego, jakim jest preforma. Ponieważ przedsiębiorstwo posiada w ofercie wiele rodzajów opakowań i ze względu na fakt mnogości zamówień, stało się niezbędnym przeprowadzenie analizy produkcji, dla sprawdzenia czy linie produkcyjne pracują z maksymalną wydajnością. Po analizie wykonanej przez dział ciągłego doskonalenia okazało się, że podczas przezbrojeń generowane jest wiele niepotrzebnych czynności, które odbywają się w trybie podtrzymania maszyny. Celem usprawnienia stała się więc eliminacja marnotrawstwa poprzez wypracowanie standardu przezbrojenia zgodnego z założeniami metody SMED, a następnie wdrożenie jej i dokonanie redukcji kosztów energii elektrycznej oraz zoptymalizowanie czasu produkcyjnego.

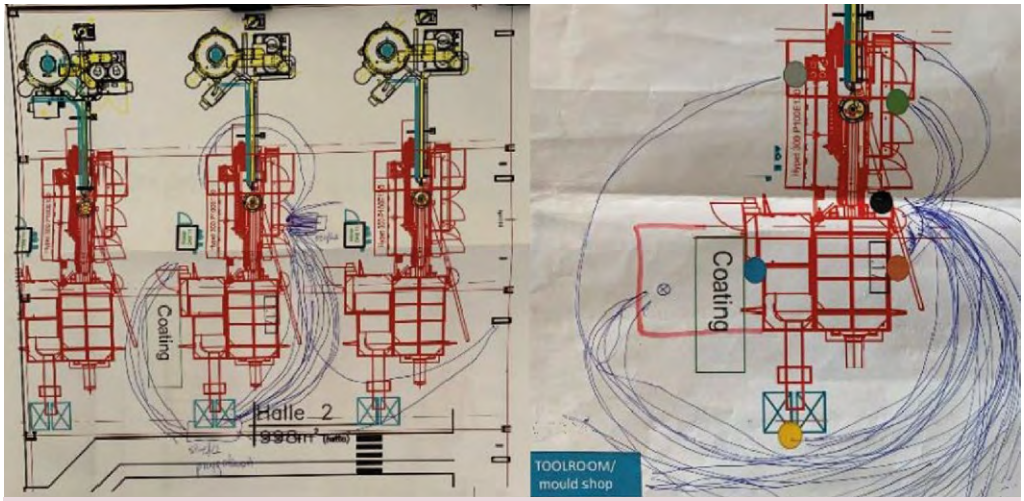
Plan wdrożenia

W badaniu dokonywano obserwacji układu czynników wewnętrznych i zewnętrznych, czynności sprzyjających szybkiemu przezbrojeniu, przygotowania listy kontrolnej, ustalenia standardów dla maszyn i operatorów, konfiguracji wydajności i monitorowania prac w toku. Analizę przeprowadzono przy pomocy 5-stopniowego procesu warsztatowego prowadzącego do optymalizacji, składającego się z następujących etapów:

1. Obserwacja przebudowy,



Rys. 1. Szkic przezbrajanej maszyny



Rys. 2. Diagram Spaghetti. Źródło: Dane pozyskane z badanego przedsiębiorstwa

2. Przygotowanie dokumentacji,
3. Analiza wniosków z obserwacji i przeprowadzenie burzy mózgów,
4. Przygotowanie ulepszonej procedury,
5. Przypisanie zadań dla pracowników,
6. Optymalizacja.

Obserwacja i przygotowanie dokumentacji

Krok pierwszy, jakim była obserwacja, rozpoczął się od narady z pracownikami, podczas której starano się, wykorzystując metodę burzy mózgów, odpowiedzieć na następujące pytania:

- W jaki sposób można zwiększyć efektywność przezbrojenia?
- Jak wykorzystać dostępne zasoby w najbardziej efektywny sposób?
- Jak zapewnić trwałość wprowadzonych do przedsiębiorstwa standardów?
- Jak zmienić w pracownikach sposób postrzegania nieefektywnych procesów?

Pracownicy wnioskowali również o potencjalnych korzyściach z wprowadzenia nowego standardu w przedsiębiorstwie. Do najczęściej podawanych przez nich odpowiedzi należały: wypracowanie oszczędności czasu i przeznaczenie jej na inne aktywności, poprawa bezpieczeństwa i zmniejszenie poziomu stresu, wymiana wiedzy, eliminacja zbędnego ruchu, aktywizacja i motywowanie dzięki czynnemu udziałowi w tworzeniu nowego standardu.

Po wykonaniu wstępnych czynności rozpoczęła się obserwacja dotychczasowej przebudowy maszyn i zbieranie dokumentacji niezbędnej do optymalizacji procesu. Obserwacja przebudowy to ważny krok, który został podjęty w celu zrozumienia sytuacji początkowej na badanej linii produkcyjnej. Rysunek 1 to szkic przezbrajanej maszyny.

Podczas obserwacji do operatorów przebudowy przydzielone zostały zespoły ekspertów. Do ich zadań należało sporządzenie diagramu Spaghetti, oznaczenie na diagramie ile razy operator podchodził do kluczowych punktów przezbrojenia – magazynu form, warsztatu, działu kontroli jakości bądź pokoju kierownika produkcji, zapisywanie wszystkich czynności i mierzenie czasu ich wykonania. Dodatkowo operatorzy otrzymali krokomierze. W badaniu uczestniczyło dwóch operatorów. Wytypowani zostali również eksperci, do zadań których należała obserwacja marnotrawstwa oraz wszelkich zagrożeń związanych z BHP. Na rysunku 2 zostały przedstawione diagramy Spaghetti wykonane dla pierwszego i drugiego operatora.

ANALIZA WNIOSKÓW Z OBSERWACJI I PRZEPROWADZENIE BURZY MÓZGÓW

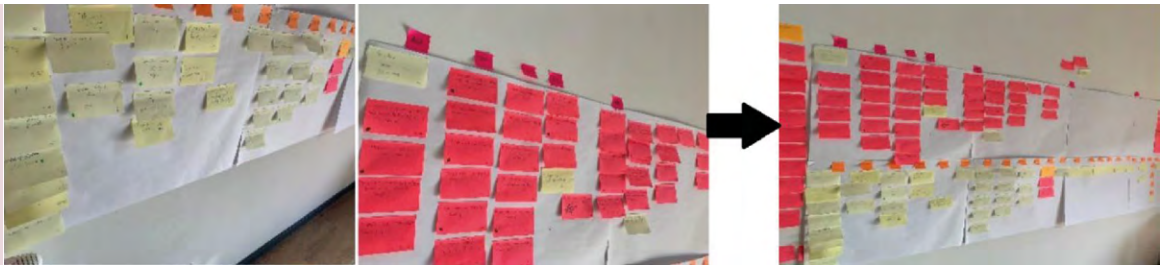
Szczegółowa analiza różnych działań, ich defragmentacja i określenie możliwości poprawy, została przeprowadzona w trzecim kroku procesu. Pierwszym środkiem zastosowanym w celu rozwiązania problemu długich czasów przezbrajania była zmiana wewnętrznej procedury działania. Przeanalizowane zostały ścieżki, którymi podążali operatorzy, zmodyfikowano kolejność wykonywania zadań i przeklasyfikowano je na czynności zewnętrzne.

Przy pomocy metody burzy mózgów wyodrębniono aż 43 akcje, które należy poprawić w kategoriach BHP, kompletowania narzędzi, współpracy, kolejności wykonywania zadań i strat. Na podstawie wszystkich zebranych czynności dokonano ich podziału na wewnętrzne i zewnętrzne. Czynniki zewnętrzne to czynności, w których czasie wykonywania maszyna może pozostać włączona. Zalicza się do nich między innymi przygotowanie narzędzi. Czynniki wewnętrzne są to natomiast te, które można wykonywać tylko i wyłącznie w trakcie całkowitego odłączenia maszyny od zasilania. Podziału czynności na wewnętrzne i zewnętrzne wykonuje się po obserwacji i zebraniu dokumentacji. Istotne stają się działania, które pozwolą na zamianę czynników wewnętrznych na zewnętrzne np. zmiana technologii, przeprojektowanie maszyny itd.

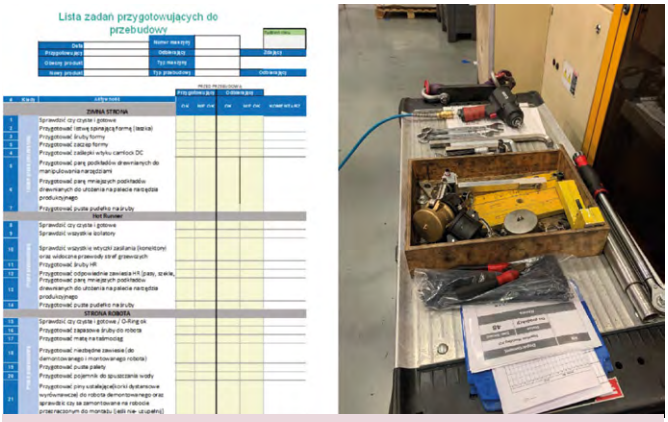
PRZYGOTOWANIE ULEPSZONEJ PROCEDURY, PRZYPISANIE ZADAŃ DO PRACOWNIKÓW, OPTYMALIZACJA

Kolejnym krokiem było przygotowanie nowej procedury standardu dla przedsiębiorstwa. Krok ten polegał na analizie działań wykonywanych przez każdego operatora z osobna. Przemodelowanie procesu odbywało się w małej grupie, a następnie łączono procesy za pomocą osi czasu. Warsztaty zakończyły się ustaleniem nowego, ustandaryzowanego procesu, który został wpisany w autorski program przedsiębiorstwa, w czytelnym dla wszystkich formacie. Rysunek 3 przedstawia efekty warsztatów SMED i burzy mózgów w zakresie analizy działań operatorów i niezbędnych zmian w procesie.

Pierwszym elementem standardu było wprowadzenie listy zadań, za pomocą której operatorzy mogli optymalnie przygotować się do wykonania przebudowy. Powstała po to, aby operatorzy mogli odznaczyć wszystkie potrzebne do przebudowy elementy i podczas przezbrojenia nie przemieszczali się po nie do innych stanowisk. Jest to przykład czynności wewnętrznej, która została zamieniona na czynność zewnętrzną. Jak wynika



Rys. 3. Analiza obserwacji działań operatorów. Źródło: Dokumentacja pozyskana z badanego przedsiębiorstwa



Rys. 4. Lista zadań i wózek z narzędziami. Źródło: Dokumentacja pozyskana z badanego przedsiębiorstwa

Rys. 5. Oprzyrządowanie wymieniane podczas przebudowy. Źródło: Dokumentacja pozyskana z badanego przedsiębiorstwa

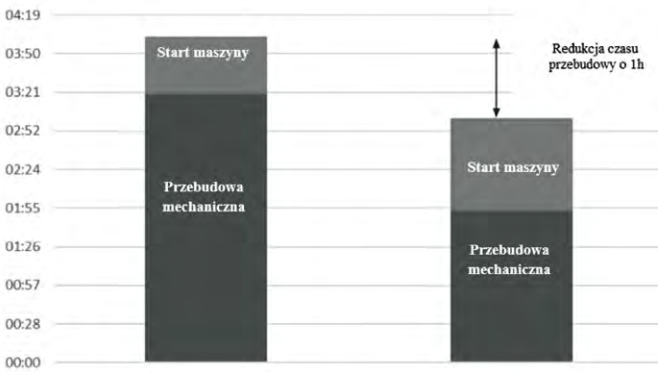
z danych przedstawionych na wykresie Spaghetti, operatorzy wielokrotnie podczas przezbrojenia podchodzili do kluczowych punktów przezbrojenia. Na rysunku 4 znajduje się zdjęcie listy zadań stworzonej podczas warsztatów oraz gotowy wózek narzędziowy operatora ze wszelkimi niezbędnymi do przezbrojenia elementami. Podczas przebudowy operatorzy marnowali czas, szukając narzędzi, których nie było w miejscu, w którym powinny się znajdować. Oprócz tego całkowicie zmieniono lokalizację niektórych narzędzi. Zamknięcie ich w szafkach lub szufladach i wyszukiwanie podczas przebudowy generowało marnotrawstwo czasu i energii uruchomionych maszyn. Ułożenie narzędzi na specjalnym wózku, choć wydaje się być czynnością bardzo prozaiczną, pomogło usprawnić proces. Przed wprowadzeniem nowego standardu operatorzy wyciągali narzędzia z szuflad, w których często panował nieporządek.

Na rysunku 5 przedstawione zostało oprzyrządowanie, które jest zmieniane podczas przebudowy. Zostało ono przygotowane i przywiezione pod maszynę przed przystąpieniem do przezbrojenia. Jest to kolejny przykład czynności wewnętrznej (przed wprowadzeniem standardu forma była przewożona z magazynu podczas trwającej przebudowy), przekształconej na zewnętrzną.

W tworzeniu procedury uczestniczył dział planowania, dział przebudów, dział kontroli jakości i dział produkcji. Ostatnią korzyścią z wprowadzenia standardu było ustalenie zasad przepływu informacji pomiędzy tymi działami. Dział planowania został zobligowany do wcześniejszego ustalania harmonogramów przezbrojenia, tak aby operatorzy mogli przygotować się do wykonania czynności. Ustalono również zakres odpowiedzialności pracowników uczestniczących w przebudowie.

EFEKTY

Na rysunku 6 został graficznie przedstawiony rozwój czasu przebudowy. Pierwszy słupek obrazuje czas przed wprowadzeniem nowego standardu, natomiast drugi to stan po wykonaniu warsztatów i wprowadzeniu standardu. „Przebudowa mechaniczna" wskazuje na czynności, które wykonywane są podczas wyłączenia maszyny i związane są bezpośrednio z jej technicznym przebudowaniem. Start maszyny obejmuje wpisywanie ustawień, nagrzewanie maszyny i kontrolę jakości. Po wprowadzeniu założeń metody SMED czas przebudowy skrócił się o godzinę. Wydłużony został czas kroku „start maszyny". Było to działanie zaplanowane, ponieważ przed wprowadzeniem standardu operatorzy kończyli przebudowę już na maszynie (wpisując odpowiedni kod do maszyny), nie mając zaakceptowanych uprzednio przez dział kontroli jakości preform. Powodowało to fałszowanie czasu przebudowy. Podczas przebudowy, przed wprowadzeniem nowych standardów, pierwszy operator pokonywał dystans 3259 kroków, a drugi operator 2744 kroków, co dawało łącznie dystans 4 km. Przed utworzeniem listy narzędzi niezbędnych do przebudowy, operatorzy podchodzili do 194 miejsc, aby je skompletować. Wprowadzenie standardu pozwoliło na skrócenie dystansu pokonywanego przez mechaników o 30%.



Rys. 6. Rozwój czasu przezbrojenia. Źródło: Dokumentacja pozyskana z badanego przedsiębiorstwa

Tabela 1. Podsumowanie efektów. Źródło: Opracowanie własne

	Przed	Po	Zmiana
Czas całkowity	245 minut	183 minuty	25%
Dystans	4 km	2,8 km	30%
Redukcja odpadu o 15%			
Oszczędność energii 30 tysięcy euro/rok (analizowany oddział przedsiębiorstwa)			
Usprawnienie przepływu informacji pomiędzy działami			

Czas przebudowy po wprowadzeniu standardu trwa o godzinę krócej. Poprzez prawidłową organizację pracy maszyny nie były włączone w trybie podtrzymania, w związku z czym oszczędność na kosztach energii dla jednego, analizowanego zakładu, wyniosła 30 tysięcy euro w skali roku. Dzięki akceptacji preform przez dział kontroli jakości już na etapie startu maszyny udało się zredukować odpad wynikający z produkcji wadliwych preform o 15%.

