

Tworzywa Sztuczne Przemysłu

ISSN 2082-6877

DWUMIESIĘCZNIK

Wesołych Świąt!



Chempol



nuzap



moldmaker.eu

PROORGANIKA

rolbatch
DR. LAABS

STORK IMM

TRUMPF

P & W WARTACZ

XPERTS
UKŁADY PLASTYFIKUJĄCE

YUDO

ZAPTECH
New Life Plastics

No.1 in Global Hot Runner System



Nakrętki i Zamknięcia



Pojemniki

Kosmetyki



Higiena osobista

Wyroby medyczne



YUDO
Rozwiązania wielogniazdowe
dla poprawy jakości produktu

**Łatwo
Estetycznie
Wydajnie**

Od pojemników, nakrętek i zamknięć, przez kosmetyki i wyroby medyczne, po produkty do higieny osobistej – rozwiązania systemów gorącokanałowych YUDO usprawniają produkcję oraz poprawiają jakość wyrobów 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

PORADNIK PRZETWÓRSTWA TWORZYW

- F 4** Bezprzewodowe liczniki cykli
- i 6** Od czego zależy koszt formy wtryskowej?
- i 14** Odpowietrzanie form wtryskowych – kluczowy aspekt skutecznego wtryskiwania
- i 20** Efektywne metody chłodzenia form w przetwórstwie tworzyw sztucznych
- i 22** Agregaty absorpcyjne – nowoczesne rozwiązania zwiększające efektywność energetyczną systemu
- N 24** Identyfikacja warunków uruchomienia produkcji masowej wyrobów elastomerowych przy użyciu technologii przyrostowych
- F 32** HB-Therm – Thermo-6 just better
- F 34** Znakowanie laserowe polimerów. Wysoka jakość, kontrast i trwałość

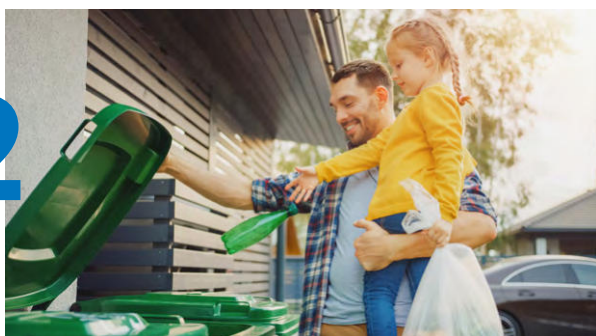
WYTŁACZANIE

- F 38** SICA – partner w automatyzacji, który zamienia wyzwania w szansę
- i 40** Wprowadzenie do technologii wytłaczania tworzyw sztucznych
- i 42** Wytłaczania tworzyw sztucznych

TWORZYWA

- N 44** Polimerowe materiały przewodzące do zastosowań w aktywnych plombach RFID

str.
52



- i 49** Jakie tworzywa wysokosprawne wybrać?
- i 51** Nowa hala Targów Kielce w budowie. Obiekt nabiera kształtów

RECYKLING

- i 52** Transformacja branży recyklingowej w Polsce – wyzwania i perspektywy
- i 54** Polacy wierni recyklingowi, ale fala krytyki zniechęca

TARGI I KONFERENCJE

- i 57** SYMAS® & MAINTENANCE 2025: spotkania, które napędzają przemysł

OZNACZENIA: **F** – art. firmowy; **N** – art. naukowy; **i** – inform. prasowa

Tworzywa Sztuczne
Przemysłu

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. 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**

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.



facebook
POLUB NAS
NA FACEBOOKU !

SYSTEM ZDALNEGO ODCZYTU LICZNIKÓW

Bezprzewodowe liczniki cykli

MoldMaker to zaawansowany system IT & Industry IoT, który jest nowoczesnym narzędziem kontroli dla form wtryskowych, tłoczników i wykrojników. Uwalnia od żmudnego ręcznego zbierania danych produkcyjnych i eksploatacyjnych, a gromadzi i porządkuje je w jednym miejscu. Jego istotną cechą jest globalny zasięg działania, co oznacza, że narzędzia mogą pracować w różnych lokalizacjach na całym świecie.

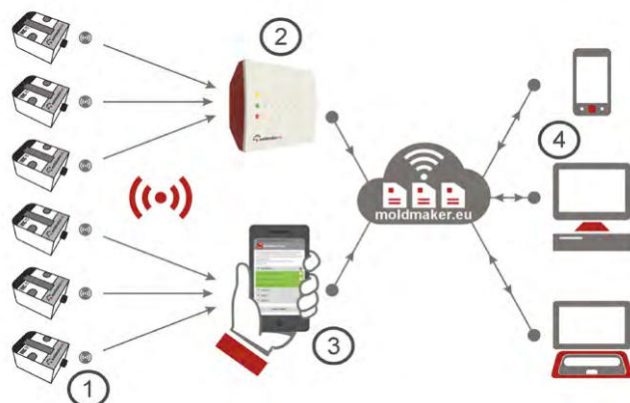


System umożliwia m.in. kontrolę czasu cyklu, temperatury i wydajności narzędzi w czasie rzeczywistym, lokalizację, monitoring demontażu licznika, generowanie alertów do różnych zdarzeń, przypomnienia o przeglądach i zapis wykonanych czynności z przeglądów. Ponadto dostępne są: katalog dokumentacji technicznej, katalog części zamiennych, karta techniczna narzędzia itp.

Wdrożenie systemu w zakładzie produkcyjnym to proces bardzo prosty. Wystarczy zamontować do form elektroniczne liczniki MoldMaker w miejsce liczników mechanicznych. Następnie za pomocą aplikacji mobilnej MoldMaker Scan ustawia się wartość startową na każdym liczniku w celu zachowania kontynuacji zliczania. Jeżeli narzędzie nie posiada kieszeni pod licznik, przykręca się go na boku formy za pomocą dedykowanej obudowy ochronnej lub wykonuje się odpowiednie wybranie pod licznik. W kolejnym kroku umieszcza się na hali koncentrator MMCD będący swego rodzaju routerem, który regularnie zbiera odczyty z liczników i przesyła je do serwera MoldMaker. Następnie zakłada się konto w systemie, loguje i ustawia parametry.

ZASADA DZIAŁANIA SYSTEMU MOLDMAKER

Każdy zamontowany w narzędziu licznik przesyła okresowo dane o liczbie wykonanych cykli do serwera kolekcjonującego odczyty. Transfer danych odbywa się przez aplikację mobilną lub dedykowane koncentratory odbiorcze. Części składowe systemu przedstawia schemat przepływu danych.



Schemat przepływu danych w systemie MoldMaker
 1. Licznik bezprzewodowy pracujący na hali produkcyjnej.
 2. Urządzenie odbiorcze – koncentrator MMCD.
 3. Aplikacja mobilna MoldMaker Scan.
 4. Strona internetowa.

PANEL OPERATORSKI Z KOLUMNĄ SYGNALIZACYJNĄ

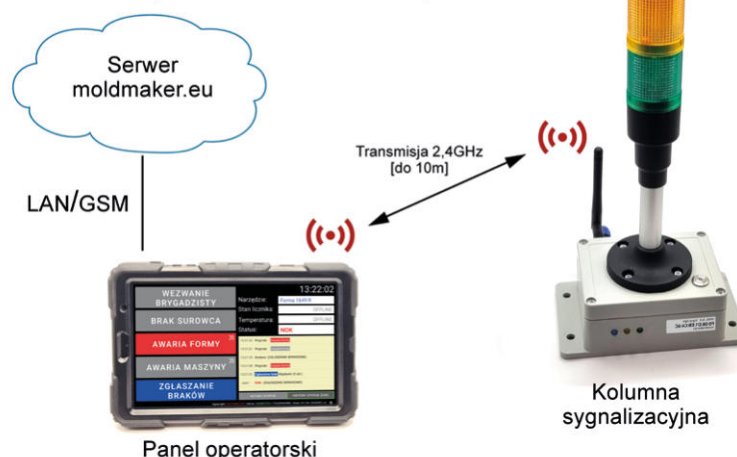
Nowym elementem systemu MoldMaker są bezprzewodowe panele operatorskie. Za ich pomocą operator zgłasza



np. awarię maszyny lub formy, brak surowca, wzywa brygadzystę itp. Możliwe zdarzenia konfiguruje się w zależności od potrzeb firmy. Najważniejsza funkcja paneli operatorskich to zgłaszanie braków produkcyjnych, co pozwala na kontrolę i rejestrowanie przyczyn ich powstawania.

Panel operatorski wyposażony jest w kolumnę sygnalizacyjną, która odpowiednim kolorem wizualizuje aktualny status narzędzia pracującego na maszynie, np. OK lub NOK. Kolumna sygnalizuje również inne komunikaty systemu, np.: przekroczony harmonogram, przekroczona temperatura, alarm demontażu, zgłoszenie serwisowe.

PANEL OPERATORSKI Z KOLUMNĄ SYGNALIZACYJNĄ



BEZPRZEWODOWE LICZNIKI CYKLI

Najbardziej uniwersalny i przeznaczony do większości zastosowań jest licznik MMC-11 STD. Gabaryt licznika (47,8 x 38 x 25 mm) i rozstaw śrub mocujących (28,5 mm) jest zgodny z gabarytami typowych liczników do form. Dopuszczalna temperatura pracy licznika MMC-11 STD to 85°C, a gwarantowany zasięg odbioru to 30 m. W praktyce zasięg ten dochodzi do 100 metrów. Czas pracy baterii: 4-5 lat.

Liczniki wysokotemperaturowe to: MMC-12 HT do 150°C przewidziane do form grzanych olejowo oraz MMC-12 UHT



Licznik MMC-11STD



Licznik MMC-12HT



Obudowa ochronna

do 205°C do form wulkanizacyjnych do gumy oraz innych narzędzi o najwyższej temperaturze pracy.

Liczniki wraz z systemem MoldMaker posiadają następujące funkcjonalności: rejestr narzędzi i ich lokalizacja, bieżący status narzędzia, czas cyklu, alarm demontażu licznika, monitoring temperatury narzędzia i alarm przekroczenia, przypomnienia serwisowe i rejestracja przeglądów, folder dokumentacji technicznej, statystyki i wskaźniki wydajności, graficzna prezentacja danych na dużym TV umieszczonym na hali, przywołanie brygadzysty, ustawiacza bądź kontroli jakości, zgłoszenie awarii maszyny oraz zgłoszenie ilości braków, podgląd produkcji w odległych halach oraz u podwykonawców realizujących produkcję na formach powierzchniowych, odczyt danych na dowolnym urządzeniu z dowolnego miejsca na świecie.

KONCENTRATOR MMCD

Jest to bezobsługowy router odbiorczy pełniący rolę bufora i automatycznego przekaźnika informacji odebranych z liczników do serwera kolekcjonującego dane. Koncentrator pełni także rolę zabezpieczenia na wypadek braku połączenia internetowego z serwisem, przechowuje odczyty z liczników w swojej wewnętrznej pamięci, a po uzyskaniu połączenia internetowego przesyła zebrane dane do serwisu, zachowując ciągłość odczytów. Koncentratory MMCD stosuje się w firmach posiadających wiele narzędzi produkcyjnych, gdzie potrzebna jest pewność i regularność odczytów.