WNIOSKI I DYSKUSJA

W celu usprawnienia procesu przebudowy maszyn dokonano kilka istotnych zmian wdrożeniowych oraz ustalono nowy wewnętrzny standard. Przede wszystkim starano się utrzymać porządek na stanowisku pracy, zebrać wszystkie niezbędne sprzęty do przebudowy przed przystąpieniem do niej czy też prawidłowo oznakować miejsca, w których znajdowały się konkretne narzędzia. Ruchy pracowników zostały przeanalizowane, a kolejno zmienione, tak aby zaprzestać generowania zbędnych czynności. Zostały utworzone listy zadań do wykonania, które zostały umieszczone w widocznym miejscy na hali produkcyjnej. Starano się przekształcić jak najwięcej czynności wewnętrznych na czynności zewnętrzne. Cały proces wdrażania nowego standardu odbywał się z pełnym udziałem pracowników, przez co udało się uzyskać odpowiedzi i wypracować rozwiązania na pytania postawione podczas rozpoczęcia warsztatów SMED. Zwiększono efektywność przezbrojenia, pracownicy sami mogli zauważyć, jak można wykorzystać dostępne zasoby w najbardziej efektywny sposób oraz zostali zachęceni do utrzymania trwałości wprowadzonego standardu poprzez wgląd do jego pozytywnych rezultatów. Uczestnictwo w warsztatach pozwoliło pracownikom na pełne zrozumienie pojęcia nieefektywnych procesów i ich negatywnego oddziaływania na wzrost i rozwój przedsiębiorstwa.

W tabeli 1 dokonano podsumowania korzyści wynikających z wprowadzenia metody SMED do procesu przebudowy w analizowanym przedsiębiorstwie. Celem usprawnienia była eliminacja marnotrawstwa poprzez wypracowanie standardu przezbrojenia zgodnego z założeniami metody SMED, a następnie wdrożenie go i dokonanie redukcji kosztów energii elektrycznej oraz zoptymalizowanie czasu produkcyjnego. Można więc stwierdzić, że cele usprawnienia zostały osiągnięte. Wykonane badanie pozwoliło również na potwierdzenie H1: Wprowadzenie SMED do przedsiębiorstwa pozwala na redukcję marnotrawstwa, ograniczenie zużycia energii oraz na maksymalizację produkcji.

Wdrożony standard powinien podlegać nieustannej kontroli, gdyż przed jego wprowadzeniem, na skutek niewłaściwego przepływu informacji, w przedsiębiorstwie nie można było jasno przewidzieć, kiedy będą narzucone przezbrojenia maszyn wskutek zmian w harmonogramie, które wprowadzały różnego rodzaju opóźnienia lub zamian kolejności produkcji, które wynikały z hierarchiczności realizowanych zamówień. Komunikacja z pracownikami liniowymi była niezwykle istotną determinantą wdrożenia standardu, gdyż poczuli się oni zaangażowani od samego początku w projekt, a docenienie ich opinii i poczucie, że sami mogą decydować, w jakich warunkach będą pracować, spowodowało, że czuli się oni wyróżnieni. Z uwagi na aktualność problemu i konieczność wypracowania nowoczesnych metod zarządzania, pozwalających na obniżenie kosztów i przy tym zachowanie jakości, filozofia Lean i metody oraz narzędzia z nią związane stanowią duży potencjał naukowy i publikacyjny. Tradycyjne modele zarządzania, chociaż łatwe do wprowadzenia i często wystarczające dla małych przedsiębiorstw, nie zawsze spełnią swoje założenia i nie zaspokoją oczekiwań właścicieli i interesariuszy dużych przedsiębiorstw produkcyjnych. W sytuacji gwałtownych zmian w otoczeniu, kryzysów, wzrostu konkurencji i oczekiwań klientów, zarządzanie z wprowadzeniem filozofii Lean stanowi atrakcyjną alternatywę dla tradycyjnego modelu zarządzania.

LITERATURA

[1] Adeel S., Liaqat, Hussaan M., Mia R., Ahmed B., Wafa H., 2022: Environmental friendly bio-dyeing of silk using Alkanna tinctoria based Alkannin natural dye. Industrial Crops and Products.
[2] Afonso M., Gabriel A.T., Godina R., 2022: Proposal of an innovative ergonomic SMED model in an automotive steel springs industrial unit, Advances in Industrial and Manufacturing Engineering, vol. 5.
[3] Ahmed T., Toki G.F.I., Mia R., Li J., Islam S.R., Rishad M.M.A., 2022: Implementation of the six sigma methodology for reducing fabric defects on the knitting production floor: a sustainable approach for knitting, Industry, Textile & Leather Review, vol. 5.
[4] Antoniolli I., Guariente P., Pereira T., Ferreira L.P., Silva F.J.G., 2017: Standardization and optimization of an automotive components production line, Procedia Manufacturing, vol. 13.
[5] Brito M., Ramos A. L., Carneiro P., Gonçalves M. A., 2017: Combining SMED methodology and ergonomics for reduction of setup in a turning production area. Procedia Manufacturing.
[6] Garcia-Garcia G., Singh Y., Jagtap S., 2022: Optimising changeover through lean-manufacturing principles: a case study in a food factory. Sustainability, vol. 14.
[7] Godina R., Pimentel C., Silva F.J.G., Matias J.C.O., 2018: A structural literature review of the single minute exchange of die: the latest trends. Procedia Manufacturing, vol. 17.
[8] Goubergen D.V., Landeghem H.V., 2002: Rules for integrating fast changeover capabilities into new equipment design. Ro-

botics and Computer Integrated Manufacturing, vol. 18.
[9] Guariente P., Antoniolli I., Ferreira L.P., Pereira T., Silva F.J.G., 2017: Implementing autonumous maintenance in na automotive componentes manufacturer, Procedia Manufacturing, vol.. 13.
[10] Hemalatha C., Sankaranarayanasamy K., Durairaaj N., 2021: Lean and agile manufacturing for work-in-process (WIP) control, Materialstoday: Proceedings, vol. 46.
[11] Islam M.R., Mia R., Habib M.A.B., Lotif M.A., 2022: A comparative analysis for the cleaner production of vortex spun yarn based on the nozzle position. Heliyon, vol. 8.
[12] Martins M., Godina R., Pimentel C., Silva F.J.G., Matias J.C.O., 2018: A Practical Study of the Application of SMED to Electron-beam Machining. In Automotive Industry, Procedia Manufacturing, nr 17.
[13] Mia R., Sk M.S., Sayed Oli Z.B., Ahmed T., Kabir S., Waqar M.A., 2021: Functionalizing cotton fabrics through herbally synthesized nanosilver. Cleaner Engineering and Technology, vol. 4.
[14] Moreira B.M.D.N., Gouveia R.M., Silva F.J.G., Campilho R.D.S.G., 2017: A Novel Concept Of Production And Assembly Processes Integration, Procedia Manufacturing, vol. 11.
[15] Puvanasvaran P., Kim C. Y., Siang T. Y., 2012: Overall Equipment Efficiency (OEE) Improvement Through Integrating Quality Tool: Case Study. Procedia IDECON.
[16] Sabadka D., Molnar V., Fedorko G., 2017: The Use of Lean Manufacturing Techniques – SMED Analysis to Optimization of the Production Process, Advances in Science and Technology. Research Journal, vol. 11.
[17] Santos G., Sá J.C., Oliveira J., Ramos D.G., Ferreira C., 2018: Quality and safety continuous improvement through lean tools. In Lean Manufacturing: Implementation, Opportunities and Challenges. New York. EUA: Nova Science Publisher.
[18] Silva A., Sá J., Santos G., Silva F., Ferreira L., Pereira M., 2020: Implementation of SMED in a cutting line, Procedia Manufacturing, vol. 51.
[19] Sk M.S., Mia R., Hoque E., Ahmed B., Amin M.J.I., Kabir S.M.M., Mahmud S., 2022: Antimicrobial performance of silver–copper–zeolite microparticle-treated organic cotton fabric using versatile methods, Surface Innovations, vol. 40.
[20] Stolarska-Szeląg E., 2022: Gemba Walk w przedsiębiorstwach produkcyjnych – proces wdrożenia i korzyści, ZN WSH Zarządzanie, nr 4.
[21] Rocha H.T., Ferreira L.P., Silva F.J.G., 2018: Analysis and Improvement of Processes in the Jewelry Industry. Procedia Manufacturing.
[22] Roriz C., Nunes E., Sousa S., 2017: Application of Lean Production Principles and Tools for Quality Improvement of Production Processes in a Carton Company, Procedia Manufacturing.
[23] Vieira T., Sá J.C., Lopes M.P., Santos G., Félix M.J. Ferreira L.P., Silva F.J.G., Pereira M.T., 2018: Optimization of the cold profiling process through SMED, Procedia Manufacturingg, vol. 38.

Artykuł został po raz pierwszy zamieszczony w Zeszytach Naukowych Akademii Górnośląskiej nr 6/2023, s. 141 – 150.

dr Elżbieta Stolarska-Szeląg
Politechnika Świętokrzyska, Kielce
ORCID: 0000-0002-1463-0922

Jak cytować: Stolarska-Szeląg, E. (2023). Sustainable approach to the production process with SMED. Scientific Journals of the Upper Silesian Academy, 6, 141-150. DOI: 10.53259/2023.6.14

Kluczowe badania jakościowe w przetwórstwie tworzyw sztucznych

Patryk Gratka

W dzisiejszych czasach tworzywa sztuczne odgrywają niezwykle istotną rolę w wielu gałęziach przemysłu, od motoryzacji i elektroniki po opakowania i wyroby konsumenckie. Aby zagwarantować wysoką jakość i niezawodność w produkowanych wyrobach, przemysł przetwórczy polega na kluczowych badaniach jakościowych w laboratorium tworzyw sztucznych. W szczególności, proces wtrysku tworzyw sztucznych wymaga szczegółowych badań, aby zapewnić doskonałe właściwości i funkcjonalność wyrobów.

Wybór odpowiednich badań laboratoryjnych, takich jak badania wytrzymałości, odporności chemicznej, stabilności termicznej czy absorpcji dźwięku, pozwala spełnić wymagania stawiane w specyficznych sektorach przemysłu lub aplikacjach. Badania te umożliwiają producentom tworzyw sztucznych dokładniejsze dostosowanie składu materiału oraz parametrów wtrysku, co przekłada się na ostateczną jakość i funkcjonalność wyrobów.

KLUCZOWE BADANIA JAKOŚCIOWE W PROCESIE FORMOWANIA WTRYSKOWEGO TWORZYW SZTUCZNYCH

Proces wtrysku tworzyw sztucznych jest jedną z najpopularniejszych metod formowania dla wielu wyrobów na rynku. Opiera się na wtryskiwaniu nagrzanej masy plastycznej (tworzywa sztucznego) do formy, gdzie następnie zostaje ona chłodzona i utwardzana, przyjmując ostateczny kształt.

Kluczowe badania jakościowe w procesie wtrysku tworzyw sztucznych obejmują:

- **Analiza surowca**

Przed rozpoczęciem procesu wtrysku, surowiec (czyli tworzywo sztuczne w postaci granulatu) poddawany jest analizie, która obejmuje sprawdzenie składu chemicznego, wielkości ziaren, wilgotności oraz ewentualnych zanieczyszczeń. Ta wstępna kontrola jest niezbędna, aby zapewnić spójność i jakość surowca, co wpływa na ostateczne właściwości wyrobu i stabilność procesu wtrysku tworzyw.

- **Badanie lepkości i temperatury**

W laboratorium określa się lepkość tworzywa sztucznego w różnych temperaturach, co jest istotne do odpowiedniego dobrania parametrów procesu wtrysku. Wysoka lub niska lepkość może prowadzić do problemów z wypełnianiem formy lub powstawaniem wad w wyrobie.

- **Badanie właściwości mechanicznych**

Po wykonaniu wtrysku, wyroby muszą być testowane pod kątem właściwości mechanicznych, takich jak wytrzymałość, elastyczność, twardość itp. To pozwala ocenić, czy tworzywo sztuczne spełnia wymagania projektowe i normy branżowe.

- **Testowanie odporności na warunki zewnętrzne**

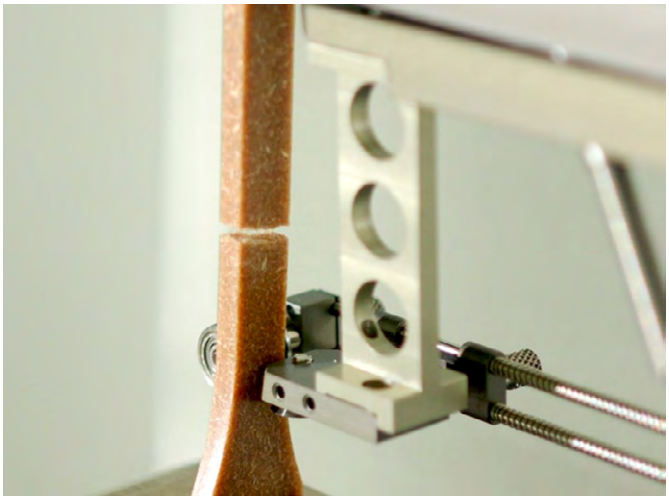
Wyroby z tworzyw sztucznych często są eksploatowane w różnych warunkach, takich jak zmienne temperatury, wilgotność, promieniowanie UV itp. Badania laboratoryjne pozwalają określić, jak materiał zachowa się w ekstremalnych lub trudnych warunkach.

- **Badanie kształtu i wymiarów**

Precyzyjne wymiary są kluczowe w wielu zastosowaniach, więc badania laboratoryjne sprawdzają dokładność i spójność wymiarową wyrobów.

BADANIA JAKOŚCIOWE SUROWCA I WYROBU GOTOWEGO – DLACZEGO WARTO JE REALIZOWAĆ?

Badania jakościowe surowca oraz wyrobu gotowego w procesie formowania wtryskowego są niezwykle istotne z kilku kluczowych powodów, mających wpływ zarówno na zadowolenie klienta, jak i na stabilność samego procesu wtrysku. Po pierwsze, surowiec (polimer, tworzywo) stanowi fundament całego procesu wtrysku. Jego jakość i właściwości fizyczne mają bezpośredni wpływ na ostateczną jakość wyprasek. Badania surowca pozwalają upewnić się, że surowiec spełnia odpowiednie parametry mechaniczne, chemiczne oraz termiczne, co przekłada się na trwałość, wytrzymałość i estetykę wyrobów końcowych.



Po drugie, badania jakościowe wyrobu gotowego pozwalają na wczesne wykrycie ewentualnych wad wyprasek, defektów czy niedoskonałości. Dzięki temu można podjąć odpowiednie kroki korygujące jeszcze na etapie produkcji, co minimalizuje ilość odpadów i obniża koszty. Wysoka jakość wyprasek jest kluczowa dla zadowolenia klienta, ponieważ wpływa na ich trwałość, funkcjonalność oraz estetykę, co ma bezpośredni wpływ na reputację firmy i lojalność klientów.

BADANIA LABORATORYJNE TWORZYW SZTUCZNYCH W DOPAK – W CZYM MOŻEMY CI POMÓC?

Zapewnienie doskonałej jakości produktów to kluczowy element w budowaniu zaufania klientów i osiąganiu sukcesu rynkowego. Warto w tym zakresie skorzystać z usług doświadczonego partnera, który będzie gwarantem wysokiej wiedzy i rzetelności realizacji badań. Laboratorium tworzyw sztucznych do kontroli jakości firmy Dopak oferuje Państwu niezrównane możliwości w zakresie precyzyjnych i wiarygodnych analiz. Dzięki zaawansowanemu sprzętowi oraz doświadczonej ekipie specjalistów, jesteśmy w stanie zapewnić kompleksowe testy, które dopasowujemy indywidualnie do Państwa potrzeb. Zaufało nam już wiele renomowanych firm, a teraz to Państwo mają szansę przekonać się o naszej kompetencji i zaangażowaniu.

Warto dowiedzieć się o zakresie badań laboratoryjnych w Dopak. Poznaj również program szkoleń Dopaka z "Metod badań tworzyw sztucznych", dzięki któremu wzmacniane są kompetencje w zakresie jakości wyrobów w przetwórstwie tworzyw sztucznych. Zapraszamy do kontaktu z nami drogą mailową: cbr@dopak.pl, a przygotujemy dla Państwa ofertę dostosowaną do specyfiki projektu. Razem podniesiemy poprzeczkę dla jakości Państwa produktów i osiągniemy wspólny sukces na rynku.

JAKIE JESZCZE BADANIA JAKOŚCIOWE WYKONUJE SIĘ W BRANŻY PRZETWÓRSTWA TWORZYW SZTUCZNYCH?

Wprowadzenie różnorodnych badań laboratoryjnych w procesie wtrysku tworzyw sztucznych pozwala na pełniejsze zrozumienie właściwości i zachowania materiału w różnych warunkach, co prowadzi do doskonalenia procesu produkcji i zapewnienia najwyższej jakości wyrobów. Proces wtrysku tworzyw sztucznych to złożony proces, który wymaga wielu badań laboratoryjnych w celu zapewnienia wysokiej jakości i wydajności wyrobów.

Poniżej znajduje się lista badań laboratoryjnych realizowanych w procesie wtrysku tworzyw sztucznych:

1. Badanie wytrzymałości zmęczeniowej: Wyroby z tworzyw sztucznych często są poddawane cyklicznym obciążeniom i naprężeniom w czasie użytkowania. Badanie wytrzymałości zmęczeniowej polega na wystawianiu próbek na powtarzające się obciążenia, aby określić, jak materiał zachowuje się w warunkach dynamicznych i ile cykli obciążenia może wytrzymać bez uszkodzenia.

2. Badanie odporności chemicznej: Często tworzywa sztuczne są używane w środowiskach, gdzie mogą mieć kontakt z różnymi substancjami chemicznymi. Badanie odporności chemicznej polega na narażeniu próbek na różne chemikalia i monitorowaniu, czy materiał ulega degradacji, zmianom koloru lub innym uszkodzeniom.

3. Badanie stabilności termicznej: Proces wtrysku może podnosić temperaturę tworzywa sztucznego, a wysoka temperatura może wpływać na jego właściwości mechaniczne i chemiczne. Badania stabilności termicznej pozwalają określić temperaturę, przy której materiał zaczyna ulegać degradacji, aby zapobiegać przegrzaniu w czasie procesu wtrysku.

4. Badanie przewodnictwa cieplnego: Niektóre zastosowania wymagają, aby tworzywo sztuczne miało odpowiednią przewod-

ność cieplną. Badania laboratoryjne pozwalają określić, jak dobrze materiał przewodzi ciepło, co jest istotne np. w branży elektronicznej lub przetwórstwie tworzyw do chłodzenia lub izolacji.

5. Badanie rozszerzalności termicznej: Wyroby z tworzyw sztucznych mogą być eksploatowane w różnych temperaturach, co może wpływać na ich wymiary. Badania rozszerzalności termicznej pozwalają ocenić, jak materiał reaguje na zmiany temperatury i jakie zmiany wymiarowe mogą wystąpić.

6. Badanie absorpcji wody: Niektóre tworzywa sztuczne mogą absorbować wilgoć, co może wpływać na ich właściwości mechaniczne i wymiary. Badanie absorpcji wody pozwala ocenić, jakie ilości wody może wchłaniać materiał i jakie zmiany to powoduje.

7. Badanie elektryczności: W przypadku zastosowań elektrycznych i elektronicznych, badania elektryczności pozwalają określić przewodnictwo elektryczne tworzywa oraz jego zdolność do izolacji.

8. Badanie zdolności do utleniania i redukcji: W niektórych przypadkach, na przykład przy stosowaniu tworzyw jako opakowań żywnościowych, badania zdolności do utleniania i redukcji są ważne, aby ocenić, jak materiał wpływa na jakość i trwałość przechowywanych produktów.

9. Badanie odporności na działanie promieniowania UV: Tworzywa sztuczne używane na zewnątrz są narażone na promieniowanie ultrafioletowe, które może powodować degradację materiału, blaknięcie koloru i zmniejszenie wytrzymałości. Badania odporności na promieniowanie UV pozwalają określić, jak materiał zachowuje się w warunkach ekspozycji na światło słoneczne.

10. Badanie odporności na ścieranie: W niektórych zastosowaniach, takich jak elementy łożyskowe, tworzywa sztuczne muszą być odporne na ścieranie. Badania laboratoryjne pozwalają ocenić odporność materiału na zużycie spowodowane tarciem.

11. Badanie degradacji termicznej: Podczas wtrysku, tworzywo sztuczne poddawane jest wysokiej temperaturze, co może wpłynąć na jego stabilność chemiczną. Badanie degradacji termicznej pozwala ocenić, czy materiał utrzymuje swoje właściwości podczas przetwarzania.

12. Badanie odporności na uderzenia: Wyroby z tworzyw sztucznych, takie jak osłony, obudowy, muszą być odporne na uderzenia i ugięcia. Badania odporności na uderzenia pozwalają określić zachowanie materiału podczas ekspozycji na różne obciążenia dynamiczne.

13. Badanie szczelności: W przypadku niektórych zastosowań, takich jak opakowania, ważne jest, aby tworzywo sztuczne było szczelne. Badania szczelności pozwalają określić, czy materiał utrzymuje hermetyczność i zapobiega przeciekom.

14. Badanie zdolności do recyklingu: Współczesne wymogi ekologiczne skupiają się na zrównoważonym rozwoju i recyklingu tworzyw sztucznych. Badanie zdolności do recyklingu pozwala określić, czy materiał może być poddany recyklingowi i ponownemu wykorzystaniu.

15. Badanie struktury fazy krystalicznej: Niektóre tworzywa sztuczne posiadają strukturę fazy krystalicznej, co wpływa na ich właściwości mechaniczne i termiczne. Badania struktury fazy krystalicznej pozwalają na dokładniejsze zrozumienie charakterystyki materiału.

16. Badanie absorpcji dźwięku: W niektórych zastosowaniach, takich jak komponenty w branży audio, ważne jest, aby tworzywo sztuczne miało odpowiednią zdolność do absorpcji dźwięku. Badania laboratoryjne pozwalają na określenie właściwości akustycznych materiału.

17. Badanie zdolności do formowania: Proces wtrysku polega na wtryskiwaniu tworzywa sztucznego do formy o określonym kształcie. Badania zdolności do formowania pozwalają ocenić, jakie kształty i geometrie można osiągnąć przy użyciu danego tworzywa.

18. Badanie cyklu życia (*life cycle analysis* – LCA): Badanie cyklu życia jest kompleksowym podejściem do oceny wpływu wyrobu na środowisko, począwszy od pozyskania surowców, przez produkcję, użytkowanie, aż do utylizacji lub recyklingu. LCA pozwala na ocenę ekologicznej równoważności i oszacowanie potencjalnego wpływu na zmiany klimatu.

19. Badanie zdolności barwienia: Niektóre zastosowania wymagają, aby tworzywa sztuczne były łatwe do barwienia w celu uzyskania różnych kolorów. Badanie zdolności barwienia pozwala na ocenę, jak materiał przyjmuje barwniki i pigmenty, co ma wpływ na końcowy efekt kolorystyczny wyrobów.

20. Badanie właściwości dielektrycznych: W przypadku zastosowań elektrycznych i izolacyjnych, badania właściwości dielektrycznych pozwalają określić zdolność tworzywa do izolacji prądu elektrycznego i jego współczynnik dielektryczny.

21. Badanie zdolności do obróbki wtórnej: Często wyroby z tworzyw sztucznych wymagają dodatkowych operacji obróbki, takich jak wycinanie, gwintowanie czy obróbka mechaniczna. Badanie zdolności do obróbki wtórnej ocenia, jak dobrze materiał nadaje się do poddania takim procesom.

22. Badanie odporności na skrajne warunki atmosferyczne: W niektórych branżach, takich jak motoryzacja czy lotnictwo, tworzywa sztuczne muszą być odporne na ekstremalne warunki atmosferyczne, takie jak ekstremalne temperatury, wilgotność, czy działanie soli. Badania odporności na skrajne warunki pozwalają ocenić, czy materiał spełnia wymagania aplikacyjne.

23. Badanie kompatybilności materiałowej: W wielu zastosowaniach, tworzywa sztuczne muszą współpracować z innymi materiałami, na przykład w skomplikowanych układach złożonych z różnych komponentów. Badania kompatybilności materiałowej pozwalają określić, czy nie występują niepożądane interakcje pomiędzy różnymi materiałami.

24. Badanie reakcji na ogień: W niektórych zastosowaniach, takich jak wyposażenie do bezpieczeństwa pożarowego, ważne jest, aby tworzywa sztuczne miały określone właściwości antypirenne. Badania reakcji na ogień pozwalają na określenie, jak materiał zachowuje się w kontakcie z ogniem i czy spełnia odpowiednie normy bezpieczeństwa pożarowego.

25. Badanie zdolności antystatycznych: W niektórych aplikacjach, tworzywa sztuczne muszą być antystatyczne, aby uniknąć gromadzenia się ładunków elektrostatycznych. Badania antystatyczności pozwalają ocenić, jak materiał zachowuje się pod kątem przewodnictwa elektrycznego i eliminacji ładunków statycznych.

Pamiętajmy, że rodzaj badania oraz warunki prowadzonego badania są niezwykle istotne i zależą bezpośrednio od samego środowiska pracy, w jakim będzie eksploatowany dany wyrób. Dlatego też, regularne i precyzyjne badania laboratoryjne w procesie wtrysku tworzyw sztucznych pozostają kluczowym elementem w ciągłym doskonaleniu i innowacji w przemyśle, a także w spełnianiu wymogów bezpieczeństwa, norm jakościowych oraz zrównoważonego rozwoju.

INFORMACJA PRASOWA
mgr inż. Patryk Gratka
inżynier R&D w Dopak Sp. z o.o.

W poszukiwaniu pewnego i niepodważalnego wyniku grubości powłoki lakierniczej

Sławomir Zwiefka

Jedną z najbardziej interesujących wykonawców i użytkowników cech powłok lakierniczych jest ich grubość. Decyduje ona nie tylko o cechach wizualnych czy estetycznych, ale również zabezpieczających materiał podłoża.

W normie ISO 2808 „Farby i lakiery – Oznaczanie grubości powłoki" opisano różne metody stosowane do pomiaru grubości powłok nałożonych na podłoże. Większość metod nieniszczących nie mierzy geometrycznej grubości (długości) powłoki. Mierzą inne cechy fizyczne, zazwyczaj falowe (fala elektromagnetyczna, akustyczna) i ich zachowanie w mierzonym układzie, a następnie przeliczają je na grubość powłoki. Jak każde przeliczenie, jego wynik będzie zależny od sposobu przeliczenia i współczynników przeliczeniowych. Są również mierniki, do pomiarów niszczących wymienione w metodzie 6B normy ISO 2808 „Farby i lakiery – Oznaczanie grubości powłoki", jako metodzie o nazwie „Nacięcie klinowe", a określane potocznie jako mierniki Paint Inspection Gauge (P.I.G.). Metoda ta opisana jest również w normach ASTM D4138-07a, JIS K 5600-1-7 czy DIN 50986. Jest ona często stosowana przy pomiarze grubości powłok lakierniczych na tworzywach sztucznych, ponieważ najpowszechniejsze metody taka jak indukcji elekromagnetycznej czy prądów wirowych w żaden sposób nie nadają się do pomiaru na podłożach niebędących metalami.

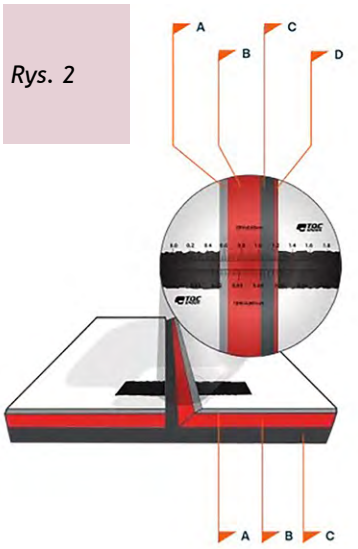
Mierniki te pozwalają w sposób bezpośredni, poprzez geometryczny pomiar grubości powłoki, określić jej grubość. Co więcej, ponieważ pomiar ten odbywa się przy pomocy mikroskopu wziernego, możemy obejrzeć tę grubość, a nawet ją sfotografować. Dodatkową zaletą jest możliwość precyzyjnego pomiaru nawet kilku warstw w powłokach wielowarstwowych.

Mierniki składają się z ostrzy wykonanych ze stali węglowej, posiadających odpowiedni kąt ostrza i umocowanych w urządzeniu w taki sposób, by kąt nacięcia poziomej próbki był precyzyjny, pod ustalonym kątem zależnym od ostrza i w pełni powtarzalny. Nacięcie takie wykonujemy przyrządem przez powłokę do podłoża, wcześniej wybierając ostrze o kącie nacięcia najbardziej nam odpowiadającym. Kąt ten (czyli typ ostrza) dobiera się w zależności od przewidywanej całkowitej grubości powłoki, a zakres ten jest podany przez producenta w instrukcji urządze-

Rys. 1

PosiTest® PG Paint Inspection Gage				TQC Sheen SuperPIG			
ostrze	kąt	mnożnik	zakres µm	ostrze	kąt	mnożnik	zakres
1x	45°	x1	20-1250	1	brak danych	x20	20-1800
2x	26,6°	x0,5	10-625	2	brak danych	x10	10-900
5x	11,3°	x0,2	4-250	3	brak danych	x5	5-450
10x	5,7°	x0,1	1-125	4	brak danych	x2	2-180

Rys. 2



nia. I tak przykładowo ostrza, kąty i zakresy pomiaru u dwóch czołowych producentów są przedstawione w tabeli.

Pomiar polega ma nacięciu powłoki przy pomocy wybranego ostrza (rys. 1), a następnie na zmierzenie pod mikroskopem uzyskanego śladu widzianego prostopadle od góry. Ten ślad, jednej lub kilku powłok, jest jej geometryczną grubością widzianą z góry pod kątem, pod którym dokonaliśmy nacięcia (rys. 2).

Podane przez producenta współczynniki przeliczeniowe pozwalają przeliczyć widzianą pod mikroskopem szerokość śladu na wysokość warstwy. Wynik ten jest wynikiem pewnym, pomierzonym w sposób geometryczny przy pomocy narzędzia optycznego, jakim jest mikroskop z podziałką. Ta pewność w wielu sytuacjach (np. w sporach prawnych) jest nie do przecenienia i często jest ważniejsza niż słabość metody polegająca na minimalnym uszkodzeniu powłoki w miejscu pomiaru. Dodatkową zaletą metody jest to, że wynik widziany pod mikroskopem możemy udokumentować fotograficznie, np. robiąc zdjęcie telefonem komórkowym.

Agencja Anticorr Gdańsk, jako autoryzowany przedstawiciel czołowych producentów sprzętu pomiarowego, zapewnia pełne wsparcie sprzętowe i techniczne klientom poszukującym tego typu metod.