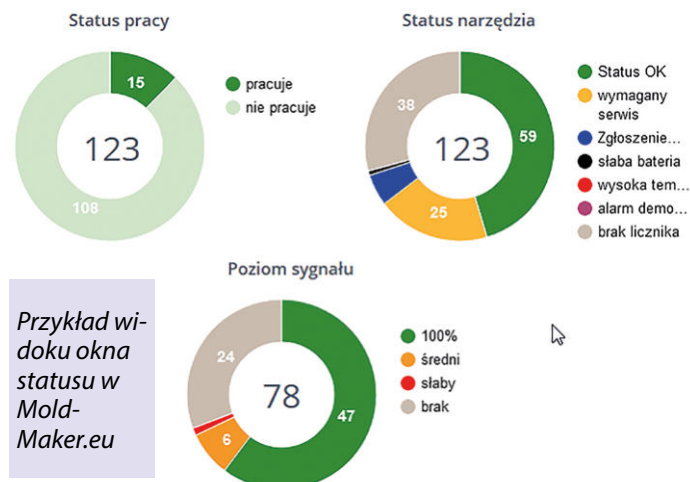
APLIKACJA SMARTFONOWA MOLDMAKER SCAN

Aplikacja mobilna MoldMaker Scan dedykowana jest na smartfony z systemem Android lub iOS, wyposażonych w interfejs Bluetooth i NFC. Umożliwia ona identyfikację formy, przypisanie licznika do formy lub jego zwolnienie, konfigurację licznika, harmonogramów serwisowych, dodanie zdjęć dokumentacyjnych itp.

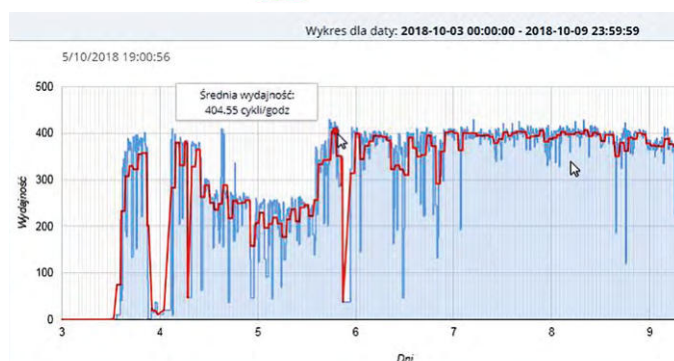
SERWIS INTERNETOWY HTTPS://MOLDMAKER.EU

Sercem systemu MoldMaker jest serwis internetowy dostępny przez standardową przeglądarkę. Z tego poziomu

użytkownik może posługiwać się wszystkimi funkcjonalnościami systemu, m.in. nadzorować pracę narzędzi w czasie rzeczywistym, analizować wydajność i inne statystyki, obserwować współczynnik OEE, nadzorować realizację przeglądów technicznych itp.



Przykład widoku okna statusu w MoldMaker.eu



Przykład wykresu wydajności narzędzia w MoldMaker.eu



Przykład montażu licznika MoldMaker do formy

Producentem systemu MoldMaker, operatorem i administratorem danych jest:

MEGA MOLD Sp. z o.o.
36-002 Jasionka 252E, POLAND
tel. +48 607 259 412



email: moldmaker@moldmaker.eu
<https://moldmaker.eu>

Oficjalnym dystrybutorem urządzeń MoldMaker jest:

PROPLASTICA Sp. z o.o.
25-663 Kielce, ul. K. Olszewskiego 6
email: sales@proplastica.pl
<https://www.proplastica.pl>



Od czego zależy koszt formy wtryskowej?

James Li

Branża form wtryskowych ma różne poziomy producentów, od tych z bardzo wyrafinowanym sprzętem po tych z dość podstawowymi konfiguracjami, z którymi wszyscy współlistnieją w branży. W rezultacie personel zajmujący się zakupami często spotyka się z bardzo różnymi wycenami dla tego samego projektu z różnych fabryk, co może być dość mylące!

Jeśli jesteś nabywcą form wtryskowych lub zlecasz formowanie wtryskowe produktów, możesz być najbardziej zainteresowany:

- Jak zarządzać zakupem form wtryskowych?
- Jak wybrać najlepszego dostawcę form?
- Jak kupić formy, które są zarówno dobrej jakości, jak i w rozsądnej cenie?

Tym artykułem firma FirstMold chce pomóc większej liczbie kupujących, zapewniając proste wyjaśnienie składników cen form, umożliwiając wybór najbardziej odpowiedniego producenta form i wycenę.

SKŁAD KOSZTÓW FORM WTRYSKOWYCH

Koszty form wtryskowych są podzielone na części jawne i ukryte.

Część jawna odnosi się do widocznych kosztów bezpośrednich, takich jak koszty materiałów, opłaty za przetwarzanie, opłaty za projektowanie, opłaty za zarządzanie, alokacje patentów i zyski.

Ceny form składających się z wyraźnych komponentów kosztowych są zazwyczaj następujące:

Cena formy = koszty materiałów + opłaty projektowe + opłaty za przetwarzanie + podatki + opłaty za testowanie + koszty pakowania i transportu + zysk. Zwykle proporcje to:

1. Koszty materiałowe: Materiały i części standardowe stano-

wią od 15% do 30% całkowitego kosztu formy wtryskowej.

2. Opłaty za przetwarzanie 20% do 30%.

3. Opłaty projektowe: 10% do 15% całkowitego kosztu formy.

4. Testowanie: W przypadku dużych i średnich form producenci kontrolują ją w zakresie 3%. W przypadku małych form precyzyjnych będzie ona mniejsza niż 5%.

5. Koszty pakowania i transportu: Producenci obliczają to zgodnie z rzeczywistymi wydatkami lub według 3%.

6. Podatki: 15%.

7. Zysk: 5% do 15%.

Część ukryta odnosi się do kosztów pośrednich, które nie pojawiają się podczas produkcji formy, ale są związane z kosztami poniesionymi, gdy forma zostanie później wprowadzona do masowej produkcji. Na przykład, żywotność formy może mieć wpływ na kolejne inwestycje.

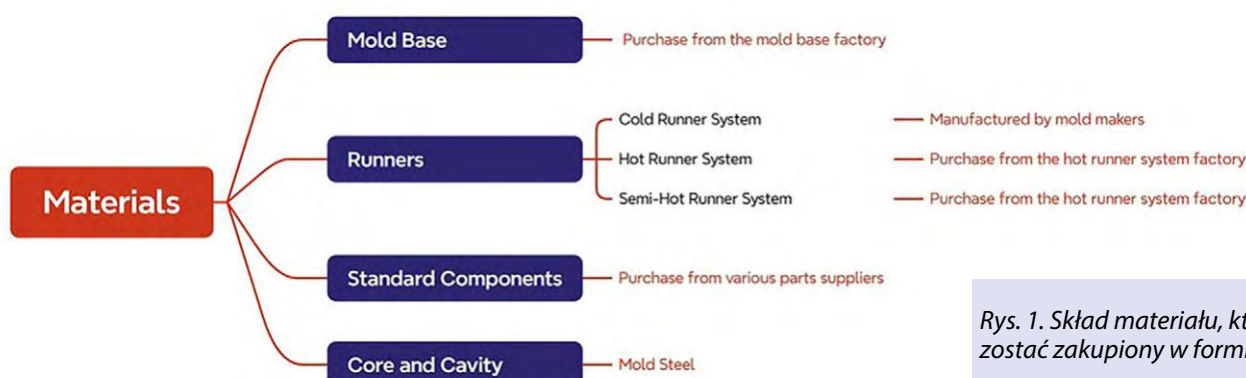
KOSZTY MATERIAŁÓW W PRODUKCJI FORM WTRYSKOWYCH

Materiały do form wtryskowych obejmują różne rodzaje stali i materiałów niemetalowych. Fabryki form mogą kupić je bezpośrednio. Koszt materiałowy formy wtryskowej zależy również od jej struktury. Z punktu widzenia kosztów, formę wtryskową dzielimy na cztery części: podstawę formy, prowadnice, standardowe komponenty, rdzenie i wgłębienia.

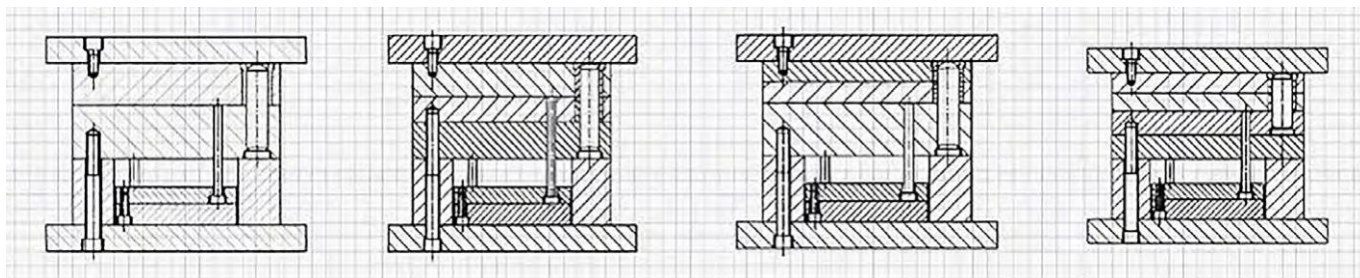
Pierwsze trzy kategorie pochodzą od profesjonalnych producentów, podczas gdy zazwyczaj rdzenie i wnęki są kluczowymi komponentami, które producenci form wykonują samodzielnie z zakupionej stali.

STANDARDOWA PODSTAWA FORMY

Koszt podstawy formy stanowi około 15-25% całkowitego



Rys. 1. Skład materiału, który ma zostać zakupiony w formie



Rys. 2. Niektóre standardowe podstawy form

go kosztu materiału.

1. Koszt podstawy formy zależy głównie od producenta i marki.

Wysokiej jakości producenci i marki bazujące na formach wybierają stal lepszej jakości, którą zapewniają duże zakupy bezpośrednio od producentów stali za pośrednictwem oficjalnych kanałów, co zapewnia oryginalne materiały. Odpowiednio, ich sprzęt do przetwarzania jest również najwyższej klasy sprzętem globalnej marki, gwarantującym precyzję obróbki i wymagania projektowe. Wreszcie, ponieważ talent projektowy jest skoncentrowany i jest wielu profesjonalistów, koszty personelu są również wyższe. W związku z tym ceny podstaw form od dobrych producentów są generalnie wyższe niż od mniejszych.

Oczywiście, w przypadku niektórych standardowych form produkowanych w dużych ilościach, efekt skali oznacza, że duzi producenci podstaw form nadal mają znaczną przewagę konkurencyjną w zakresie cen. Jednak ogólnie rzecz biorąc, dostajesz to, za co płacisz.

Ze względu na różne kształty części, odpowiednie struktury form również się różnią. Na przykład, formy z podcięciami lub bocznymi otworami muszą mieć strukturę suwaka, a formy z wewnętrznymi wrotami wykorzystujące formy trójpłytkowe są bardziej złożone niż te wykorzystujące formy dwupłytkowe z zewnętrznymi wrotami, co prowadzi do wyższych kosztów produkcji podstawy formy.