Agencja Anticorr Gdańsk

REKLAMA

AGENCJA ANTICORR

Agencja Anticorr Gdańsk Sp. z o.o.
ul. Tarcice 11, 80-718 Gdańsk
tel: 58 343 25 53, 502 523 999
biuro@anticorr.pl

Urządzenia kontrolno-pomiarowe do badania powłok i tworzyw

Kompleksowe wsparcie techniczne
Profesjonalne doradztwo

www.anticorr.pl

Innowacyjne funkcje i nowoczesny interfejs użytkownika zwiększają wydajność, dokładność i wiarygodność cyfrowych danych kolorystycznych.

Konica Minolta wprowadza na rynek pionowy, przenośny spektrofotometr CM-17d do bardzo dokładnych pomiarów kolorów w każdych warunkach

CM-17d to pierwszy przenośny instrument Konica Minolta, który zawiera elektroniczny wizjer, ułatwiający precyzyjne pozycjonowanie na próbkach, które zwykle byłyby uważane za trudne; CM-16d ma ograniczony zestaw funkcji i atrakcyjny stosunek ceny do wydajności. Urządzenia te doskonale sprawdzają się w pomiarach małych próbek oraz tych o zakrzywionych lub wzorzystych powierzchniach, stanowiąc idealne rozwiązanie dla wymagań pomiaru koloru w wielu środowiskach. CM-17d i CM-16d są następcami modeli CM-700d i CM-600d, które są szeroko stosowane w zakładach rozwojowych i produkcyjnych na całym świecie.

Instrumenty te zostały opracowane, aby pomóc naszym klientom zmaksymalizować korzyści płynące z cyfrowych danych kolorów w kontroli jakości, produkcji lub badaniach i rozwoju w różnych dziedzinach, w tym w motoryzacji, technologii, kosmetykach, farbach, tworzywach sztucznych, materiałach budowlanych i tekstyliach.

SPEKTROFOTOMETR CM-17D

1. Konstrukcja zorientowana na użytkownika

Spektrofotometr CM-17d został zaprojektowany z myślą o prostej obsłudze. Ergonomicznie zaprojektowany uchwyt jest łatwy do trzymania i umożliwia obsługę jedną ręką. Wizjer kamery (tylko model CM-17d jest wyposażony w wizjer kamery) ułatwia pozycjonowanie w celu zapewnienia dokładnych pomiarów i wydajności operatora. Nowoczesny interfejs użytkownika i wyświetlacz sprawiają, że przyrząd jest łatwy w użyciu do codziennych zadań lub szkolenia nowych operatorów. Bezprzewodowe połączenie (do połączenia bezprzewodowego wymagany jest opcjonalny moduł WLAN/Bluetooth) przez bezprzewodową sieć LAN i Bluetooth umożliwia operatorowi wydajną pracę niezależnie od środowiska lub próbki.

2. Zwiększona dokładność przy zachowaniu kompatybilności danych

CM-17d oferuje lepszą zgodność między instrumentami i powtarzalność, przy jednoczesnym zachowaniu kompatybilności danych z CM-700d. Czas pomiaru został skrócony o około 30% (podczas pomiaru w SCI lub SCE) w porównaniu z poprzednim modelem.

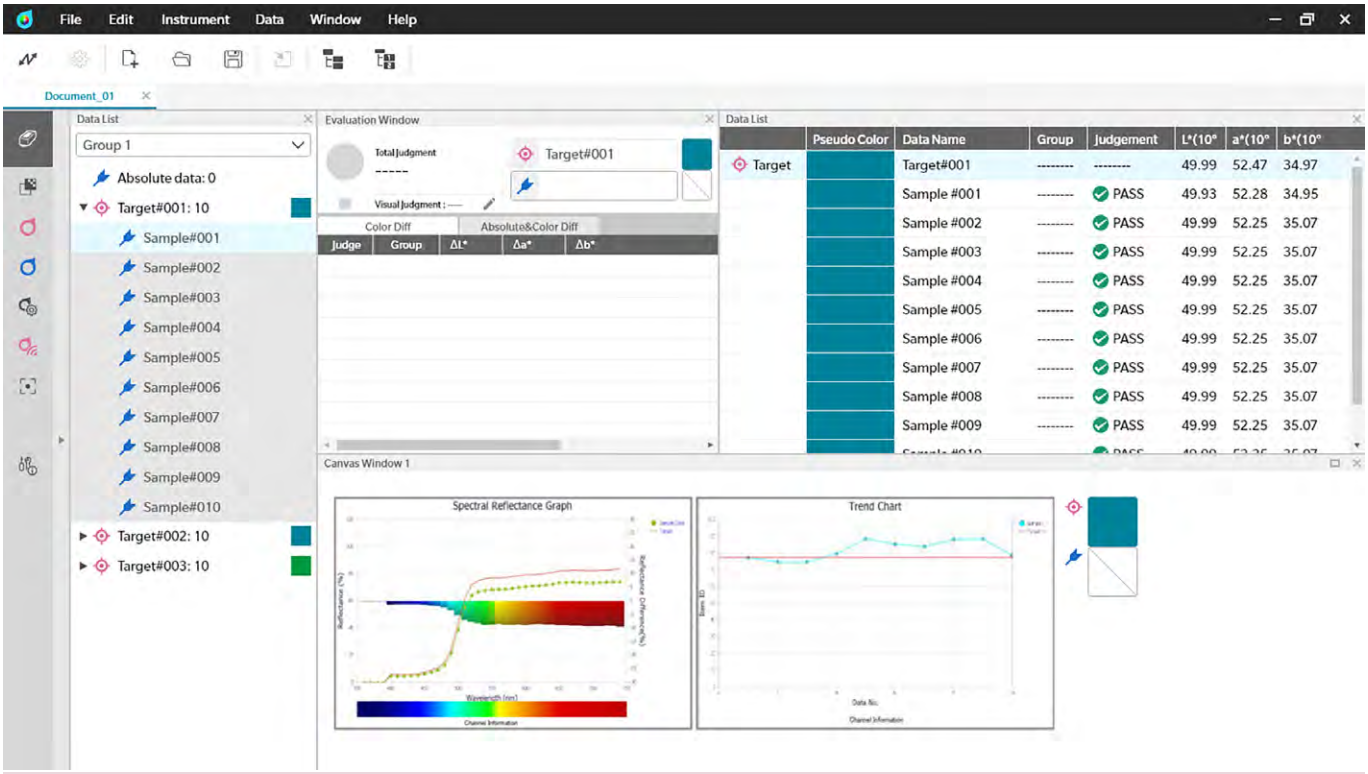
3. Codzienna wydajność i niezawodność

Stacja dokująca

Stacja dokująca (podstawka jest standardowym akcesorium dla CM-17d i opcjonalnym akcesorium dla CM-16d) posiada wbudowany pojemnik do kalibracji zera i przechowywania białej nasadki kalibracyjnej, dzięki czemu urządzenie jest zawsze gotowe do użycia i przechowywane w schludny i bezpieczny sposób.

Funkcja kompensacji długości fali

CM-17d jest wyposażony w funkcję Wavelength Analysis & Adjustment (WAA) firmy Konica Minolta, która automatycznie kompensuje odchylenia od długości fali (może to być spowodowane uderzeniem podczas użytkowania, zmianami temperatury otoczenia itp.) Zapewnia to dodatkową wiarygodność i pewność danych pomiarowych przez cały rok.



Oprogramowanie do zarządzania kolorami SpectraMagic™ NX2 umożliwia przechowywanie, analizę i komunikację cyfrowych danych

Zarządzanie danymi kolorów za pomocą SpectraMagic™ NX2

Połączenie z oprogramowaniem do zarządzania kolorami SpectraMagic™ NX2 (SpectraMagic™ NX2 jest oprogramowaniem opcjonalnym) umożliwia przechowywanie, analizę i komunikację cyfrowych danych dotyczących kolorów przy użyciu standardowych indeksów kolorów. Nowa funkcja szablonów QC pomaga właścicielom projektów kontrolować parametry pomiarów i komunikacji ze współpracownikami i partnerami w łańcuchu dostaw.

Stacja dokująca jest standardowym akcesorium dla CM-17d

INFORMACJE O KONICA MINOLTA SENSING EUROPE B.V.

Konica Minolta Sensing Europe B.V., część działu Industrial Business firmy Konica Minolta, Inc. Japan, jest wiodącym dostawcą rozwiązań pomiarowych do zastosowań w dziedzinie koloru i wyglądu oraz pomiaru światła. W całym regionie EMEA Konica Minolta Sensing Europe B.V. obsługuje przemysł w ponad 30 krajach za pośrednictwem oddziałów i wykwalifikowanych dystrybutorów. Oparte na najnowocześniejszych technologiach optycznych i przetwarzania obrazu rozwiązania pomiarowe Konica Minolta Sensing pomagają poprawić kontrolę jakości i wspierają prace badawczo-rozwojowe w różnych branżach.

Nasze rozwiązania do zarządzania kolorem są niezbędne do zapewnienia jakości w takich branżach jak motoryzacja, tworzywa sztuczne, powłoki, żywność i składniki, chemia, farmaceutyka, kosmetyki i inne.

Konica Minolta Sensing, wraz z należącymi do grupy firmami Instrument Systems z Niemiec i Radiant Vision Systems z USA, oferuje najnowocześniejsze technologie w dziedzinie pomiarów światła i wyświetlaczy dla branży ITC, motoryzacyjnej i oświetleniowej, a także nowe technologie, takie jak microLED, OLED, AMOLED, AR/VR itp.

Dzięki sile spółek grupy Eines Vision Systems z Hiszpanii i Specim z Finlandii, portfolio kontroli wizualnej powiększyło się o technologię sztucznej inteligencji i automatyzacji oraz technologię obrazowania hiperspektralnego do pomiaru tego, co niewidoczne.

Konica Minolta Sensing Europe B.V.
Sp. z o.o. Oddział w Polsce
53-025 Wrocław, ul. Skarbowców 23a
tel. +48 71 734 52 11
fax +48 71 734 52 10
e-mail: info.poland@seu.konicaminolta.eu
https://www.konicaminolta.pl/pl-pl

tworzywa.org

Portal branży tworzyw

Skontaktuj się z nami:

www.tworzywa.org

e-mail: redakcja@tworzywa.org

85-758 Bydgoszcz, ul. Przemysłowa 8C

tel. 52 343 73 35, fax 52 561 02 37

VERTICA.PL

Technologie internetowe

Gdy potrzeba chłodu jest pilna...

Agregaty wody lodowej na wynajem!

Cool®
Istniejemy od 1981 roku

Zgłoś się do nas!

Posiadamy chillery o wydajności: 20-500 kW mocy chłodniczej!

R290
eco friendly

Dlaczego my?

- Jesteśmy obecni na rynku już ponad 40 lat
- Produkujemy chillery własnej marki od 23 lat
- Jesteśmy **krajowym liderem** w produkcji i sprzedaży chillerów z ekologicznym czynnikiem **R290 (propan)**
- Nasz zakład produkcyjny wyposażony jest w kompletne zaplecze do testów i konserwacji urządzeń

cool.pl

REKLAMA

www.tworzywasztuczne.biz

Zapraszamy na naszą stronę internetową!

DRS w badaniach polimerów na przykładzie radiolizy elastomerów

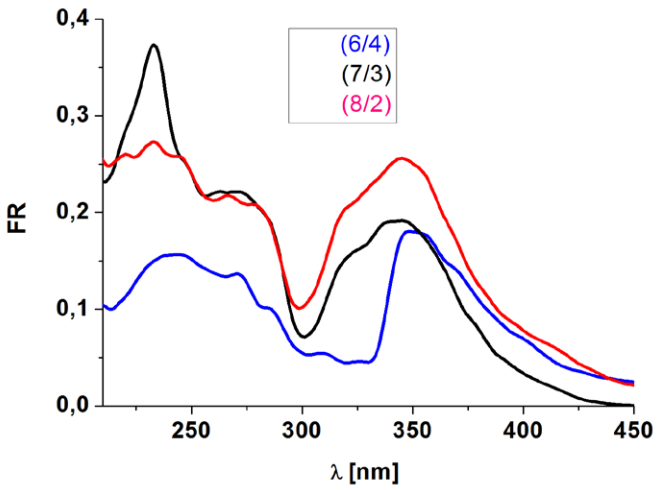
Wojciech Głuszewski, Moe Min Htwe

Spektroskopia absorpcyjna w wersji odbiciowej światła rozproszonego (DRS - *diffuse reflectance spectroscopy*) jest wygodnym narzędziem do badania nietransparentnych dla promieniowania UV-Vis polimerowych obiektów o dowolnym fizycznym kształcie [1]. Zwykle są to folie lub proszki. Nieniszcząca metoda spektrofotometrii UV/Vis DRS daje widma absorpcyjne wyrażone funkcją Kubełki i Munka (FR). Zasada pomiaru jest teoretycznie prosta. Wiązkę światła analitycznego kierujemy na próbkę. Część światła wraca na zasadzie odbicia zwierciadlanego, reszta jest załamywana do wnętrza materiału i po odbiciach wewnętrznych i rozproszeniu wychodzi, niosąc informacje o rodzaju i stężeniach związków w nim zawartych. Ta część światła osłabiona w określonych zakresach widma przez produkty powstałe w wyniku np. radiolizy jest dla pomiaru najważniejsza. Rozkład kątowy i niewielka z natury rzeczy intensywność rozproszonego światła mają charakter statystyczny. Jednak postęp w dziedzinie konstrukcji spektrofotometrów pozwala obecnie rozwiązać te problemy. Warto przypomnieć, że radioliza jest to ogół zjawisk chemicznych wywołanych działaniem promieniowania jonizującego na materię [2, 3]. Termin ten do nauki wprowadziła Maria Skłodowska – Curie.

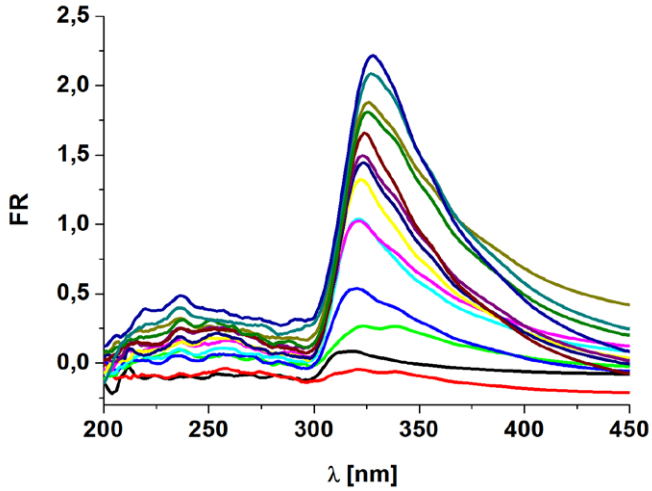
Praktyczne zastosowanie DRS przedstawiono na przykładzie radiolizy elastomerów typu NBR i HNBR [4]. Nie są potrzebne w tym przypadku rozpuszczalniki, które mogłyby mieć wpływ na stany produktów działania promieniowania jonizującego. Jako odniesienie stosuje się próbki nienapromieniowane. W efekcie w zakresie długości fali 200 - 800 nm obserwuje się widma optyczne związków pośrednich i produktów końcowych powstałych jedynie podczas radiolizy. Analogicznie można badać zjawiska oksydegradacji, porównując materiały starzone i niestarzone. Warto dodać, że metoda jest komplementarna do elektronowego rezonansu paramagnetycznego (EPR). Pokazuje ona widma substancji nieparamagnetycznych, które nie dają sygnałów EPR. W analizie wyników należy zwrócić uwagę na rozmaitość przejściowych i końcowych produktów radiolizy, spowodowaną głównie niejednorodnością pochłaniania energii w gniazdach jedno- i wielojonizacyjnych. Najkorzystniejszy z punktu widzenia obserwacji zjawisk radiacyjnych jest pomiar różnicowy, który kompensuje wszystkie specyficzności polimeru (zróżnicowany udział fazy krystalicznej i bezpostaciowej oraz warianty powierzchni) przy założeniu, że w wyniku napromieniania nie zmieniają się wielkość ziaren proszku, udział faz krystalicznych oraz współczynniki załamania. Wiązka światła analizującego pada w czasie pomiaru porównawczego na przemian na próbkę napromieniowaną i nienapromieniowaną. Rejestrowana jest tylko różnica absorpcji. Interpretacja wyników wymaga pewnych zabiegów matematycznych, ale w naszym przypadku wystarczyło jej półilościowe potraktowanie.

HNBR

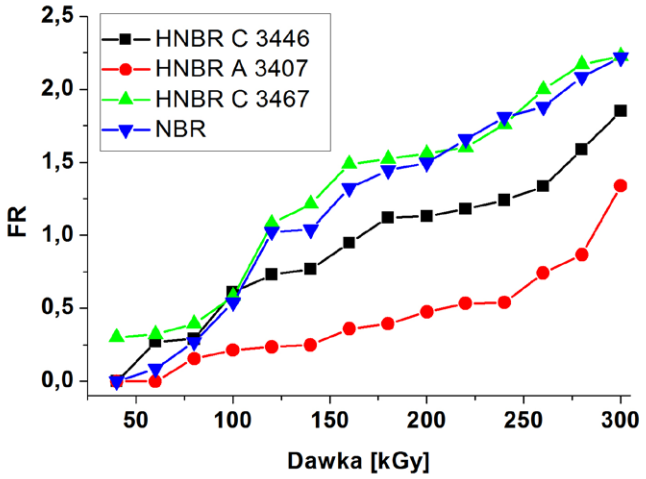
Uwodorniony kauczuk akrylonitrylowo-butadienowy (HNBR) należy do grupy elastomerów specjalistycznych nowej generacji [5]. Obecność w łańcuchach grup nitrylowych powoduje jego odporność na działanie niepolarnych mediów technicznych. Dostępne na rynku odmiany różnią się zawartością >C=C< i –CN. HNBR może być sieciowany za pomocą siarki w obecności przyspieszaczy dla zawartości [>C=C<] 2-5%. Gdy [>C=C<] jest poniżej 1% sieciowanie prowadzi się wyłącznie nadtlenkami. Alternatywą jest sieciowanie radiacyjne, które można przeprowadzić w dowolnej temperaturze, łatwo kontrolując proces wielkością dawki (czasem napromieniowania) [5]. Jednostką dawki pochłoniętej promieniowania jonizującego jest Gy (J/kg). Inaczej mówiąc średnia ilość przekazanej przez promieniowania energii wyrażonej w dżulach na kilogram obrabianego radiacyjnie materia-



Rys. 1. Widma absorpcyjne DRS mieszanin HNBR34 i NBR33 dla dawki promieniowania (EB) 150 kGy



Rys. 2. Widma FR dla HNBR napromieniowanego wiązką elektronów, dawkami od 20 do 300 kGy



Rys. 3. Zależności wielkości maksimum pasma w zakresie 325 nm od dawki promieniowania

łu. W celu zainicjowania sieciowania HNBR poddawano działaniu wiązki elektronów (EB) lub promieniowania gamma (γ). Do badań wybrano kilka gatunków kauczuków różniących się między sobą budową chemiczną, tj. stopniem uwodornienia (94,5 - 99,5% molowych) oraz zawartością związanego akrylonitrylu (34 - 43% mas.). Stwierdzono, że HNBR ulega sieciowaniu radiacyjnemu, a gęstość wiązań poprzecznych jest niemal wprost proporcjonalna do dawki pochłoniętej promieniowania. Stosunek aktów degradacji łańcuchów (p) i aktów sieciowania (q) określono za pomocą równania Charlesby'ego-Pinnera. Stwierdzono, że procesowi sieciowania radiacyjnego HNBR towarzyszyła umiarkowana degradacja łańcuchów (p/q = 0,05 – 0,10).

Pierwszym przykładem (rys. 1) jest radioliza mieszanin HNBR34 i NBR33 w proporcjach 6/4, 7/3 i 8/2 napromieniowanych wiązką elektronów. Ze wzrostem zawartości HNBR rośnie intensywność pasm w zakresie 350 nm, które przypisywane są produktom degradacji polimerów. Wyniki można analizować również z punktu widzenia liczby wiązań podwójnych w elastomerze, które sprzyjają radiacyjnemu sieciowaniu i zwiększają odporność na oksydegradację.

Drugi przykład to badania radiolizy elastomeru HNBR modyfikowanego dawkami od 20 do 300 kGy promieniowaniem gamma (rys. 2).

Intensywności pasm w zakresie 50–300 kGy zwiększają się w przybliżeniu proporcjonalnie do dawki promieniowania. Badania sieciowania elastomerów wykorzystujące metodę żel/zol pokazują, że proces sieciowania zachodzi po tzw. aktywacyjnej dawce promieniowania. Tłumaczy się to zwiększeniem z dawką liczby makrorodników, a co za tym idzie wzrostem prawdopodobieństwa ich rekombinacji. Dla elastomerów HNBR napromieniowanych w tlenie i argonie dawka aktywacyjna jest na poziomie 20 – 30 kGy. Zjawisko to jest również widoczne na zależnościach wielkości FR od dawki promieniowania w zakresie 300–350 nm.

PODSUMOWANIE

Problemy radiacyjnego sieciowania i postradiacyjnej oksydegradacji elastomerów wykraczają poza możliwości niniejszej pracy. Przykładowo utlenienie powierzchni elastomeru przy napromieniowaniu wiązką elektronów (moc dawki 14 000 kGy/h) może być nawet trzy razy mniejsze w stosunku do obróbki promieniowaniem γ (moc dawki 2 kGy). Ale początkowe różnice w stopniu utleniania bezpośrednio po napromienieniu są szybko wyrównywane w procesach postradiacyjnych. Tak więc po kilku miesiącach degradacja materiału jest podobna niezależnie od sposobu obróbki radiacyjnej. Ogólnie można powiedzieć, że na wielkości zmian fizycznych elastomeru poza dawką, mocą dawki, atmosferą i temperaturą napromieniowania mają wpływ również struktura cząsteczkowa i polidyspersyjność. Stabilność rodników nadtlenkowych związana jest z miejscem powstania pierwotnego makrorodnika. W badaniach z zastosowaniem EPR zwrócono uwagę na powstawanie rodników nadtlenkowych o różnej ruchliwości i trwałości.

Metodę DRS po raz pierwszy zastosowano do badania chemii radiacyjnej elastomerów w IChTJ. Uzyskano bardzo obiecujące wyniki w opisie postradiacyjnych procesów utleniania pierwotnego polipropylenu. Charakterystyczne pasma absorbcji z zakresu 210 nm przypisano rodnikom nadtlenkowym (ściślej mówiąc grupom hydroksy nadtlenkowym), a pasma w zakresie 295 - 310 nm grupom karboksylowym. Można przypuszczać, że w zależności od tego, czy grupy karbonylowe będą się tworzyć na końcach łańcucha czy też w jego środku otrzymywać będziemy nieco inne widma absorbcji. Z tej różnorodności produktów postradiacyjnego utleniania wynika stosunkowo urozmaicone widmo napromieniowanych elastomerów. W badaniach nie prowadzono szczegółowej analizy wszystkich produktów utleniania polimerów ograniczając się do badań porównawczych. We wszystkich przypadkach wyraźny jest wpływ dawki pochłoniętej i związków aromatycznych na intensywność wszystkich pasm, które można przypisać produktom utleniania. W analizie wyników należy pamiętać, że proces utleniania polimerów przebiega zarówno w trakcie napromieniowania, jak i po jego zakończeniu (postefekt). Generalnie bezpośrednio po napromieniowaniu dobrze są widoczne pasma charakterystyczne dla rodników nadtlenkowych i grup karbonylowych w środku łańcucha polimeru. Pasma te zanikają stopniowo, a wbudowują się pasma charakterystyczne dla grup karbonylowych na końcu łańcucha polimeru, czyli produktów degradacji. Z punktu widzenia efektu ochronnego najbardziej interesujące było pasmo 210 nm. Przypisuje się je zjawiskom na jonowym etapie radioliz, które w efekcie prowadzą do powstania wolnego rodnika i łańcuchowego utleniania polimeru.

Przykład radiolizy elastomerów pokazuje, że metoda DRS może dostarczyć wielu cennych informacji w badaniach chemii polimerów, tym bardziej, że postęp w konstrukcjach spektrofotometrów stale zwiększa jej możliwości.

LITERATURA

[1] W. Głuszewski, Z.P. Zagórski, M. Rajkiewicz; The Comparison of Radiation and a Peroxide Crosslinking of Elastomers. KGK und PV, 2015, 11/12, 46-49.
[2] W. Głuszewski, Wykorzystanie w technice radiacyjnej rozproszonego promieniowania wokół skanera przemysłowego akceleratora elektronów, Bezpieczeństwo Jądrowe i Ochrona Radiologiczna 1 (131), 2024, 25-29.
[3] W. Głuszewski, Szybkie elektrony (EB), Nowa Energia, 2 (93), 2024, 30-32.
[4] Bik, J., Głuszewski, W., Rzymski, W.M., Zagórski, Z.P., (2003); Radiation Physics and Chemistry 67, 421, EB radiation crosslinking of elastomers.
[5] Bik, J., Głuszewski, W., Rzymski, W.M., Zagórski, Z.P., (2003); Technomer, Chemnitz, 1, Radiation crosslinking of hydrogenated butadiene-nitryle rubber.

dr inż. Wojciech Głuszewski[1], dr Moe Min Htwe[2]
1 – Instytut Chemii i Techniki Jądrowej
2 – Ministry of science and technology, Myanmar

Badanie wpływu wybranych parametrów klejenia tektury i kartonu na właściwości wytrzymałościowe połączeń klejowych

Jacek Iwko, Piotr Hrapkowicz

Połączenia klejowe są coraz częściej stosowane w różnych gałęziach gospodarki, również w przemyśle motoryzacyjnym oraz lotniczym. W ostatnich latach, w wielu branżach nastąpił znaczny wzrost udziału materiałów kompozytowych, dla których klejenie jest podstawowym sposobem ich łączenia. Zastosowanie klejenia w miejsce mechanicznych elementów łączących (nity, śruby itp.) jest korzystniejsze ze względu na zmniejszenie masy konstrukcji oraz ograniczenie kosztów jej wytwarzania.

Stosowane obecnie w budowie maszyn połączenia konstrukcyjne (rys. 1) dzielą się na:

a) połączenia rozłączne – które umożliwiają wielokrotne łączenie i rozłączanie elementów konstrukcyjnych bez ich uszkodzenia,
b) połączenia nierozłączne – które ulegają uszkodzeniu podczas ich rozłączania.

Ze względu na sposób powiązania elementów, połączenia dzielimy natomiast na:

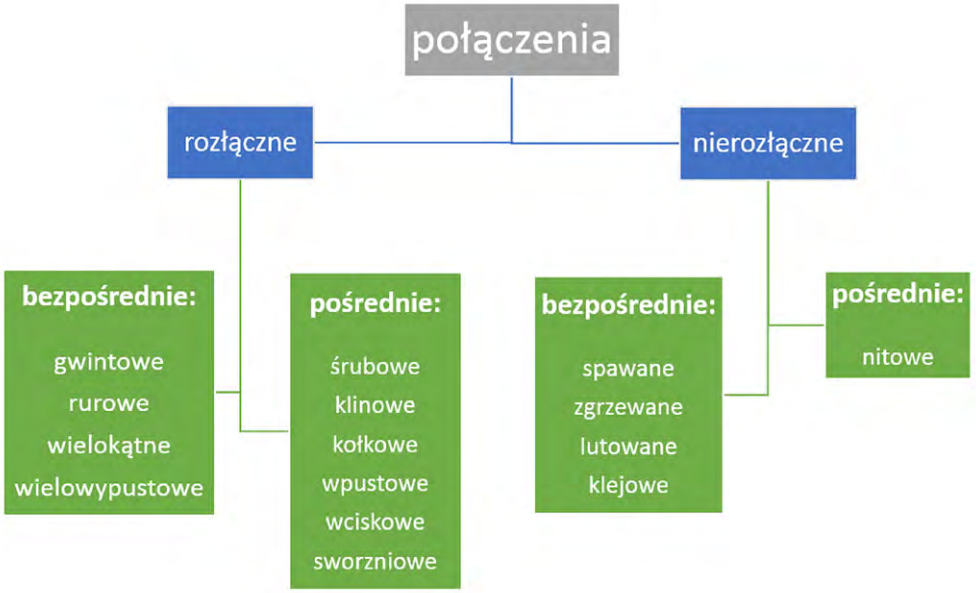
a) połączenia pośrednie – takie, w których wykorzystuje się dodatkowe łączniki np.: śruby, nity, kołki,
b) połączenia bezpośrednie – takie, których struktury są łączone bez elementów pomocniczych.

W połączeniach klejowych (adhezyjnych) wykorzystuje się tzw. kleje, czyli substancje umożliwiające trwałe połączenie powierzchni materiałów stałych, dodatkowo niewywołujące zmian w łączonych elementach. Spoinę klejową wypełniającą przestrzeń między łączonymi powierzchniami cechują siły przyczepności (adhezja) do klejonej powierzchni oraz siły wewnętrznej spójności (kohezja). Ze względu na wytrzymałość otrzymanego złącza klejowego, kleje można podzielić na [1]:

a) przylepcowe – których wytrzymałość pozwala jedynie na odwracalne połączenie elementów,
b) montażowe – które umożliwiają uzyskanie trwałego połączenia, jednak niewystarczająco silnego, by traktować je jako element konstrukcyjny,
c) konstrukcyjne – cechujące się wytrzymałością pozwalającą traktować złącza jako element konstrukcyjny.

Ponieważ klejenie pozwala również łączyć części, które są wykonane z różniących się właściwościami fizycznymi materiałów, fakt ten wykorzystuje się, łącząc ze sobą elementy wykonane z różnych materiałów (np. metalowe i kompozytowe).

Niewątpliwą zaletą połączeń klejowych w porównaniu z innymi rodzajami połączeń, takimi jak spawanie czy nitowanie, jest bardziej równomierny rozkład naprężeń w łączonych elementach. Połączenia adhezyjne przenoszą obciążenia poprzez całą łączoną powierzchnię, zapewniając m.in. bardziej równomierny rozkład naprężeń w łączonych elementach oraz szczelność połączenia. Dodatkowo nie naruszają ciągłości struktury łączonego elementu i niwelują spiętrzenia naprężeń w złączu. Klejone konstrukcje są lekkie, a przy tym charakteryzuje je wysoka sztywność. Połączenia klejowe dają możliwość łączenia ze sobą elementów konstrukcyjnych nawet o dużych różnicach wymiarów geometrycznych, zapewniając przy tym właściwe tłumienie drgań [2]. Szczegółowe zestawienie zalet i wad połączeń klejowych stosowanych w konstrukcji przedstawiono w tabeli 1.