2. Precyzja obróbki i materiał, przy czym precyzja jest głównym czynnikiem.

Zazwyczaj precyzja obróbki standardowych podstaw form wynosi 0,03-0,05 mm, podczas gdy w przypadku precyzyjnych podstaw form wynosi 0,005-0,01 mm. Różne precyzje wymagają różnych urządzeń bazowych, a czas obróbki może wzrosnąć geometrycznie. Mówiąc prościej, koszt wysoce precyzyjnych podstaw form może być 2-3 razy wyższy niż w przypadku standardowych. Oczywiście precyzyjne podstawy form są podstawą precyzyjnych form. Zapewniają one wysoką stabilność wymiarową, wysoki współczynnik bezpośredniego przejścia, stabilną pracę i stosunkowo niższe koszty wad formowania.

SYSTEMY GORĄCYCH KANAŁÓW

Prowadnice w formach są zazwyczaj podzielone na zimne, gorące i półgorące. Ogólnie rzecz biorąc, tylko gorące prowadnice muszą być kupowane zewnątrz, podczas gdy inne typy są zwykle produkowane w samej fabryce form.

W przypadku form z gorącymi kanałami, koszt kanałów często stanowi od 40 do 50% całkowitych kosztów materia-

łowych formy.

Gorące kanały dzielą się na dwa rodzaje: wlewowe i zaorowe.

W produkcji koszt gorących kanałów jest obliczany głównie na podstawie liczby dysz gorących kanałów. W branży, wiodące międzynarodowe marki (takie jak Husky i Mold-Masters) zazwyczaj wyceniają dysze gorącokanałowe w przedziale od \$2,000 do \$4,000 za sztukę, w zależności od projektu i zastosowania.

Ponadto nie należy zapominać o innym istotnym składniku kosztów, jakim jest system kontroli temperatury. Jednak wiele systemów kontroli temperatury jest wymiennych, a duże fabryki formowania wtryskowego mają własny zainwestowany sprzęt, więc ten koszt niekoniecznie musi być uwzględniony w ofertach od fabryk formowania wtryskowego.

PŁYTY FORMY, RDZENIE I WNĘKI

Płyty, rdzenie i wnęki są zazwyczaj wytwarzane przez fabryki form przy użyciu zakupionych materiałów. Omówmy najpierw koszt zakupu stali dla tych komponentów.

Forma stalowa

Popularne marki stali formierskiej to ASSAB ze Szwecji, Böhler z Austrii i Daido Steel z Japonii. Istnieje również wiele często używanych rodzajów stali z Niemiec, Francji i USA.

Jakość stali dostępnej na rynku jest bardzo zróżnicowana. W przeciwieństwie do stabilnej jakościowo stali produkowanej przez duże huty, wiele mniejszych hut produkuje stal o zaniżonej wadze i niestabilnej jakości z wyższym poziomem zanieczyszczeń, takich jak siarka, fosfor i azot, co może prowadzić do licznych problemów jakościowych. Co więcej, wielu handlowców nawet błędnie etykietuje produkty z mniejszych hut, aby dopasować je do tych z dużych hut, a te są następnie sprzedawane na rynku. Powoduje to znaczne rozbieżności cenowe.

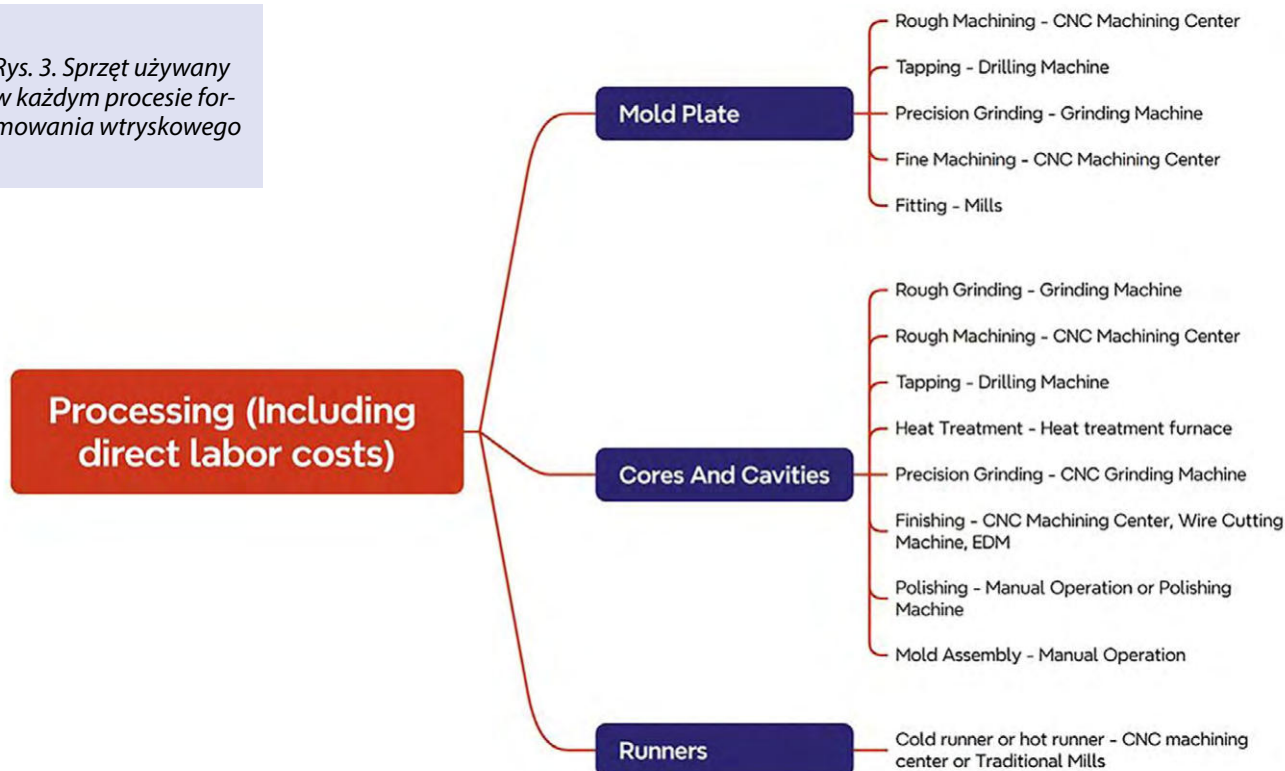
W związku z tym personel zajmujący się zakupami w firmach produkujących formy musi posiadać umiejętność rozróżniania różnych rodzajów stali i najlepiej nawiązać bezpośrednie kontakty z głównymi hutami stali, aby być na bieżąco z najnowszymi informacjami o cenach w branży.

Wybór stali ma bezpośredni wpływ na żywotność formy

W oparciu o jakość stali, formy wtryskowe można podzielić na: Klasa A (ponad 3 miliony cykli wtrysku), Klasa B (ponad 1 milion cykli wtrysku), Klasa C (ponad 500 000 cykli wtrysku) i Klasa D (mniej niż 500 000 cykli wtrysku).

Im dłuższa gwarancja na formę pod względem liczby cykli, tym wyższa cena formy. Producenci form muszą wybierać

Rys. 3. Sprzęt używany w każdym procesie formowania wtryskowego



różne rodzaje stali formierskiej w oparciu o cykle gwarancyjne, właściwości formowanego tworzywa sztucznego, kształt formowanych części i strukturę formy. Czynniki te obejmują odporność na zużycie, odporność na korozję chemiczną itp. Dlatego im więcej cykli wtrysku wymaga forma wtryskowa, tym wyższa jest jej cena.

PROCEDURY PRZETWARZANIA

Podstawowe procedury obejmują produkcję płyt formy, rdzeni formy, wnęk formy i płyt kanałowych. W zależności od rodzaju formy i wymagań dotyczących precyzji, niezbędny sprzęt i godziny pracy różnią się.

Wpływ etapów przetwarzania na obciążenie pracą zależy w dużej mierze od konstrukcji formy.

Po pierwsze, kształt formowanych części wpływa na obciążenie pracą. Na przykład, formy z podcięciami lub bocznymi otworami wymagają konstrukcji suwakowej, co komplikuje projekt i zwiększa nakład pracy. Podobnie, formy do gwintowanych nasadek z przekładnią i obrotową strukturą wyrzutnika są bardziej złożone, a tym samym droższe niż te z prostą strukturą wyrzutnika.

Po drugie, różne projekty dla tych samych części formowanych mogą prowadzić do różnic w strukturze, a tym samym w obciążeniu pracą związaną z przetwarzaniem. Dlatego najlepsze fabryki form często mają bardziej racjonalne i zoptymalizowane rozwiązania w zakresie struktury form. Powszechną praktyką w dużych firmach jest zlecanie doświadczonym i wykwalifikowanym inżynierom przeglądu racjonalności konstrukcji form, co jest bardzo pomocne dla personelu zaopatrzenia.

Etapy przetwarzania płyty formy:

- Obróbka zgrubna płyty formy;
- Wiercenie przewodów wodnych i gwintowanie;
- Szlifowanie precyzyjne płyty formy;

- Precyzyjna obróbka;
 - Procesy montażu (odpowietrzanie, rowki olejowe itp.).
- Etapy przetwarzania wnęki i rdzenia:

- Szlifowanie zgrubne;
- Obróbka zgrubna;
- Wiercenie otworów na śruby;
- Obróbka cieplna (zazwyczaj zlecana na zewnątrz);
- Szlifowanie precyzyjne;
- Precyzyjna obróbka;
- Polerowanie ubytków;
- Montaż.

Różne etapy procesu wykorzystują różne rodzaje sprzętu

Z drugiej strony, opłaty za przetwarzanie są ściśle związane z amortyzacją i stopniem wykorzystania sprzętu, co bezpośrednio koreluje z marką i modelem używanego sprzętu.

Sprzęt do przetwarzania form z zaawansowanych krajów produkcyjnych, takich jak Niemcy, Szwajcaria, Włochy i Japonia, jest zazwyczaj drogi. Wystarczy sprawdzić katalog maszyn CNC.

Pod tą samą marką, ze względu na różnice w precyzji i szybkości produkcji, różnica w cenie między normalnymi i lepszymi modelami, a także między zwykłą klasą przemysłową a klasą superprecyzyjną, może być znaczna. Różnica w cenie maszyn wykonujących ten sam proces może wynosić od 7000-8000 dolarów do 300 000-4 000 000 dolarów. W związku z tym pracownicy działu zaopatrzenia powinni dobrze znać marki i modele podstawowych urządzeń do obróbki form.

Różne urządzenia wiążą się z różnymi kosztami

Im wyższa precyzja podobnego sprzętu, tym wyższy koszt inwestycji, a w konsekwencji wyższe koszty pracy. Zależy to jednak od wymagań dotyczących precyzji potwierdzonych na etapie projektowania, aby uniknąć nadmiernej specyfikacji.

Wyższa precyzja przetwarzania wymaga dłuższego czasu pracy, co zwiększa całkowity koszt.

W praktyce możliwe jest wcześniejsze negocjowanie kosztów robocizny dla różnych typów sprzętu z producentem formy, w oparciu o projekt, w celu uzgodnienia wymaganych godzin pracy i ustalenia kosztów przetwarzania formy przed rozpoczęciem rozwoju.

KOSZTY PRACY

Odnosimy się tutaj do wydatków pośrednich (bezpośrednie wydatki operatorów maszyn są zazwyczaj uwzględnione w opłatach za przetwarzanie), głównie opłat projektowych, które zazwyczaj stanowią od 5% do 10% całkowitego kosztu formy.

Projektowanie formy rozpoczyna się po zakończeniu projektowania produktu i obejmuje następujące elementy:

1. Projekt struktury formy: Obejmuje to analizę wymagań klienta (analiza wykonalności produktu, wymagania dotyczące zdolności produkcyjnej), analizę przepływu formy, analizę kanałów, projektowanie dróg wodnych, projektowanie powierzchni podziału itp.
2. Tworzenie rysunków 2D/3D: Tworzenie szczegółowych rysunków 2D i 3D formy na podstawie specyfikacji projektu.
3. Analiza wykonalności formy: Ocena wykonalności wdrożenia projektu formy.

Opłaty projektowe są niezbędne do zapewnienia, że forma spełnia wszystkie wymagania i specyfikacje, w tym funkcjonalność, możliwość produkcji wydajność. Opłaty te obejmują specjalistyczną wiedzę i czas wymagany od projektantów form, do opracowania precyzyjnych i skutecznych projektów form, które spełniają potrzeby projektu klienta.

KOSZTY ZARZĄDZANIA

Rodzaje kosztów zarządzania w działalności firmy są bardzo zróżnicowane, w tym wynagrodzenia pracowników, amortyzacja, wydatki biurowe i inne. Koszty te są w pewnym stopniu podzielone na koszty formy.

Jednak w codziennej działalności obliczanie opłat za zarządzanie nie jest zwykle przeprowadzane w oparciu o szczegółowe pozycje finansowe. Co więcej, wiele szczegółowych pozycji może być uważanych za część poufnych operacji biznesowych spółki i nie nadaje się do publicznego ujawnienia. Dlatego powszechną praktyką jest obliczanie wartości procentowej w oparciu o całkowite koszty zarządzania z poprzedniego roku podzielone przez całkowite główne przychody operacyjne, a ta wartość procentowa jest wykorzystywana do wyceny.

Na przykład: Jeśli w 2023 r. całkowite koszty zarządzania wyniosły 10 mln, a całkowite główne przychody operacyjne wyniosły 100 mln, wówczas koszty zarządzania za ten rok zostałyby obliczone na 10%.

ZYSK

Zysk jest zazwyczaj obliczany zgodnie z proporcją uzgodnioną wcześniej przez obie strony.

W interesie wspierania rozwoju firmy i ustanowienia długoterminowego, zdrowego i zrównoważonego partnerstwa między obiema stronami, FirstMold ma skromne życzenie:

zapewnić normalną marżę zysku w branży i zapobiec zacieklej konkurencji. Nadzieją jest ustalenie cen poprzez zbadanie możliwości w zakresie materiałów, technologii, procesów i wydajności, przy jednoczesnym zapewnieniu normalnych zysków firmy zajmującej się formami.

W projektach mających na celu obniżenie kosztów form wtryskowych ważne jest stosowanie metod naukowych w celu identyfikacji i eliminacji niepotrzebnych strat i odpadów. Kluczowe jest również aktywne badanie i wdrażanie innowacyjnych technologii i procesów w celu zwiększenia wydajności produkcji. Co więcej, stosowanie szczupłego zarządzania produkcją i metod takich jak 6S i 5S może skutecznie zmniejszyć straty czasu pracy i zminimalizować przestoje maszyn.

Wraz z nadejściem nowej ery inteligentnej produkcji, powinniśmy aktywnie uczestniczyć i wykorzystywać nowe technologie sztucznej inteligencji w celu obniżenia kosztów pracy.

NAUKOWA REDUKCJA KOSZTÓW FORM WTRYSKOWYCH

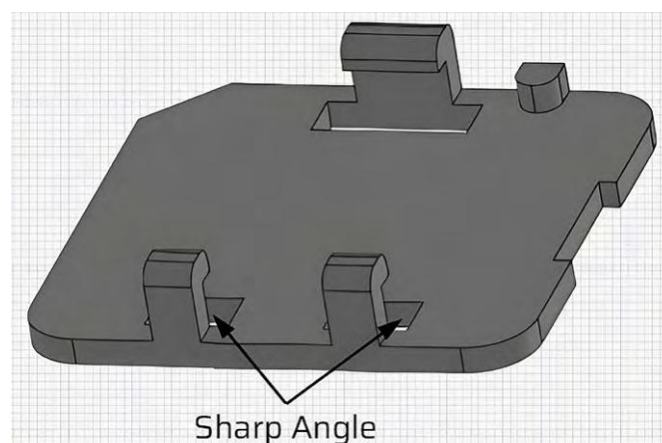
Jednym z głównych czynników wpływających na koszty form wtryskowych jest to, czy projekt części z tworzywa sztucznego jest racjonalny. Projektanci produktów powinni brać pod uwagę nie tylko funkcjonalność części z tworzyw sztucznych, ale także wykonalność procesu tworzyw sztucznych i późniejszego montażu, a także koszt części.

Oto kilka klasycznych przypadków:

1. Wpływ konstrukcji zaokrąglenia części z tworzywa sztucznego na koszty form wtryskowych

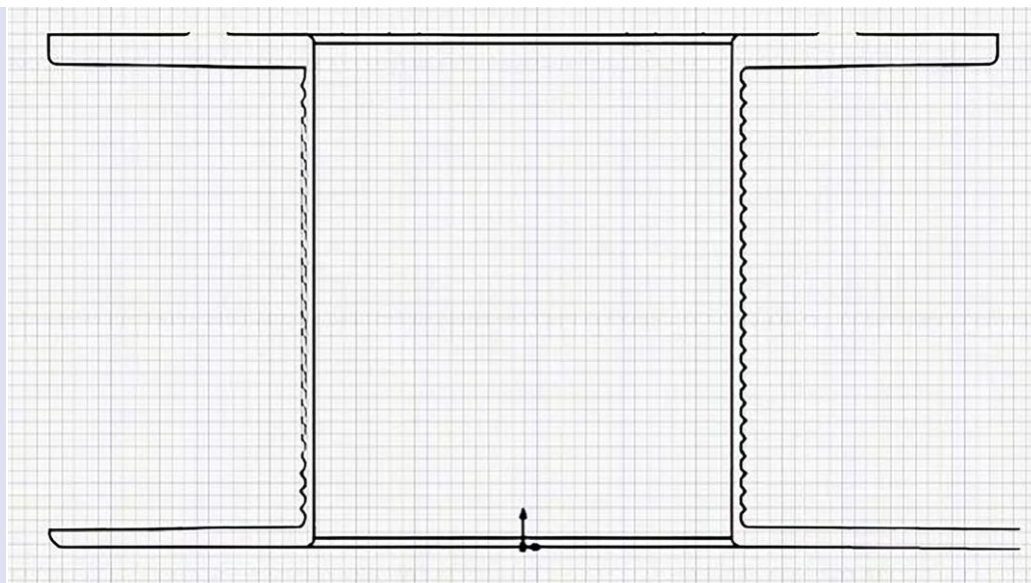
Mała plastikowa część pokrywy karty, wykonana z materiału LCP, często pękała w miejscu zatrzasku po kilkudziesięciu prototypach podczas procesu formowania próbnego, powodując przerwy w próbach. Personel zajmujący się montażem form często musiał demontować formę, aby wyzcisnąć zepsute zatrzaski.

Głównym powodem pęknięcia zatrzasku jest koncentracja naprężeń na zatrzasku podczas formowania wtryskowego i niewystarczająca wytrzymałość: kąt zanurzenia po bokach zatrzasku. Samo rozwiązanie tego problemu od strony formy poprzez wielokrotne polerowanie nie rozwiązuje pierwotnej przyczyny. Wielokrotne formowanie próbne zwiększa koszt prób oraz nakład pracy związany z polero-



Rys. 4. Mała plastikowa część, pokrywa karty, z ostrymi rogami otworów

Rys. 5. Wada krótkiego strzału w części o cienkich ściankach



waniem i montażem formy, zwiększając tym samym koszty produkcji.

Podczas obróbki form, zaokrąglenia lub narożniki wymagają obróbki elektroerozyjnej (EDM), aby dopasować je do kształtu plastikowych części. Zaprojektowanie rozsądnych zaokrągleń w narożnikach może ograniczyć operacje EDM i związane z nimi koszty materiałowe, znacznie oszczędzając koszty i czas przetwarzania formy.

2. Wpływ grubości ścianki części z tworzywa sztucznego na koszty form wtryskowych

Grubość ścianek części z tworzyw sztucznych pośrednio wpływa na koszty form wtryskowych i jest analizowana z dwóch punktów widzenia:

1. Zbyt cienkie ścianki mogą wymuszać krótkie ujęcia, co powoduje niestabilność produkcji i zwiększając koszty formowania próbnego w ramach kosztu formy.
2. Zbyt grube ścianki mogą prowadzić do skazy zlewu i różnego stopnia deformacji części. Aby rozwiązać te problemy, czas chłodzenia w cyklu formowania wtryskowego jest wydłużany w celu zmniejszenia tych wad.

Przypadek 1: Wpływ zbyt cienkich ścianek na koszty form wtryskowych.

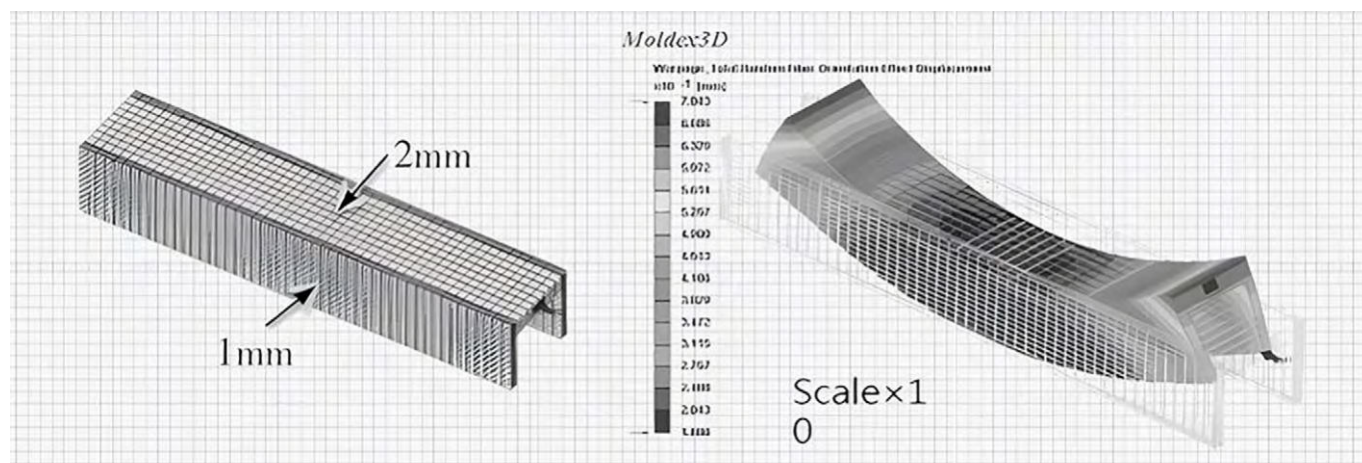
Rys. 5 przedstawia cienkościenną pierścieniową część z tworzywa sztucznego, w której grubość ścianki na gwincie

pośrodku wynosi 0,25 mm, górny okrąg wynosi 0,6 mm, a dolny okrąg 0,4 mm. Forma wykorzystuje dużą bramę na krawędzi dolnego okręgu. Forma przeszła ponad dziesięć próbnych uruchomień, przy czym najtrudniejszym problemem były linie spawania na gwincie z powodu niewystarczającego odpowietrzenia, co powodowało wadliwe części.