Rys. 1. Rodzaje połączeń konstrukcyjnych [1]

Tabela 1. Zalety i wady połączeń klejowych [3]

Zalety	Wady
brak koncentracji naprężeń	połączenia nierozłączne
zachowanie ciągłości struktury łączonych elementów	brak nieniszczących metod kontroli jakości połączenia
brak naprężeń termicznych w trakcie wykonywania połączeń	niska odporność na naprężenia wywołujące oddzieranie
zabezpieczenie powierzchni łączonych przed korozją, uszczelnianie połączeń	specyficzne warunki przygotowania klejonych powierzchni, trudne do wykonania w niekorzystnych warunkach atmosferycznych
brak wpływu na zmianę struktury łączonych elementów	niska wytrzymałość termiczna
możliwość łączenia w sposób bezpośredni różnych materiałów	żywotność uzależniona od warunków klimatycznych
zwiększenie sztywności połączeń	brak efektywnych metod prognozowania trwałości połączeń
uzyskanie zadowalającego stosunku wytrzymałości połączenia do jego masy	konieczność prowadzenia eksploatacji nadzorowanej
podwyższona odporność na wibracje i obciążenia zmienne	

Proces klejenia obejmuje trzy zasadnicze fazy:

a) przygotowanie powierzchni,
b) naniesienie warstwy klejowej,
c) złączenie elementów do utwardzenia spoiny.

Połączenia klejowe umożliwiają łączenie elementów w różnych konfiguracjach. Zasadniczo dzielimy je na połączenia doczołowe i zakładkowe.

KLEJE HOTMELT

Hotmelt to grupa klejów gorącotopliwych, których główną charakterystyczną cechą jest topienie i aktywacja pod wpływem podwyższonej temperatury. Po stopieniu, klej w płynnej formie zostaje aplikowany w różnorodny sposób do łączenia szerokiej gamy materiałów. Bazą tego rodzaju klejów jest kopolimer etylenu z octanem winylu (EVA), poliuretan (PUR) lub poliolefiny (PO). W skład kleju wchodzą również żywice naturalne lub syntetyczne. Do produkcji kleju hotmelt dodawane są też wzbogacające woski, które podnoszą właściwości kleju i przyczyniają się na przykład do obniżenia temperatury pracy, lepkości i poprawy zwilżalności. Czasem dodawane są plastyfikatory dla poprawienia elastyczności spoiny. Dla obniżenia kosztów produkcji bywają też dodawane wypełniacze mineralne, np. dwutlenek cynku, dwutlenek tytanu, kaolin czy krzemionka [4].

Hotmelt to termotopliwe kleje o wszechstronnym zastosowaniu w różnych gałęziach przemysłu, począwszy od przemysłu opakowaniowego, poprzez papierniczy, a skończywszy na przemyśle samochodowym.

TEKTURA

Tektura falista to podstawowy materiał do produkcji kartonów i innych produktów kartonowych: od przekładek przez koperty tekturowe po meble kartonowe.

Tektura powstaje po sklejeniu paru warstw płaskiego i falistego papieru.

Produkcja tektury falistej odbywa się w tekturnicy, czyli maszynie z wałkiem ryflowanym, gdzie na papierze odkształcane są fale. Na końce fal nanoszony jest klej, a w ostatnim etapie dociska się warstwy zewnętrzne [5].

Tekturę falistą możemy podzielić według następujących kryteriów:

1. ilość warstw,
2. wysokość warstwy falistej,
3. materiał, z którego są wyprodukowane warstwy.

Celem niniejszego artykułu jest przestawienie wyników badań wytrzymałościowych badania na rozrywanie połączenia klejowego tektury falistej oraz białego kartonu ozdobnego z wykorzystaniem kleju Hotmelt Avenia A43633. W badaniach różnicowano m.in. temperaturę nanoszonego kleju, ciśnienie podawanego kleju oraz siłę docisku złącza.

MATERIAŁY I PRZYGOTOWANIE PRÓBEK

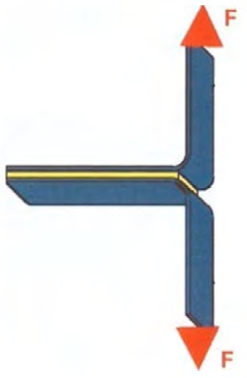
W badaniach wykorzystano:

1. Klej Avenia A3633 (Buehnen) – uniwersalny klej hotmelt na bazie poliolefin (PO) odpornych na utlenianie (prod. w technologii katalizy opartej na metalocenach) do stosowania w przemyśle opakowaniowym, np. do skrzynek, tacek, kartonów, składanych pudełek i opakowań mrożonek. Wg producenta charakteryzuje się: niską emisją zapachów, krótkim czasem wiązania, wysoką odpornością na rozerwanie. Doskonale nadaje się do papieru, tektury i kartonu powlekanego. Ze względu na niską lepkość wykazuje niewielkie ciągnięcie nitek, a tym samym zapewnia czyste odrywanie od dyszy. Klej występował w postaci białego granulatu (typ A43633).

2. Tektura falista trójwarstwowa o grubości 3,6 mm, gramaturze 440 g/m^2 (fala typ B (niska), wysokość fali 2,2 mm, rozstaw fal 6,0 mm).

3. Karton biały ozdobny o gramaturze 360 g/m^2.

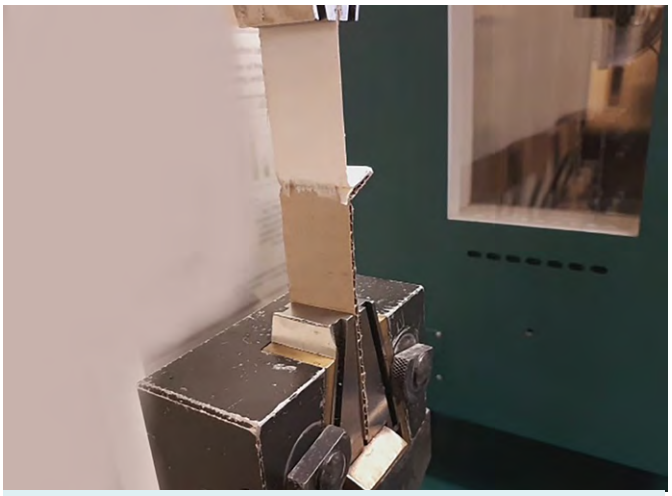
Sposób wytwarzania próbek był następujący: tekturę oraz karton pocięto na paski o szerokości 25 mm i długości 100 mm. Następnie na końcową część paska tektury o wymiarach 25x20 mm naniesiono przy odpowiednich parametrach klej z wykorzystaniem pistoletu pneumatycznego do kleju termotopliwego Bühnen HB 710. Czas nanoszenia kleju wynosił w każdym przypadku 1s. W dalszej kolejności do części pokrytej klejem przyłożono analogicznie wycięty pasek kartonowy i natychmiast stosowano docisk o określonej masie w czasie równym 5s. Na-



Rys. 2. Schemat badania połączenia klejowego na rozdzieranie

stępnie próbki odłożono na 24h w celu wysezonowania, po czym przystąpiono do testu na rozdzieranie wg schematu przedstawionego na rys. 2.

Parametry zmienne badania przedstawiono w tabeli 2. Badanie wytrzymałości na rozdzieranie przeprowadzono zgodnie z normą DIN EN ISO 11339 - Próba na obciążenia oddzierające. Do każdego badania wykorzystano 8 paskowych próbek o wymiarach 100x25 mm. Badania przeprowadzono wykorzystując maszynę wytrzymałościową Tinus Olsen H25KT z głowicą pomiarową 500 N. L_0 do wyznaczenia wydłużenia przy zerwaniu wynosiła 40 mm. Przykładowy test przedstawiono na rys. 3.



Rys. 3. Test na rozdzieranie

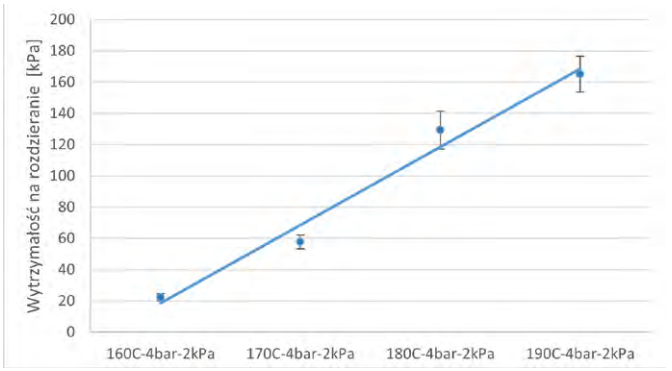
WYNIKI BADAŃ

Na rysunkach 4-6 przedstawiono wyniki badań wytrzymałości na rozdzieranie próbek różniących się temperaturą nanoszonego kleju (160-190°C). Widoczny jest praktycznie liniowy wzrost wytrzymałości, wydłużenia i modułu.

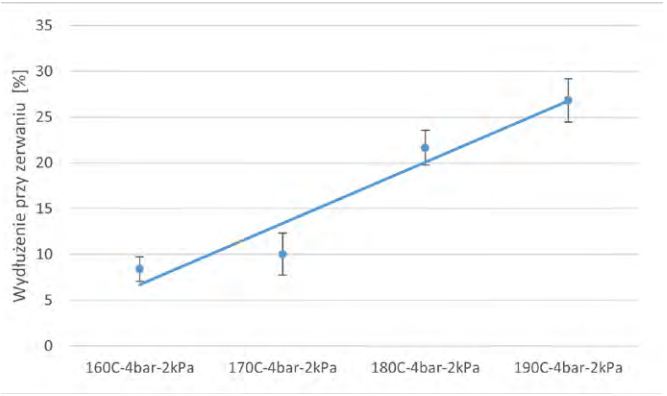
Liniowy wzrost parametrów wytrzymałościowych był spodziewany, natomiast warto podkreślić, iż zmiana temperatury nanoszonego kleju jest czynnikiem wpływającym w największym stopniu na wytrzymałość złącza klejowego w niniejszych badaniach.

Na rysunkach 7-9 przedstawiono wyniki badań wytrzymałości na rozdzieranie próbek różniących się ciśnieniem nanoszonego kleju (3-5 bar). Jest to właściwie ciśnienie powietrza wypychającego klej z pistoletu.

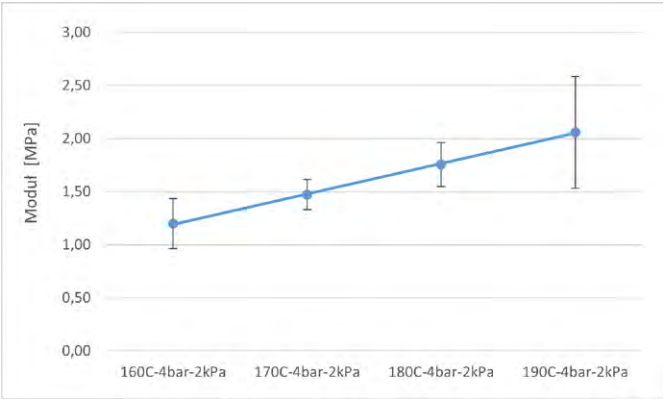
Widoczny jest wykładniczy wzrost wytrzymałości połączenia wraz ze wzrostem ciśnienia kleju, co może być spowodowane odpowiednio większą ilością kleju wyciskaną na stałą powierzchnię łącza. Wydłużenie przy zerwaniu oscyluje wokół war-



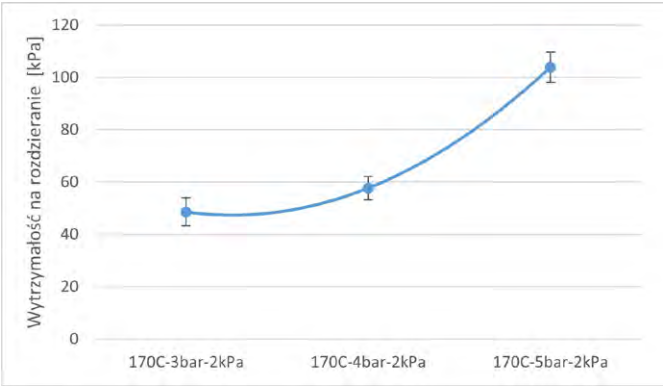
Rys. 4. Wytrzymałość próbek na rozdzieranie w funkcji temperatury nanoszonego kleju



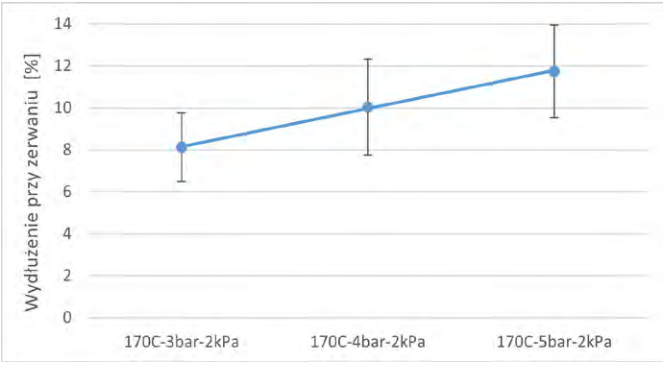
Rys. 5. Wydłużenie przy zerwaniu próbek w funkcji temperatury nanoszonego kleju



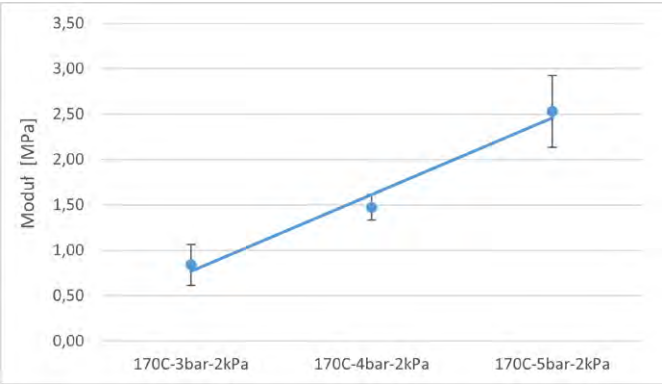
Rys. 6. Moduł w funkcji temperatury nanoszonego kleju



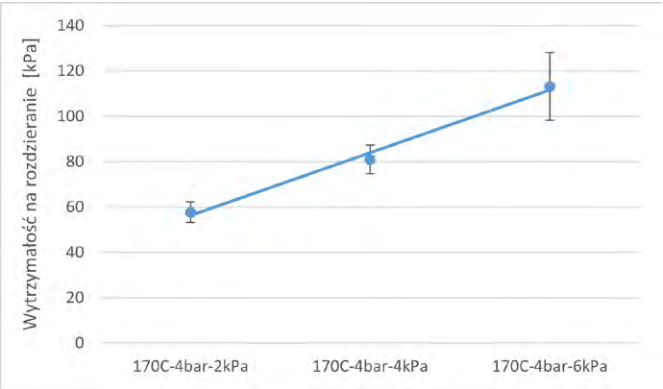
Rys. 7. Wytrzymałość próbek na rozdzieranie w funkcji ciśnienia nanoszonego kleju



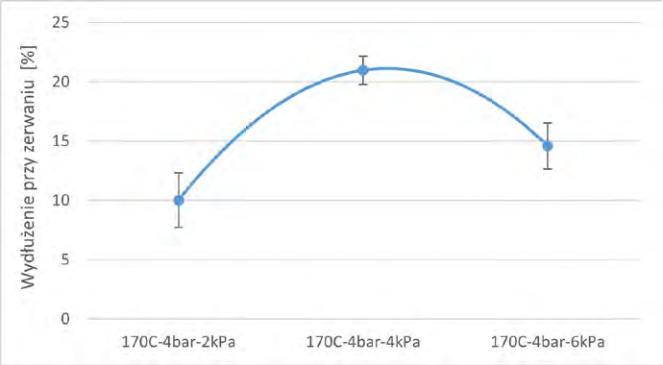
Rys. 8. Wydłużenie przy zerwaniu próbek w funkcji ciśnienia nanoszonego kleju



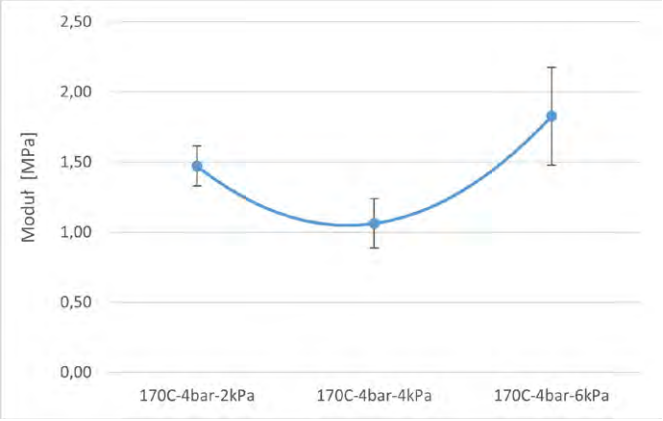
Rys. 9. Moduł w funkcji ciśnienia nanoszonego kleju



Rys. 10. Wytrzymałość próbek na rozdzieranie w funkcji siły docisku złącza po naniesieniu kleju



Rys. 11. Wydłużenie przy zerwaniu próbek w funkcji siły docisku złącza po naniesieniu kleju



Rys. 12. Moduł w funkcji siły docisku złącza po naniesieniu kleju

tości 10% i jest prawie równe w granicach błędu.