Ze względu na ciekłą ściankę gwintu, która szybko się ochładza, końcowy przepływ materiału kończy się w miejscu gwintu. Z analizy strukturalnej przeprowadzonej przez dział rozwoju wynika, że nie było żadnych problemów. Z punktu widzenia produkcji, grubość ścianki została zaprojektowana zbyt cienko, co zwiększyło liczbę serii próbnych bez rozwiązywania problemu. Ostatecznie, bez zmiany wymiarów projektu, przeanalizowano tolerancje, dodano dodatkowy materiał do grubości ścianki, aby doprowadzić ją do górnej granicy tolerancji, a wymiary formy zostały dostosowane w celu rozwiązania problemu wypełnienia.

Przypadek 2: Wpływ nierównej grubości ścianek na koszty form wtryskowych.

Jak pokazuje rys. 6, grubość górnej ścianki części wynosi 2 mm, podczas gdy ścianka boczna ma tylko 1 mm. Analiza przepływu w formie potwierdza trend i wielkość deformacji, która ma tendencję do odkształcania się w kierunku grubszej sekcji. Dlatego na etapie opracowywania i projektowa-



Rys. 6. Odkształcenie plastikowych części o nierównej grubości ścianek

nia części z tworzywa sztucznego należy wziąć pod uwagę jednolitość grubości ścianki, aby zmniejszyć wielkość deformacji.

Po stronie formy, część z tworzywa sztucznego może być regulowana poprzez zmianę rozmiaru lub położenia bramy, ciągle sprawdzanie optymalnej ilości odkształcenia lub dodawanie kolejnych: osprzęt w celu skorygowania deformacji. Zwiększa to koszty formowania próbnego i narzędzi pomocniczych, a także pracochłonność operatorów produkcji.

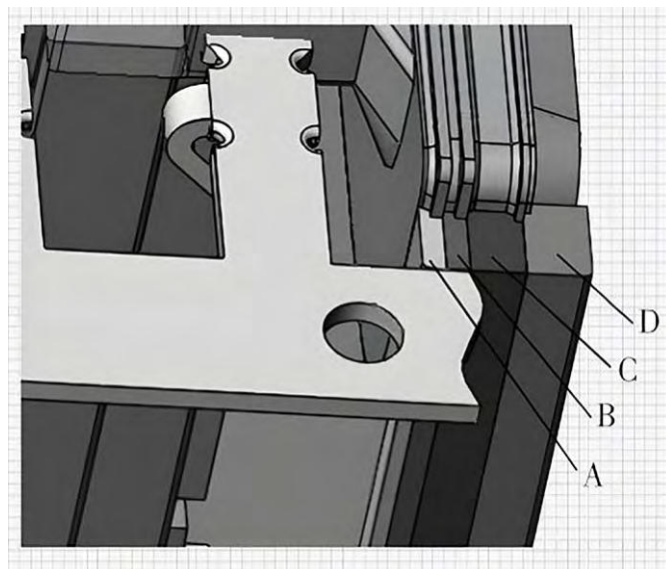
W produkcji wtryskowej wydłużenie czasu chłodzenia w cyklu formowania może zmniejszyć deformację, ale jest to rozwiązanie objawowe i nie rozwiązuje w pełni problemu deformacji. Przeniesienie problemu do następnego procesu zwiększa liczbę regulacji formy, wydłuża cykl formowania wtryskowego, zmniejsza wydajność produkcji i podnosi koszty produkcji, co nie jest wskazane.

CZYNNIKI WPŁYWAJĄCE NA KOSZTY FORM WTRYSKOWYCH

1. Racjonalność projektu formy

Projektanci form różnią się doświadczeniem i poziomem umiejętności. Aby rozwiązać problemy podczas procesu projektowania, najskuteczniejszą metodą jest przeprowadzenie przeglądu plastikowych części i form.

Jak pokazano na rys. 7, szczeliny składają się z czterech rodzajów wkładki A, B, C, D, przy czym najmniejsza wkładka A ma wymiary 45x0,6x65 mm. Z wymiarów projektowych wkładek wynika, że wszystkie cztery należą do cienkich wkładek. Po próbnym formowaniu stwierdzono, że bez względu na to, jak dostosowano parametry procesu formowania, niemożliwe było kontrolowanie wypływek (zadziorów) w miejscach wkładek. Jeśli chodzi o kwestię wypływek (zadziorów), wielokrotne regulacje formy, demontaż i ponowny montaż formy oraz formowanie próbne niewidocznie zwiększyły koszty siły roboczej do montażu formy i koszty prób,



Rys. 7. Rysunek projektowy wkładki formy

a problem pozostał nierozwiązany. Po przeprojektowaniu czterech wkładek na dwie, wypływka formy uległa znacznej poprawie.

Innym scenariuszem jest marnotrawstwo projektowe. W przypadku rozwoju rynku lub potrzeb eksperymentalnych, niektóre nowo opracowane części z tworzyw sztucznych wymagają tylko 2000 sztuk, a żywotność formy wynosząca 5000 sztuk byłaby wystarczająca. Projektowanie formy na żywotność 100 000 cykli w takich przypadkach jest nadmierne i stanowi marnotrawstwo projektowe.

2. Zakup standardowych części

Promowanie standardowych części form ma na celu głównie skrócenie czasu produkcji form i zmniejszenie kosztów przetwarzania form, co daje opłacalne wyniki. Obecnie istnieje wielu dostawców standardowych części do form. Jeśli ktoś jest kuszony niskimi cenami i dokonuje pochopnych zakupów, to największe straty ponoszą firmy produkujące formy i użytkownicy form, a nie dostawcy.

Aby obniżyć koszty form wtryskowych, standardowe części powinny być wykorzystywane w jak największym stopniu podczas projektowania form. Najlepiej jeśli specyfikacje mogą spełniać standardy wielu dostawców, umożliwiając porównanie cen od wielu dostawców, zwiększając przestrzeń wyboru i pomagając obniżyć koszty form wtryskowych.

3. Zmniejszenie liczby form próbnych

Firmy zajmujące się produkcją form obliczają opłaty za przetwarzanie form na podstawie liczby dni od otrzymania zamówienia do momentu zakwalifikowania formy i opuszczenia przez nią fabryki. Jeśli forma wymaga wielokrotnego próbnego formowania, zanim zostanie dostarczona do użytku, nie tylko nakładane są kary zgodnie z umową, ale im dłużej forma pozostaje w fabryce, tym większe są opłaty manipulacyjne i koszty próbne. Zatem wielokrotne lub niekontrolowane wypraski próbne są istotnym martwym punktem w kontroli kosztów form wtryskowych.

Powody stosowania wielu form próbnych obejmują:

1. Projekt formy nie został dokładnie sprawdzony przez zespół, co doprowadziło do powstania nieracjonalnych struktur, które wymagały wielokrotnych poprawek po próbnym formowaniu;
2. Projekt formy był dobry, ale obróbka formy była nieodpowiednia, co prowadziło do niepotrzebnego zwiększenia liczby próbnych form i kosztów form;
3. Podczas prób nie wybrano najlepszego procesu formowania i wtryskarki, co skutkowało dobrze wykonaną formą, ale nieoptymalnymi częściami formowanymi wtryskowo;
4. Niewystarczające zrozumienie właściwości fizycznych tworzywa sztucznego powoduje wielokrotne poprawki formy.

4. Materiały formy

Duże części lub części przezroczyste wymagają dużej ilości materiału formy, a koszt materiałów formy stanowi znaczną część ceny formy. Wybór stali nierdzewnej jako materiału na formę powoduje, że koszty materiału są wysokie, a cena jednostkowa formy wysoka, co eliminuje przewagę konkurencyjną. Wybór gorszej stali formierskiej skutkuje nieod-

powiednim polerowaniem powierzchni i odpornością na zużycie, a plastikowe części nie spełniają wymagań klienta. Aby obniżyć koszty form, a jednocześnie spełnić wymagania klientów dotyczące wysokiego połysku powierzchni części z tworzyw sztucznych, przetwarzane są gorsze materiały, a na powierzchnie wneki formy nakładane są powłoki powierzchniowe w celu zwiększenia połysku formy, odporności na rdzę i odporności na zużycie.

CZYNNIKI WPŁYWAJĄCE NA KOSZTY FORMOWANIA WTRYSKOWEGO

Koszty form wtryskowych rzadko koncentrują się na informacjach związanych z produkcją wtryskową. Firmie wytwarzającej produkty nie chodzi tylko o zarabianie pieniędzy na formie, ale o ostateczną rentowność produktu. W procesie produkcji form wtryskowych forma jest najważniejszym ogniwem, a stabilność produkcji form znajduje odzwierciedlenie w produkcji form wtryskowych.

Forma wtryskowa często wymaga demontażu w celu naprawy z powodu złamanych prętów wypychacza, zapadnięcia się formy, zanieczyszczenia olejem, rdzewienia, nieudanego wypychania, złamanych wkładek, spalonych suwaków, deformacji itp. Zwiększa to koszty konserwacji formy i koszty surowców do produkcji wtryskowej, koszty przestojów ma-

szyn i inne ukryte koszty, które ostatecznie są przenoszone na produkt.

WNIOSKI

Zarządzanie kosztami form wtryskowych nie leży wyłącznie w gestii producentów form, ale wymaga również współpracy ze strony firm projektujących produkty i działów produkcji form wtryskowych w celu zminimalizowania kosztów form wtryskowych i zaprojektowania bardziej racjonalnych form wysokiej jakości. Rozsądne projektowanie części z tworzyw sztucznych, minimalne zmiany w projektach części z tworzyw sztucznych, zaawansowane projektowanie form i rozsądny dobór materiałów mogą znacznie obniżyć koszty form. Aby wytwarzać produkty wysokiej jakości, projektanci produktów, inżynierowie form i działy produkcji form wtryskowych muszą utrzymywać dobrą komunikację.

James Li – ekspert w dziedzinie produkcji form i produkcji precyzyjnej

Specjalizuje się w formowaniu wtryskowym, obróbce CNC, zaawansowanym prototypowaniu i integracji nauki o materiałach.

Źródło: firstmold.com

REKLAMA

Zapraszamy na naszą stronę internetową do zakładki E-gazeta

www.tworzywasztuczne.biz



Z okazji nadchodzących świąt
pragniemy złożyć
najserdeczniejsze życzenia.

Niech radość i pokój
Świąt Bożego Narodzenia
towarzyszy Wam przez cały
następny Nowy Rok.

Życzymy, aby był to
rok szczęśliwy w osobiste
doznania, spełnił zamierzenia
i dążenia zawodowe
oraz by przyniósł wiele
satysfakcji z własnych dokonań...

Zarząd i pracownicy



 A business of BARNES

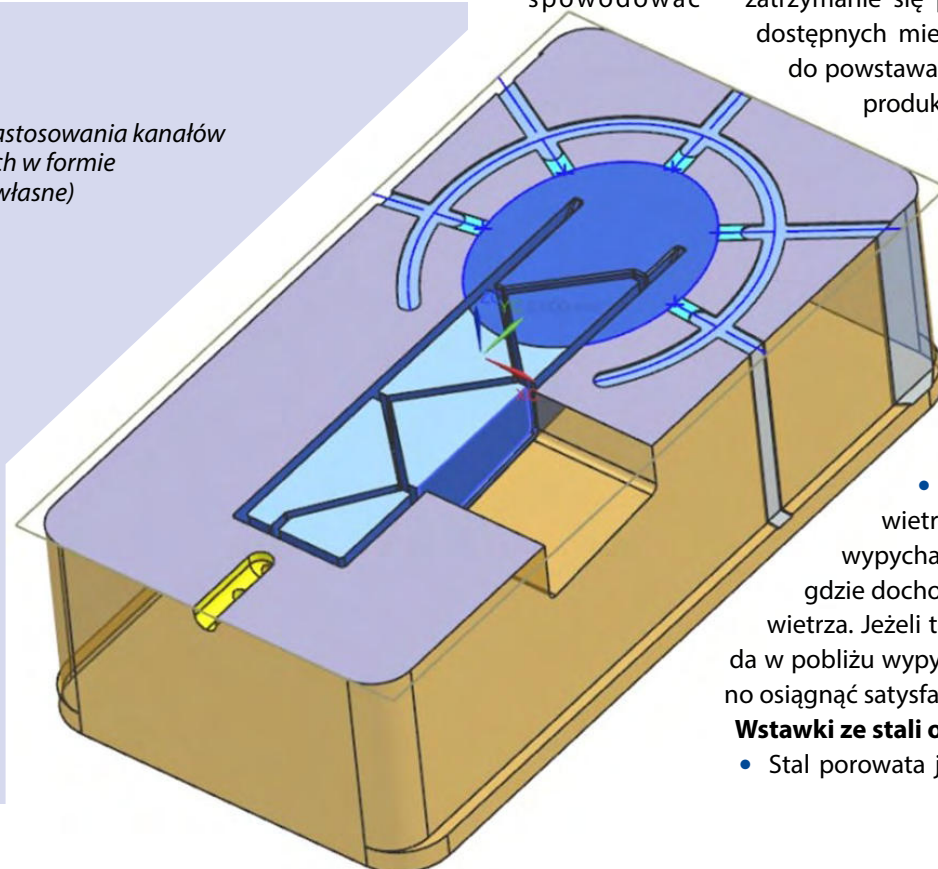
Odpowietrzanie form wtryskowych – kluczowy aspekt skutecznego wtryskiwania

Proces wtryskiwania tworzyw sztucznych jest niezwykle złożony i wymaga precyzyjnego podejścia do każdego aspektu, aby uzyskać produkty o najwyższej jakości. Jednym z kluczowych elementów tego procesu jest odpowiednie odpowietrzanie formy wtryskowej. Odpowietrzanie form wtryskowych – kluczowy aspekt skutecznego wtryskiwania to nie slogan, bowiem ma decydujący wpływ na jakość finalnych produktów, unikanie wad oraz zwiększanie wydajności produkcji. W niniejszym artykule zgłębimy różne aspekty tego kluczowego zagadnienia.

DLACZEGO ODPOWIERZANIE JEST WAŻNE?

W trakcie wtryskiwania tworzyw sztucznych, prawidłowe odpowietrzanie formy jest kluczowe dla eliminacji potencjalnych problemów. Gniazda formy muszą być wolne od powietrza, aby uniknąć powstawania pęcherzyków, deformacji czy też niedokładnego wypełnienia detalu. Skuteczne odpowietrzanie wpływa zatem nie tylko na estetykę produktów, ale również na ich trwałość i funkcjonalność.

Rys. 1. Przykład zastosowania kanałów odpowietrzających w formie wtryskowej (opr. własne)



Kanały odpowietrzające

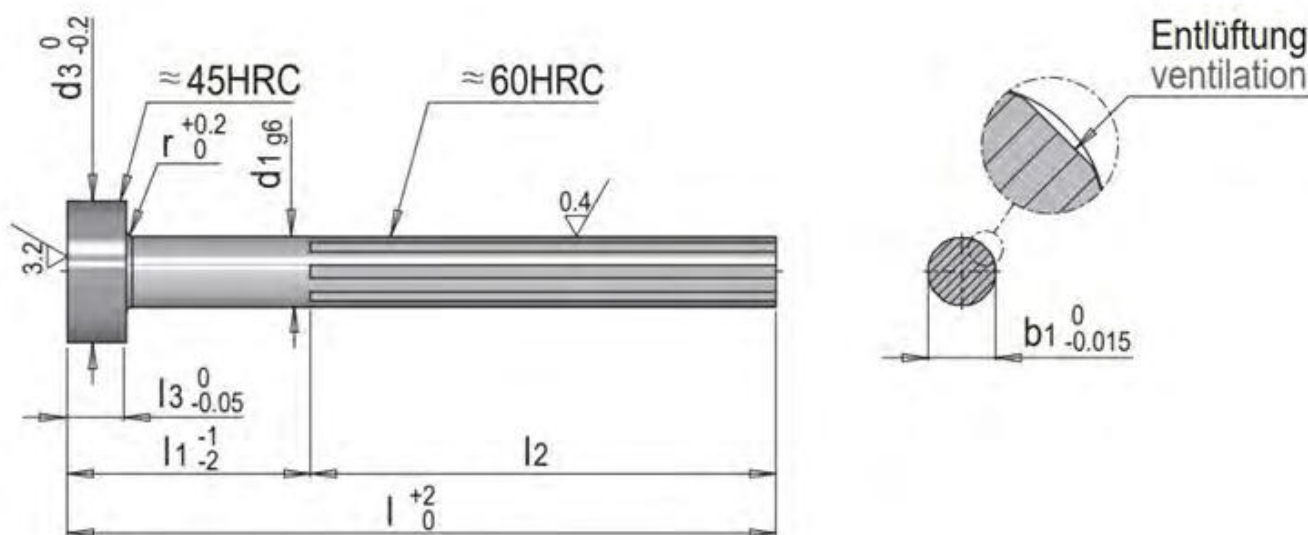
- Najczęściej stosowaną metodą odpowietrzania są kanały odpowietrzające umieszczone w strategicznych miejscach formy wtryskowej (rys. 1). Ich rozmieszczenie i kształt są dostosowywane do konkretnych potrzeb projektu, a ich rola polega na sprawnym usuwaniu powietrza podczas procesu wtryskiwania.
- Kanały odpowietrzające stanowią nieodzowny element procesu wtryskiwania tworzyw sztucznych. Ich precyzyjne zaprojektowanie i umiejscowienie są kluczowe dla uzyskania wysokiej jakości wtryskiwanych detali. Dbalność o kanały odpowietrzające ma zasadnicze znaczenie dla efektywnego odpowietrzania formy i uniknięcia wad, przyczyniając się do osiągnięcia doskonałych wyników produkcyjnych.

Wypychacze odpowietrzające

- Wypychacze odpowietrzające (rys. 2) pełnią kluczową rolę w procesie wtryskiwania poprzez skuteczne usuwanie powietrza z gniazda formy. W momencie, gdy tworzywo sztuczne jest wtryskiwane do formy, może ono spowodować zatrzymanie się powietrza w trudno dostępnych miejscach, co prowadzi do powstawania wad w gotowym produkcie. Wypychacze odpowietrzające są zaprojektowane tak, aby aktywnie usuwać to powietrze, umożliwiając równomierne i kompleksowe wypełnienie formy tworzywem (rys. 3).
- Trudność w odpowietrzeniu przy użyciu wypychaczy stanowi miejsce, gdzie dochodzi do sprężenia powietrza. Jeżeli taki obszar nie posiada w pobliżu wypychacza, będzie trudno osiągnąć satysfakcjonujący efekt.

Wstawki ze stali odpowietrzającej

- Stal porowata jest produktem, któ-



Rys. 2. Konstrukcja wypychacza odpowietrzającego. Źródło: meusbürger.com

ry poddawany jest specjalnemu procesowi produkcji, w wyniku którego powstają mikroskopijne otwory i kanały w strukturze metalu. Te drobne porowatości sprawiają, że stal porowata staje się doskonałym materiałem do odpowietrzania w formach wtryskowych.

- W procesie wtryskiwania tworzyw sztucznych, stal porowatą wykorzystujemy jako specjalny element odpowietrzający. Umieszcza się ją strategicznie w formie wtryskowej,

gdzie pełni rolę kanałów umożliwiających wydostawanie się powietrza z gniazd formy podczas wtryskiwania tworzywa. Dzięki temu procesowi odpowietrzania można skutecznie uniknąć wad, takich jak pęcherzyki powietrza czy niedokładne wypełnienie detalu.

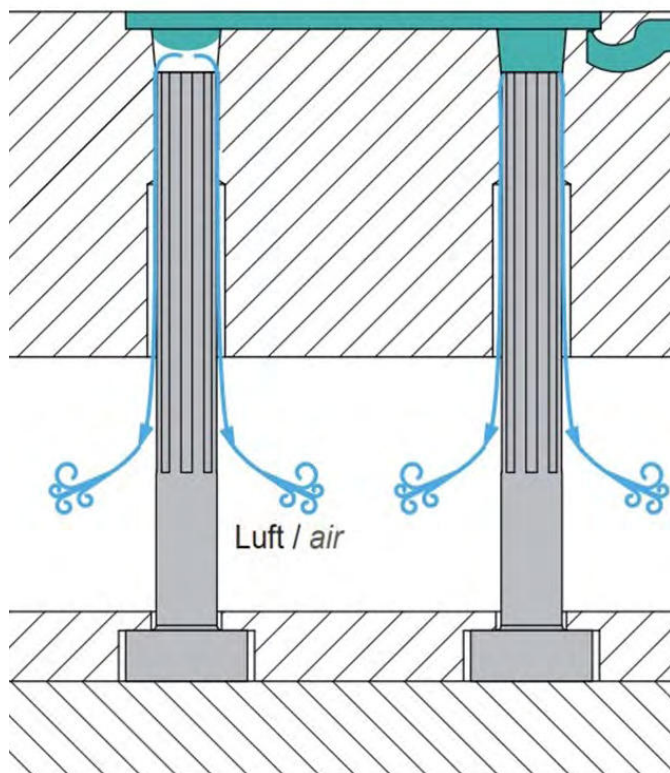
- Odpowiedni dobór rodzaju wstawki porowatej, jej konstrukcja oraz umiejscowienie w formie wtryskowej to gwarancja sukcesu.