Na rysunkach 10-12 przedstawiono wyniki badań wytrzymałości na rozdzieranie próbek różniących się siłą docisku złącza po naniesieniu kleju (2-6 kPa).

Wytrzymałość złącza rośnie liniowo wraz ze wzrostem ciśnienia docisku, natomiast wydłużenie przy zerwaniu oraz moduł wykazują trudne do wyjaśnienia ekstrema (odpowiednio maksimum oraz minimum). Szczególnie niższa wartość wydłużenia przy sile docisku 6kPa jest zastanawiająca. Niestety w czasie prowadzenia badań nie dysponowano możliwościami technicznymi dla zwiększenia zakresu siły docisku w celu potwierdzenia lub obalenia tego trendu.

PODSUMOWANIE I WNIOSKI

W niniejszej pracy przebadano wpływ trzech podstawowych parametrów klejenia, tj. temperaturę nanoszonego kleju, jego ciśnienie oraz siłę docisku złącza po klejeniu na wartości wytrzymałościowe złącza klejowego przy zastosowaniu kleju Avenia A3633 (Buehnen) w procesie klejenia tektury trójwarstwowej falistej oraz kartonu białego ozdobnego. Wnioski z badań są następujące:

1. Wzrost wszystkich wymienionych parametrów klejenia powoduje praktycznie liniowy wzrost wytrzymałości złącza klejowego.
2. Otrzymane złącza klejowe są dość elastyczne, zmierzone wydłużenia podczas rozdzierania są rzędu 10-25%.
3. Optymalne parametry klejenia tektury do kartonu z wykorzystaniem kleju Avenia A3633 to wysoka temperatura kleju (180-190C), duże ciśnienie kleju (5 bar) oraz duża siła docisku złącza (6 kPa).

Na zakończenie warto podkreślić, iż zarówno wysoka temperatura kleju (mniejsza lepkość, a więc większe natężenie przepływu przy stałym ciśnieniu podawania), jak również wysokie ciśnienie nanoszenia kleju związane są z jego zwiększoną podażą podczas nanoszenia kleju, co powinno być również uwzględnione podczas kalkulacji optymalnych parametrów klejenia. Bardziej właściwym parametrem wydaje się tutaj być stosunek wytrzymałości połączenia do masy zużytego kleju. Jednak taka analiza wykracza poza zakres niniejszych badań i będzie dokonana w przyszłości.

Artykuł powstał w wyniku współpracy firmy Monagraph Studio z Politechniką Wrocławską w ramach projektu „Automatyczna linia do wykonywania główek wypukłych, wykorzystywanych przy montażu kalendarzy trójdzielnych" współfinansowanego przez NCBiR w ramach programu „Regionalny Program Operacyjny Województwa Małopolskiego na lata 2014-2020", działanie: „Badania i innowacje w przedsiębiorstwach", nr naboru RPMP.01.02.01-IP.01-12-003/20.

LITERATURA

[1] Godzimirski J.: Wytrzymałość doraźna konstrukcyjnych połączeń klejowych, WNT, Warszawa 2002.
[2] Gąsior J.: Analiza możliwości poprawy właściwości wytrzymałościowych i użytkowych połączeń hybrydowych stosowanych w lotnictwie. Rozprawa doktorska, WAT, Warszawa 2022.
[3] Adams R. D., Wake W. C.: Structural Adhesive Joints in Engineering, Springer Dordrecht, 1984.
[4] Materiały firmy Remex, www.remexpolska.pl
[5] Materiały firmy Secupack, www.top-opakowania.pl

Jacek Iwko[1], Piotr Hrapkowicz
1 – Politechnika Wrocławska, Wydział Mechaniczny, Wrocław

Nie zmarnujmy potencjału społecznego, jaki tkwi w zbieraniu nakrętek do serduszek!

Andrzej Kubik

Im więcej mówi się o dyrektywie SUP i im więcej społeczeństwo zaczyna rozumieć, z czym się ona wiąże, wyłania się obraz, w którym rzeczona dyrektywa bezwiednie uderzy w bardzo cenną inicjatywę społeczną, jaką jest zbieranie nakrętek z butelek po napojach przez rozmaite organizacje non profit. Pytanie zatem, czy europejska dyrektywa SUP poprzez nakaz mocowania nakrętki do butelki z napojem rzeczywiście rozwiąże problem zanieczyszczenia mórz i oceanów „plastikiem"?

KTO LUB CO TAK NAPRAWDĘ ZANIECZYSZCZA MORZA I OCEANY?

Otóż nikt do tej pory nie pokusił się o dokładne skwantyfikowanie problemu, ale według posiadanych informacji, to nie Europa, lecz Azja i obie Ameryki odpowiedzialne są za większość „marine litter", a w top-ten największych „zatruwaczy" wód nie ma ani jednego europejskiego kraju, zaś ta „dziesiątka" odpowiada za ok. 83% światowego zanieczyszczenia oceanów odpadami z tworzyw sztucznych.

Co więcej, tylko ok. 15% zanieczyszczeń pozostaje na powierzchni, kolejne ok. 15% unoszone jest przez prądy morskie, a aż 70% tych odpadów osiada na dnie morskim! Według mojej oceny, Dyrektywa SUP „zaopiekowuje" ok. 2-3% łącznej masy światowych odpadów z tworzyw sztucznych w wodzie, natomiast problem nakrętek to jedynie jakieś 0,1% tej masy. Nota bene butelki PET wraz z nakrętkami znalazły się dopiero na 5. miejscu owej „sławnej listy" z 9-proc. udziałem w łącznej masie zebranych z europejskich plaż odpadów z tworzyw sztucznych.

Zaś pikanterii całej „hecy wokół nakrętki" dodaje fakt, że w stosunku do masy butelki PET z zakrętką (dla 1,5 litrowej jest to od 27 do 29 gram) sama nakrętka stanowi ok. 5-6% (od 1,5 do 2,0 gram).

CO ZATEM ZE ZBIÓRKAMI NAKRĘTEK DO „SERDUSZEK"?

W myśl postanowień Dyrektywy SUP, nakrętki mają być na stałe przytwierdzone do butelki. A jednocześnie wszyscy doskonale wiemy, że zbieranie nakrętek na różne szczytne cele przez hospicja, fundacje, kluby, szkoły i drużyny harcerskie, zwane potocznie „zbiórką szkolną", szczególnie w Polsce od lat stanowiło przykład społecznego zaangażowania w ochronę środowiska, pełniąc po części funkcję edukacyjną. Z drugiej strony odbiorcy tak zebranego surowca gotowi byli zapłacić „zbieraczom" całkiem rozsądne pieniądze. Strumień odpadów posiada bowiem wysoki stopień czystości (głównie HDPE z dodatkiem PP, pozbawiony jest jednak innych zanieczyszczeń) i można go wygodnie przetwarzać. Tym samym wydajność recyklingu sięga prawie 100%!

Rozwiązanie to chwalili również recyklerzy samych butelek, które wykonane były z innego tworzywa (PET), gdyż u nich nakrętka stanowiła „zanieczyszczenie" obcym tworzywem. Nakrętka po przejściu przez instalację jako „odpad" (PO) trafiała tak czy owak do recyklerów nakrętek, tylko dłuższą drogą, trafiając najpierw do instalacji recyklingu PET i obniżając jej wydajność.

Tym samym, w tak dobrze „poukładany" system społecznego zaangażowania i wysokiego poziomu recyklingu odpadów, wchodzi dzisiaj, z przysłowiowymi butami, dyrektywa SUP, próbując go zburzyć. Przy czym nie zakładam tu złych intencji unijnych legislatorów, a jedynie brak należnej staranności w analizowaniu skutków projektowanych regulacji.

Niechlubny ranking krajów zanieczyszczających oceany

Rank	Country	Annual Ocean Plastic Waste (Metric tons)
#1	Philippines	356,371
#2	India	126,513
#3	Malaysia	73,098
#4	China	70,707
#5	Indonesia	56,333
#6	Myanmar	40,000
#7	Brazil	37,799
#8	Vietnam	28,221
#9	Bangladesh	24,640
#10	Thailand	22,806
	Rest of the World	176,012
	Total	**1,012,500**

CZY DYREKTYWA SUP JEST JAK ARMATA NA KOMARY?

Osobiście ubolewam, że próbuje się zniszczyć efekt edukacyjny oraz budowaną przez lata empatię wobec środowiska oraz potrzeb społecznych, szerząc „złą nowinę" o upadku „serduszek" i krusząc w społeczeństwie ten szlachetny zalążek dobrych praktyk. „Zbiórki szkolne" nie stoją przecież w żadnej opozycji do rozporządzenia w sprawie SUP – kto nie będzie miał pomysłu na nakrętkę, zostawi ją przytwierdzoną do wyrzucanej butelki, a pozostali niech się w pełni zaangażują w ich odrywanie, zbieranie i sprzedawanie nam – recyklerom, a my już dobrze wiemy, co z tym doskonałym i czystym strumieniem surowca mamy zrobić!

Mogę zapewnić wszystkich krytyków „serduszek" i proroków wieszczących ich koniec, że ani jedna nakrętka zebrana przez NGO-sy i przekazana recyklerom (oczywiście za pieniądze!) nie trafi do środowiska, lecz odnajdzie swoje drugie życie. Niech wiec nadal towarzyszy nam ten optymistyczny przekaz, że jednak warto mieć „serduszko"!

INFORMACJA PRASOWA
GPR Guma i Plastik Recycling Sp. z o.o.

Laabs Art Gallery i Sztuka na Targach Plastpol: unikalne połączenie technologii i artystycznej wrażliwości

Wystawa "Tworzywa Sztuczne i Sztuka," która miała miejsce podczas targów Plastpol w Kielcach od 21 do 24 maja 2024 roku, była wyjątkową okazją do zaprezentowania połączenia technologii z artystycznym wyrazem. Laabs Art Gallery, prowadzona przez dr Magdalenę Laabs i inż. Adama Laabs, przedstawiła prace, które nie tylko cieszyły oko, ale także poruszały głębsze tematy związane z technologią i środowiskiem. Podczas targów Plastpol można było również podziwiać rzeźby z tworzyw sztucznych autorstwa Toma Diericka, artysty współpracującego z Galerią, który na co dzień pracuje w firmie BEGRA zajmującej się PVC.

RODZINA LAABS: SZTUKA I INNOWACJA

Rodzina Laabs, podobnie jak renesansowy Leonardo da Vinci, łączy swoje techniczne i naukowe zainteresowania z głęboką miłością do sztuki. Dr Laabs, będąca właścicielką firmy Rolbatch, specjalizującej się w technologiach recyklingu i przetwórstwa tworzyw sztucznych, wykorzystuje swoje interdyscyplinarne podejście do tworzenia dzieł, które są zarówno innowacyjne, jak i emocjonalnie rezonujące.

SZTUKA JAKO ODBICIE ŚWIATA TECHNOLOGII

Magdalena Laabs zaprezentowała między innymi portret Kubańczyka myjącego butelki PET w Hawanie, który został sfotografowany przez Magdalenę w 2016 roku, a namalowany w 2024 roku. Dzieło to przedstawia kontrast między szybkim stylem życia w Europie a spokojnym bytem ludzi w innych częściach świata. Temat ten jest szczególnie bliski Magdalenie, która angażuje się również w rozwój technologii związanych z recyklingiem butelek PET.

SUKCESY ARTYSTYCZNE I PRZEMYSŁOWE

Rok 2023 i początek 2024 były dla rodziny Laabs niezwykle intensywnym okresem. Magdalena i Adam Laabs zdobyli prestiżową nagrodę Artista d'Europa w Mediolanie. Ich prace były prezentowane w renomowanej galerii Antonio Battaglia w Mediolanie oraz podczas wydarzenia Top Woman Experience w Warszawie. Kolejne wystawy odbyły się w Paryżu, Świnoujściu, Londynie oraz ponownie w Warszawie podczas corocznej gali Top Woman. Te znaczące sukcesy potwierdzają międzynarodowe uznanie i rosnącą wartość artystyczną ich dzieł. Dodatkowo galeria organizuje też całoroczną wystawę prac rodziny Laabs w okolicach Berlina.

NAGRODA EKO FILARY 2024

26 czerwca 2024 roku, podczas uroczystej gali w Warszawie, Magdalena Laabs, prezes Rolbatch, otrzymała prestiżową nagrodę EKO FILARY 2024 przyznawaną przez redakcję MANAGER Report. Nagroda ta uhonorowała jej innowacyjne działania na rzecz zrównoważonego rozwoju, szczególnie w zakresie wdrażania technologii recyklingu butelek PET "Bottle to Bottle". W Polsce recyklingowi poddawanych jest jedynie 43% butelek PET, podczas gdy w Niemczech wskaźnik ten wynosi 95%. Działania firmy Rolbatch zmierzają do poprawy tych wyników, wspierając rozwój zaawansowanych technologii recyklingu oraz organizując szkolenia z zakresu przetwórstwa tworzyw sztucznych.

OPTYMALIZACJA KOSZTÓW ENERGII – ZRÓWNOWAŻONE I NOWOCZESNE ROZWIĄZANIA Z ROLBATCH

Rolbatch Dr. Laabs pomaga również firmom znacznie zmniejszyć koszty energii elektrycznej i cieplnej, oferując kompleksowe wsparcie od audytu energetycznego po wdrożenie nowoczesnych technologii. Dzięki ich ekspertyzie przedsiębiorstwa mogą zaoszczędzić od 20 do 30% kosztów energii rocznie. Kluczowy jest efekt synergii, który osiągają, łącząc różne technologie w jednym projekcie. Dzięki temu maksymalizują oszczędności, a także pomagają firmom dostosować się do standardów ESG.

INWESTYCJA W SZTUKĘ: ZABEZPIECZENIE KAPITAŁU NA PRZYSZŁOŚĆ

Oryginalne dzieła nie tylko cieszą oko, ale również stanowią solidne zabezpieczenie kapitału, który może przynieść znaczne zyski w przyszłości. W czasach rosnącej inflacji sztuka, zwłaszcza obrazy olejne, zachowuje swoją wartość, a nawet zyskuje na niej. Dzięki unikalności i trwałości, sztuka oferuje stabilność i długoterminowy wzrost kapitału, stając się efektywną strategią ochrony przed inflacją. Reprodukcje natomiast są estetycznym dodatkiem do wnętrz.