Rozwiązania dostawców maszyn:

- Wittmann – Expert StepForce: Siła zwarcia zwiększana podczas wtrysku, zsynchronizowana przez objętość wtrysku lub przez czas wtrysku. Ułatwia to odpowietrzanie przez linię płaszczyzny podziału, a tym samym napełnianie gniazda formującego. Ekonomicznym skutkiem ubocznym jest zmniejszenie zużycia energii z napędu.

PODSUMOWANIE

Odpowietrzanie form wtryskowych – kluczowy aspekt skutecznego wtryskiwania. Skuteczne odpowietrzanie jest niezbędne do uzyskania wysokiej jakości wtryskiwanych produktów, co pozwala uniknąć potencjalnych wad. Istnieje wiele metod odpowietrzania, a ich wybór zależy od konkretnych warunków produkcji, formy wtryskowej oraz rodzaju tworzywa. Wprowadzanie innowacyjnych rozwiązań, takich jak specjalne stalowe materiały porowate, kanały odpowietrzające czy płaszczyzna podziału, pomaga w doskonaleniu procesu odpowietrzania. Dbłość o precyzyjne odpowietrzanie przekłada się na uniknięcie przypałów, pęcherzyków powietrza, deformacji czy niedokładnego wypełnienia detalu. To z kolei wpływa na zadowolenie klienta i efektywność produkcji. Ostatecznie, skuteczne odpowietrzanie jest kluczowym elementem każdej udanej produkcji wtryskowej.



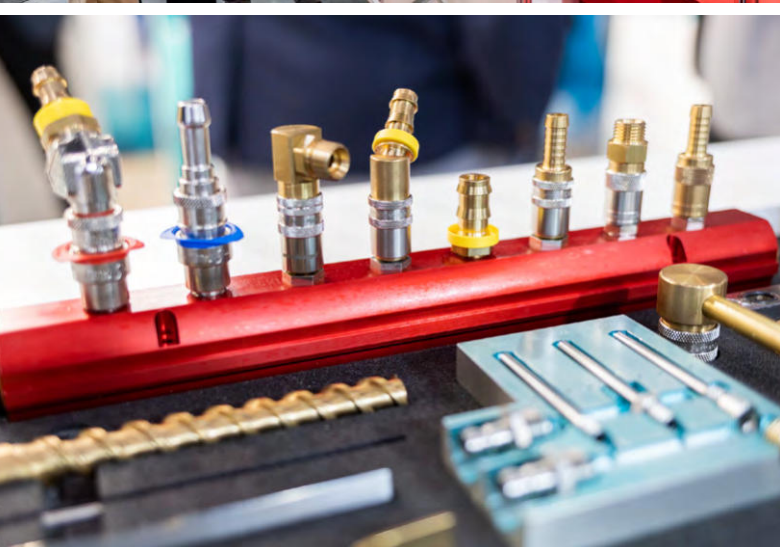
Rys. 3. Zasada działania wypychacza odpowietrzającego. Źródło: meusbürger.com

Źródło: ascons.pl

Targi Narzędziowo-Przetwórcze INNOFORM® 2026: INNOwacje w dobrej FORMie

W dniach 3–5 marca 2026 r. Bydgoskie Centrum Targowo-Wystawiennicze ponownie będzie miejscem, w którym spotkają się przedstawiciele branży narzędziowo-przetwórczej z Polski i Europy. Po 7. edycji, podczas której 2682 odwiedzających zapoznało się z ofertą 190 firm z całego świata, organizatorzy – Bydgoski Klaster Przemysłowy Dolina Narzędziowa oraz Targi w Krakowie – zapraszają na kolejną odsłonę wydarzenia.

INNOFORM® 2026 to trzy dni prezentacji narzędzi, form, maszyn, komponentów, systemów gorącokanałowych, rozwiązań do automatyzacji oraz oprogramowania dla projektantów i producentów. W jednym miejscu będzie można porównać oferty dostawców, porozmawiać z konstruktorami



i technologami, a także zobaczyć, jak konkretne rozwiązania sprawdzają się w praktyce na stoiskach pokazowych. Targi zachowują biznesowy charakter – nastawione są na nawiązywanie relacji, zdobywanie kontaktów i rozmowy o konkretnych projektach.

Silnym punktem tegorocznej edycji będzie konferencja „INNOwacje w dobrej FORMie – szybciej, taniej, efektywniej”, poświęcona kluczowym wyzwaniom narzędziowni i wtryskowni.

Blok I – „Czy sztuczna inteligencja zastąpi konstruktora?” – dotyczy będzie wykorzystania narzędzi AI w projektowaniu form oraz optymalizacji konstrukcji. Ekspertki pokażą,



w jakich obszarach algorytmy realnie wspierają pracę biur konstrukcyjnych, a gdzie nadal kluczowe pozostaje doświadczenie inżyniera.

Blok II – „Czy tańsza forma to zawsze niższe koszty?” – skoncentruje się na całkowitym koszcie posiadania narzędzia. Poruszone zostaną m.in. kwestie trwałości form, jakości detalu, serwisowania, przestojów oraz konsekwencji decyzji zakupowych w dłuższej perspektywie produkcyjnej.

Blok III – „Jak produkować taniej? Metody optymalizacji produkcji i zużycia energii” – będzie okazją do poznania sposobów obniżania kosztów funkcjonowania zakładów. Prelegenci omówią przykłady wykorzystania danych produkcyjnych, usprawnienia procesów, a także rozwiązania poprawiające efektywność energetyczną maszyn i instalacji pomocniczych.

Każdy blok rozpocznie się krótką dyskusją wprowadzającą (10–15 minut) prezes Bydgoskiego Klastra Przemysłowego z prelegentami, po której zaplanowano 3–4 wystąpienia po 15–20 minut. Taka formuła łączy szersze spojrzenie na rynek z konkretnymi przykładami możliwymi do wdrożenia w firmach uczestników.

Targi INNOFORM® pozostają ważną platformą współpracy dla małych i średnich przedsiębiorstw z województwa kujawsko-pomorskiego. Dzięki pozyskanym przez Bydgoski Klastr Przemysłowy środkom na lata 2025–2027 MŚP mogą skorzystać z dofinansowania sięgającego do 85% kosztów udziału w targach, realizowanego w ramach programu „Promocja MŚP z branży narzędziowo-przetwórczej na rynku krajowym i zagranicznym”, współfinansowanego z Funduszy Europejskich dla Kujaw i Pomorza. To szansa, by zaprezen-



ować swoją ofertę w otoczeniu firm branżowych przy ograniczonym zaangażowaniu własnych środków.

INNOFORM® to również ważny punkt na mapie edukacyjnej regionu. Trzeci dzień targów tradycyjnie adresowany jest do uczniów i studentów zainteresowanych kierunkami technicznymi. Możliwość zobaczenia maszyn w pracy, rozmowy z przedstawicielami firm oraz uczelni technicznych pomaga młodym ludziom w wyborze ścieżki zawodowej i pokazuje, jak wygląda nowoczesny przemysł w praktyce.

Szczegółowy program wydarzenia, informacje dla wystawców i odwiedzających oraz formularz rejestracyjny dostępne są na stronie www.innoform.pl.

Tekst i zdjęcia: Targi w Krakowie Sp. z o.o.



tworzywa.org

Portal branży tworzyw



www.tworzywa.org | redakcja@tworzywa.org

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

85-758 Bydgoszcz, ul. Przemysłowa 8C

The background of the top half of the page features an exploded view of various industrial components, including large cylindrical vessels, smaller pipes, and a complex assembly with a blue pin. The components are rendered in a metallic, reflective style. The bottom half of the page has a dark blue background with a stylized Christmas tree on the right side, composed of several triangular sections showing different industrial machinery and components.

PROORGANIKA

PRO-ORGANIKA Sp. z o.o.
04-773 Warszawa
ul. Rogatkowa 34A
tel. +48 22 2994 850
proorganika@proorganika.com.pl
www.proorganika.com.pl

Z okazji zbliżających się Świąt życzymy wszystkim naszym Klientom, Partnerom i Współpracownikom oraz wszystkim Przyjaciołom i Sympatykom Świąt prawdziwie Świątecznych, ciepłych w sercu, zimowych na zewnątrz, spędzonych przy staropolskich kolędach i zapachu świerkowej gałązki. Życzymy aby Nowy Rok był szczęśliwy, pozwolił zrealizować dążenia zawodowe oraz przyniósł wiele satysfakcji z własnych dokonań.

Zespół **PROORGANIKA**

Efektywne metody chłodzenia form w przetwórstwie tworzyw sztucznych

NOWOCZESNE TECHNOLOGIE CHŁODZENIA FORM W PRZETWÓRSTWIE TWORZYW SZTUCZNYCH

Współczesne przetwórstwo tworzyw sztucznych coraz częściej korzysta z zaawansowanych technologicznie metod chłodzenia form, które pozwalają na zwiększenie efektywności produkcji oraz poprawę jakości wyprasek. Nowoczesne technologie chłodzenia form w przetwórstwie tworzyw sztucznych skupiają się przede wszystkim na skróceniu czasu cyklu produkcyjnego, zoptymalizowaniu rozkładu temperatury w narzędziu oraz ograniczeniu zużycia mediów chłodzących. Kluczowe słowa, takie jak chłodzenie form, chłodzenie konformalne, układy chłodzenia form i przetwórstwo tworzyw sztucznych, stają się coraz istotniejsze w kontekście nowoczesnych linii produkcyjnych.

Wśród najbardziej innowacyjnych metod wyróżnia się chłodzenie konformalne, umożliwiające tworzenie kanałów chłodzących odwzorowujących geometrię wnętrza formy. Dzięki zastosowaniu technologii druku 3D (np. selektywnego spiekania laserowego SLM) możliwe jest projektowanie kanałów o nieregularnych kształtach, które większą powierzchnią przylegają do krytycznych obszarów formy. To pozwala na efektywniejszy transfer ciepła i zmniejszenie lokalnych przegrzań, co bezpośrednio przekłada się na jakość gotowych wyrobów oraz zredukowanie odpadów produkcyjnych.

Innym nowoczesnym podejściem są systemy chłodzenia z użyciem cieczy o zmiennej temperaturze oraz inteligentne układy monitorowania i sterowania temperaturą formy w czasie rzeczywistym. Systemy te integrują czujniki, automatykę procesową i algorytmy optymalizujące przepływ medium chłodzącego, dostosowując go do aktualnych warunków procesu wtryskiwania. Zastosowanie takich rozwiązań w przetwórstwie tworzyw sztucznych umożliwia nie tylko redukcję kosztów produkcji, ale także zwiększenie żywotności form i poprawę powtarzalności produktu końcowego.