---

www.LaabsArtGallery.com

INNOFORM 2025 – 7 Międzynarodowe Targi Kooperacyjne Przemysłu Narzędziowo–Przetwórczego 4-6 marca 2025. Bydgoszcz

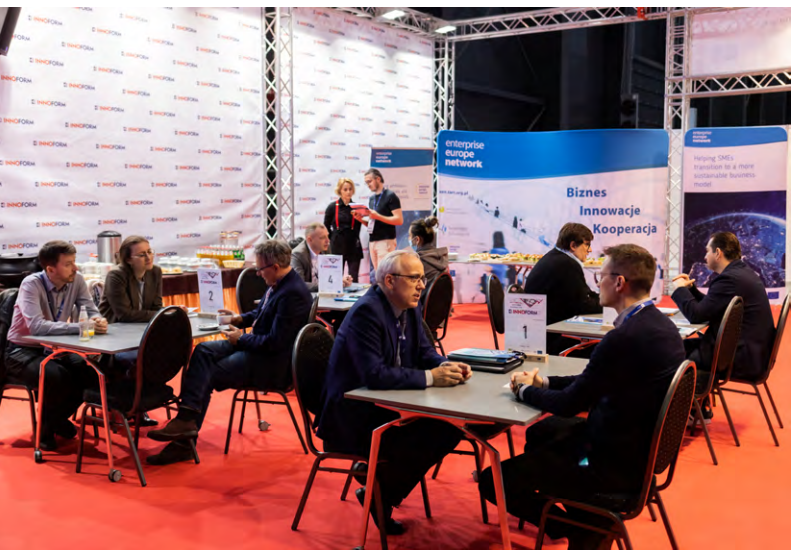
Przed nami kolejna edycja jedynych w Polsce targów adresowanych do branży formierskiej, organizowanych w sercu polskiej Doliny Narzędziowej – Bydgoszczy. Rokrocznie odwiedzane przez właścicieli, kadrę zarządzającą i techniczną firm, które wykorzystują technologie obróbki narzędziowej i przetwórstwa tworzyw sztucznych w zakładach produkcyjnych.

Dotychczasowe edycje potwierdziły olbrzymie zapotrzebowanie na taką właśnie imprezę targową, szczególnie wśród przedsiębiorców z Polski północnej i środkowej.

W dniach 16-18 kwietnia 2024 r. w ramach 6 edycji Targów INNOFORM® narzędziowcy i przetwórcy tworzyw sztucznych spotkali się w Bydgoszczy, aby zapoznać się z ofertą 170 firm z całego świata. 2723 profesjonalistów miało okazję poznać ofertę skierowaną do szeroko rozumianej branży formierskiej oraz wzięło aktywny udział w prezentacjach firm, panelach dyskusyjnych, konferencjach oraz giełdzie kooperacyjnej. Ważnym elementem targów był również dzień edukacyjny skierowany do uczniów szkół branżowych.

FOKUS NA RECYKLING I ZRÓWNOWAŻONY ROZWÓJ

Bydgoski Klaster Przemysłowy Dolina Narzędziowa i Targi w Krakowie, od początku organizacji targów zaangażowani są w promowanie dobrych praktyk przyjaznych dla środowiska. Konsekwencją tych działań była konferencja „Recykling Tworzyw w gąszczu regulacji, jeszcze szczytna idea, czy już utopia?". Pierwsza część konferencji dotyczyła tematyki zrównoważonego rozwoju w obszarze polimerów oraz wpływu nowych regulacji na kondycję przedsiębiorstw. Druga część poświęcona była raportowaniu ESG, które w najbliższym czasie wywierać będą istotny wpływ na działalność biznesową. Uczestnikami paneli byli praktycy, przedstawiciele sektora bankowego i świata nauki, którzy udzielili wskazówek, jak wdrażać politykę zrównoważonego rozwoju w kontekście przewagi konkurencyjnej. Nowością tegorocznej edycji było wyodrębnienie w części ekspozycji Salonu Recyklingu Tworzyw Sztucznych. Wzięło w nim udział kilkanaście firm, które zaprezentowały najnowsze technologie, maszyny oraz recyklaty.



Jak podkreśla Estera Jamrozek, Area Sales Manager z M-A-S Maschinen- und Anlagenbau Schulz GmbH – Recykling odgrywa ogromną rolę w naszym społeczeństwie. Ważne jest, aby promować go nie tylko jako chwilową modę, lecz jako trwałą zmianę w naszym podejściu i sposobie myślenia. Jest kluczowe, abyśmy recyklingowali produkty z tworzyw sztucznych zamiast jedynie wytwarzać nowe z surowców pierwotnych, szczególnie biorąc pod uwagę dostępność takich możliwości na rynku.

Arkadiusz Badziński, Manager narzędziowni ds. techniczno-handlowych w DTM System podsumowuje: – Pojawiają się zapytania o recykling i dbałość o środowisko. My wychodzimy z założenia, że musimy optymalizować produkcję, żeby była jak najkorzystniejsza dla klienta, czyli wykorzystujemy wszystko, co jeszcze możemy wykorzystać. Przykładowo, jeśli mamy jakiś odpad, który sami generujemy, to staramy się go ponownie wykorzystać. Nie wyrzucamy tych tworzyw i staramy się we własnym obiegu użyć ich ponownie. Obieg tworzywa w naszej firmie przeważnie zatacza koło, jeśli mamy wypraskę z błędem, staramy się ją przetworzyć ponownie, żeby zniwelować błąd i zużyć ją w 100%. Tak, żeby nie generować niepotrzebnych odpadów.

NOWE ROZWIĄZANIA, NOWE PRODUKTY I NOWE FIRMY

Podczas targów zaprezentowano kilkaset rozwiązań dedykowanych narzędziowniom i wtryskowniom. Goście mogli zapoznać się m.in. z maszynami o zwiększonej wydajności, zapewniającymi redukcję kosztów energii, oszczędność wody, redukcję emisji CO_2 i zmniejszone zapotrzebowanie na chłodzenie; nowymi gatunkami stali o wysokiej przewodności cieplnej; systemami mocowania form; oprogramowaniem do symulacji wtrysku, komponentami do form i tłoczników; biotworzywami oraz usługami

ekologicznego czyszczenia form. Jak co roku pojawiły się również firmy debiutujące na Targach INNOFORM®.

– Obecnie rozszerzamy naszą działalność na całą Europę, ale Polska oczywiście pozostaje nadal jednym z głównych rynków, na których aktywnie się rozwijamy, dlatego też szukamy tutaj nowych możliwości zaprezentowania naszej oferty. Oprócz uczestnictwa w największych targach branżowych w Polsce, patrzymy bardzo życzliwym okiem również na specjalistyczne targi narzędziowe w Bydgoszczy. Funkcjonuje tutaj bardzo prężny Bydgoski Klaster Przemysłowy Dolina Narzędziowa. Bydgoszcz to także zagłębie firm narzędziowych oraz dynamicznie działające uniwersyteckie jednostki badawczo-naukowe, które ściśle współpracują z tym sektorem. Uważamy zatem, że jest to idealne miejsce, w którym możemy przedstawić potencjał Bole – mówi Jacek Leszczyński, Chief Marketing Officer, BOLE Europe Technology.

SUKCES ZACZYNA SIĘ OD SPOTKAŃ

Ważnym elementem targów jest Nauka dla Przemysłu, strefa w której jednostki naukowe rokrocznie prezentują osiągnięcia i możliwości dedykowane branży formierskiej. Dodatkowym atutem tegorocznej edycji były wydarzenia towarzyszące – Giełda Kooperacyjna i Strefa Prezentacji Firm, które stworzyły doskonałą okazję do nawiązania kontaktów biznesowych oraz poszerzenia wiedzy na temat najnowszych rozwiązań. Warto podkreślić, że INNOFORM® to nie tylko miejsce prezentacji produktów i usług, ale przede wszystkim platforma wymiany doświadczeń oraz budowania przyszłościowej wizji dla branży narzędziowo-przetwórczej.

Docenia to Agnieszka Królik, Specjalistka ds. marketingu w AMS International: – W porównaniu do innych targów, które są gigantyczne i jest się incognito, tutaj jest bardzo przyjazna atmosfera pomiędzy wystawcami, firmami, które się prezentują. Okazuje się, że wiele osób się zna już od lat. Współpracujemy ze sobą, rekomendujemy się nawzajem, w związku z czym na

pewno jest to wyjątkowa impreza, na której warto być. Marcin Kupidura, Dyrektor ds. sprzedaży Meusburger Georg GmbH & Co KG dodaje: – Targi bydgoskie są średniej wielkości targami, ale pomimo niezbyt dużych gabarytów mieliśmy spory ruch i dosyć duże zainteresowanie. Było więcej konkretnych klientów i ukierunkowanych w swoim zapotrzebowaniu. Na pewno zawsze chcielibyśmy jeszcze więcej, ale jesteśmy zadowoleni. Fajne targi, przyjemna atmosfera, może mniej niż gdzie indziej, ale na pewno konkretniej.

Szczegółowe informacje na: https://innoform.pl/

Najważniejsze spotkanie branży kompozytowej w Europie Środkowo-Wschodniej już 16-17 października w Krakowie

13. edycja KOMPOZYT-EXPO® odbędzie się 16-17 października 2024 w EXPO Kraków. Już teraz czołowe firmy z branży potwierdziły swój udział.

Międzynarodowe Targi Materiałów, Technologii i Wyrobów Kompozytowych KOMPOZYT-EXPO® są największym wydarzeniem w Europie Środkowo-Wschodniej poświęconym materiałom i technologiom kompozytowym. Wydarzenie cieszy się świetną frekwencją, przyciągając firmy, ośrodki badawcze, klastry i stowarzyszenia z całego świata.

Wystawcy za największą zaletę tego wydarzania uznają to, że jest ono skupione tylko na jednej tematyce, dzięki czemu docierają ze swoją ofertą do bardzo świadomej grupy odbiorców. Jak powiedział Łukasz Kordon z firmy Evonik podczas poprzedniej edycji: – Widzę, że targi są typowo branżowe. Są tu osoby, które są zainteresowane danymi tematami i zadają bardzo konkretne pytania. Rzeczywiście są to ciekawe spotkania, które - mam nadzieję – otworzą nam drogę do współpracy z nowymi klientami.

Firmy mogą prezentować swoją ofertę nie tylko na stoiskach, ale również biorąc udział w konkursie i bezpłatnie prezentując technologie w strefie pokazowej.

Dodatkowo, organizatorzy dbają o promocję wystawców online już od momentu zgłoszenia, dzięki czemu firmy czerpią korzyści ze zgłoszenia nawet przez kilka miesięcy, a nie tylko podczas dwóch dni targowych.

PRZEŁOMOWA WSPÓŁPRACA Z JEC WORLD

Od lat w Europie rośnie zainteresowanie Targami KOMPOZYT-EXPO® oraz polskim rynkiem kompozytowym, dlatego organizator targów – firma Targi w Krakowie Sp. z o.o. oraz JEC Group – organizator JEC World, największych na świecie targów kompozytowych – nawiązali współpracę w celu wspólnej organizacji nowego wydarzenia.

We wrześniu 2025 r. w Krakowie odbędzie się premierowa edycja JEC Forum Central Europe. Nowy format konferencji pozwoli jeszcze lepiej promować polskie firmy na zagranicznych rynkach.

Konferencja będzie odbywać się co dwa lata, naprzemiennie z targami. Więcej szczegółów podczas KOMPOZYT-EXPO® 2024!

KOMPOZYT-EXPO® 2024 – CO NASZ CZEKA PODCZAS TEGOROCZNEJ EDYCJI?

Zapowiada się, że 13. edycja targów, która odbędzie się już 16-17 października 2024 r. w EXPO Kraków będzie wyjątkowo ekscytująca.

Podczas targów odbędzie się gala finałowa projektu AMULET. Międzynarodowy projekt skupiał się na trzech zaawansowanych materiałach: polimerach wzmocnionych włóknami, kompozytach o osnowie ceramicznej i stopach metali lekkich i ich zastosowaniach w budownictwie, lotnictwie i aeronautyce, energetyce i motoryzacji.

Firmy, które brały udział w projekcie, wystawią się na wspólnym stoisku i podczas konferencji zaprezentują efekty pracy nad zaawansowanymi lekkimi materiałami.

Wśród zwycięskich projektów znalazły się m.in.:

- lekka zaprawa samonaprawiająca do zewnętrznych systemów izolacji termicznej budynków,
- innowacyjny modułowy i konfigurowalny zestaw akumulatorów z bezpieczną i lekką obudową kompozytową do pojazdów elektrycznych,
- zagłówek fotelika dziecięcego wykonany z pasków termoplastycznych pochodzących z recyklingu.

Wspólne stoisko obejmą również Polski Klaster Technologii Kompozytowych oraz niemiecki Composites United e.V. Rada naukowa oraz Polski Klaster Technologii Kompozytowych pracują nad programem konferencji. Tematem wiodącym będą problemy z dostawą komponentów z Azji oraz możliwości przeniesienia produkcji do centrum Europy. W panelu dyskusyjnym wezmą udział specjaliści z najważniejszych polskich i niemieckich uczelni technicznych oraz czołowi europejscy producenci kompozytów.

Podczas targów nie zabraknie prezentacji nowości i pokazów na żywo, które cieszą się największym zainteresowaniem.

Tradycją stał się udział uczelni i ośrodków badawczych we wspólnej strefie Nauka dla Przemysłu oraz udział studenckich kół naukowych, które mogą chwalić się swoimi osiągnięciami – bolidami, łazikami czy łodziami solarnymi. Współpraca z uczelniami wzmacnia transfer technologii oraz ułatwia współpracę między firmami i ośrodkami naukowymi.

Równocześnie z Targami KOMPOZYT-EXPO® na drugiej hali będą się odbywały Międzynarodowe Targi Obróbki, Magazynowania i Transportu Materiałów Sypkich i Masowych SYMAS® oraz Międzynarodowe Targi Utrzymania Ruchu, Planowania i Optymalizacji Produkcji MAINTENANCE.

Serdecznie zapraszamy do Krakowa!

Sprawdź program targów i odbierz bezpłatny bilet:
https://kompozyt-expo.pl/

KOMPOZYT EXPO®

13. Międzynarodowe Targi Materiałów, Technologii i Wyrobów Kompozytowych

16-17.10.2024 | EXPO Kraków

Jedyne targi materiałów, technologii i wyrobów kompozytowych w Polsce

Odbierz bilet na targi:

kompozyt-expo.pl

Organizator:

Targi w Krakowie

Miejsce:

EXPO KRAKOW

Patronat honorowy:

Kraków
Prezydent Miasta Kraków
Aleksander Miszalski

Polskie Towarzystwo Materiałów Kompozytowych
Polish Society of Composite Materials

Politechnika Śląska
Wydział Inżynierii Materiałowej

Partnerzy:

JEC

PKTK Polski Klaster Krajowy Klaster Kluczowy

Patronat:

Polska Agencja Inwestycji i Handlu
Grupa PFR

PIPC
Polska Izba Przemysłu Chemicznego

Organizator:

PTAK WARSAW EXPO

ufi Member

RECYCLING TECH

MIĘDZYNARODOWE TARGI TECHNOLOGII RECYKLINGU I ODZYSKU MATERIAŁOWEGO SUROWCÓW

18-20 WRZEŚNIA 2024

WYDAREZNIA TOWARZYSZĄCE:

RECYCLING Innovation Conference

WASTE MANAGEMENT EXPO

ZAREJESTRUJ SIĘ

www.recyclingexpo.pl