ZALETY PRECYZYJNEGO STEROWANIA TEMPERATURĄ FORMY

Precyzyjne sterowanie temperaturą formy odgrywa kluczową rolę w efektywnym chłodzeniu form w przetwórstwie tworzyw sztucznych. Dzięki zaawansowanym systemom kontroli temperatury możliwe jest utrzymanie optymalnych warunków termicznych podczas całego cyklu produkcyjnego, co przekłada się na znaczne podniesienie jakości wyprasek, skrócenie czasu cyklu oraz redukcję ilości braków produkcyjnych. Jedną z głównych zalet precyzyjnego stero-



wania temperaturą formy jest jednolitość chłodzenia, która zapobiega powstawaniu deformacji, naprężeń wewnętrznych i błędów wymiarowych. Równomierne odprowadzanie ciepła z całej powierzchni formy pozwala na powtarzalność parametrów produkcyjnych i stabilność procesu, co jest szczególnie ważne przy dużej skali produkcji seryjnej.

Zastosowanie nowoczesnych urządzeń, takich jak termoregulatory form wyposażone w cyfrowe regulatory PID, pozwala nie tylko na szybkie osiągnięcie zadanej temperatury, ale również jej dokładne utrzymanie w granicach tolerancji $\pm 0,1^{\circ}\text{C}$. To z kolei umożliwia przetwarzanie bardziej wymagających technicznie materiałów termoplastycznych oraz zapewnienie odpowiednich właściwości mechanicznych i estetycznych produktów końcowych. Precyzyjne chłodzenie form zwiększa również żywotność samego oprzyrządowania, zapobiegając występowaniu lokalnych przegrzań i korozji spowodowanej nierównomiernym przepływem czynnika chłodzącego. W kontekście konkurencyjności rynku i potrzeby skracania czasu wprowadzania produktu na rynek, kontrolowana temperatura formy staje się istotnym czynnikiem determinującym efektywność całego procesu przetwórstwa tworzyw sztucznych.

WPŁYW SYSTEMÓW CHŁODZENIA NA JAKOŚĆ WYPRASEK

Wpływ systemów chłodzenia na jakość wyprasek w przetwórstwie tworzyw sztucznych jest jednym z kluczowych czynników determinujących efektywność całego procesu produkcyjnego. Właściwie zaprojektowany i efektywnie działający system chłodzenia formy wtryskowej pozwala nie tylko skrócić czas cyklu produkcyjnego, ale przede wszystkim zapewnia jednorodność chłodzenia całej wypraski, co przekłada się na jej jakość końcową. Niedostateczne chłodzenie, brak równomiernego rozkładu temperatury lub zbyt gwałtowne zmiany termiczne mogą prowadzić do powstawania wad, takich jak odkształcenia, skurcze, pęknięcia wewnętrzne lub nierównomierna struktura powierzchni.

Nowoczesne metody chłodzenia, takie jak chłodzenie konforemne (ang. *conformal cooling*), wykorzystujące kanały

przepływowe drukowane addytywnie w technologii druku 3D, pozwalają na precyzyjne dopasowanie przebiegu obiegów chłodzących do geometrii formy. Dzięki temu znacząco poprawia się efektywność odprowadzania ciepła z obszarów krytycznych oraz minimalizuje się ryzyko powstawania defektów wizualnych i strukturalnych. Równocześnie zastosowanie odpowiednich cieczy chłodzących, kontrola ciśnienia oraz temperatury chłodzenia, mają bezpośredni wpływ na właściwości mechaniczne i wizualne gotowego wyrobu z tworzywa sztucznego.

Warto również zaznaczyć, że precyzyjne zarządzanie systemami chłodzenia formy wtryskowej pozwala na lepszą kontrolę nad skurczem przetwórczym, stabilnością wymiarową oraz jakością łączów międzywarstwowych w przypadku wyprasek wielokomponentowych. W kontekście optymalizacji procesów produkcyjnych odpowiednio dobrany system chłodzenia jest zatem nie tylko gwarancją wysokiej jakości wyprasek, ale również realnym sposobem na redukcję kosztów produkcji oraz zwiększenie trwałości samej formy w długim okresie użytkowania.

PORÓWNANIE TRADYCYJNYCH I INNOWACYJNYCH METOD CHŁODZENIA

W przetwórstwie tworzyw sztucznych chłodzenie form wtryskowych odgrywa kluczową rolę w zapewnieniu wysokiej jakości wyprasek oraz efektywności całego procesu produkcyjnego. Porównując tradycyjne i innowacyjne metody

chłodzenia form, można zauważyć istotne różnice w ich skuteczności, kosztach eksploatacyjnych oraz wpływie na produktywność. Tradycyjne metody chłodzenia, oparte głównie na zastosowaniu prostych kanałów chłodzących z przepływem wody, są szeroko stosowane ze względu na niski koszt wdrożenia i prostotę konstrukcji. Jednakże ich efektywność termiczna jest ograniczona z powodu trudności w równomiernym odprowadzaniu ciepła, szczególnie w formach o skomplikowanym kształcie.

W odpowiedzi na rosnące wymagania rynku, w ostatnich latach zyskały na znaczeniu innowacyjne metody chłodzenia form, takie jak chłodzenie konformalnymi kanałami chłodzącymi (*conformal cooling*), wykorzystanie materiałów o wysokiej przewodności cieplnej oraz chłodzenie z wykorzystaniem cieczy o zmiennym stanie skupienia (PCMs). Technologia konformalna, możliwa dzięki zastosowaniu druku 3D w metalu, umożliwia tworzenie kanałów chłodzących dopasowanych do geometrii formy, co zapewnia bardziej równomierne rozprowadzanie chłodu i skraca czas cyklu wtrysku. W porównaniu do tradycyjnych systemów, innowacyjne metody chłodzenia mogą znacząco obniżyć zużycie energii, zredukować deformacje wyprasek oraz zwiększyć żywotność formy. Takie rozwiązania, choć początkowo bardziej kosztowne, zwracają się w postaci zwiększonej wydajności i jakości produkcji wyrobów z tworzyw sztucznych.

Źródło: certyfi-cad.pl

REKLAMA

**Sprawdzone urządzenia
do chłodzenia wody
technologicznej** od polskiego
producenta z doświadczonym
serwisem fabrycznym



Cool®

Istniejemy od 1981 roku

**Agregaty wody lodowej
AQUACOOOL
AQUACOOOL GREEN**

Dostępne różne opcje:

- podwójna pompa
- zbiornik buforowy
- falownikowa regulacja wydajności sprężarek
- free cooling
- bezprzewodowy monitoring

Szeroki zakres modeli
z ekologicznym
czynnikami R290.

cool.pl

Agregaty absorpcyjne – nowoczesne rozwiązania zwiększające efektywność energetyczną systemu

Wwielu branżach chłód stał się podstawowym elementem infrastruktury technologicznej. Stabilne warunki termiczne wpływają na jakość produktu, bezpieczeństwo procesów oraz żywotność urządzeń. Wzrost zapotrzebowania na chłodzenie wynika z większej automatyzacji, rosnącej gęstości mocy urządzeń, wymagań sanitarnych i precyzji produkcji. Jednocześnie koszty energii elektrycznej rosną. Dlatego zakłady coraz częściej analizują technologie, które odciążają sieć elektryczną i pozwalają wykorzystać energię ciepłą, która wcześniej była traktowana jako nieużyteczne odpady procesowe.

W tym kontekście agregaty absorpcyjne stanowią rozwiązanie, które potrafi zamienić ciepło – często dostępne w nadmiarze – w chłód potrzebny w procesie. Dzięki temu przedsiębiorstwo korzysta z energii, która dotychczas była marnowana.

JAK DZIAŁA AGREGAT ABSORPCYJNY?

Agregat absorpcyjny przypomina klasyczny układ chłodniczy, ale wykonuje tę samą pracę przy użyciu innego mechanizmu. W standardowych systemach sprężarkowych czynnik chłodniczy jest sprężany i rozprężany przez urządzenia zasilane energią elektryczną. W absorpcji funkcję sprężarki zastępuje układ termiczny oparty na absorberze, generatorze, wymiennikach i pompie roztworu.

Podstawowy cykl wygląda tak: czynnik chłodniczy paruje w niskiej temperaturze i odbiera ciepło z układu wody lodowej. Następnie para trafia do absorbera, gdzie zostaje pochłonięta przez roztwór absorbentu. Roztwór o wysokim stężeniu jest kierowany do generatora, gdzie oddziela się ponownie dzięki dostarczonemu ciepłu. Powstająca para wraca do skraplacza, a cykl trwa nieprzerwanie.

Kluczową cechą tego procesu jest to, że energia ciepła zastępuje energię elektryczną. Właśnie dzięki temu system absorpcyjny jest tak atrakcyjny wszędzie tam, gdzie dostępne jest ciepło odpadowe lub tania energia ciepła.

JAK AGREGAT ABSORPCYJNY ZWIĘKSZA EFEKTYWNOŚĆ ENERGETYCZNĄ SYSTEMU?

Wzrost efektywności energetycznej wynika z kilku czynników technicznych:

- Odciążenie sieci elektrycznej.
- Wykorzystanie ciepła odpadowego.
- Stabilna praca przy dużych mocach i obciążeniu całorocznym.
- Możliwość integracji z kogeneracją i trigeneracją.

KORZYŚCI BIZNESOWE Z ZASTOSOWANIA AGREGATÓW ABSORPCYJNYCH

Agregaty absorpcyjne zwiększają efektywność systemu, ale ich znaczenie wykracza poza aspekty techniczne. Przekładają się na konkretne oszczędności i stabilność operacyjną.

- Redukcja kosztów eksploatacyjnych - mniejszy pobór mocy elektrycznej obniża rachunki za prąd, a przy dużych instalacjach różnice mogą być liczone w dziesiątkach procent. Dodatkowo agregaty absorpcyjne mają prostszą konstrukcję niż sprężarki wysokociśnieniowe, co zmniejsza koszty serwisu.
- Ograniczenie ryzyka przeciążeń sieci elektrycznej - zakłady z dużą liczbą urządzeń elektrycznych często działają na granicy mocy przyłączeniowej. Odciążenie systemu chroni przed awariami i dodatkowymi opłatami za przekroczenia.
- Lepsza gospodarka energią w przedsiębiorstwie - zamiast tracić energię ciepłą, zakład wykorzystuje ją do produkcji chłodu. To zwiększa efektywność całego systemu i ułatwia spełnianie norm środowiskowych.
- Zgodność z regulacjami dotyczącymi czynników chłodniczych - agregaty absorpcyjne nie korzystają z syntetycznych czynników o wysokim współczynniku GWP. Stosowane media robocze – woda, bromek litu, amoniak – nie są objęte restrykcjami F-gas. To zmniejsza ryzyko regulacyjne i długoterminowe koszty.

AGREGAT ABSORPCYJNY – GDZIE SIĘ SPRAWDZI?

Technologia absorpcyjna znajduje zastosowanie wszędzie tam, gdzie dostępne są stabilne źródła ciepła oraz konieczna jest praca non stop. Najczęściej wykorzystuje się ją w:

- Przetwórstwie tworzyw sztucznych - chłodzenie form i utrzymanie stałej temperatury procesu zwiększa jakość wyrobów i stabilność produkcji.
- Farmacji i chemii - wymagane są precyzyjne parametry środowiskowe, a procesy charakteryzują się częstym dostępem do energii cieplnej.
- Energetyce i kogeneracji - w elektrociepłowniach, zakładach wykorzystujących silniki gazowe lub turbiny, ciepło odpadowe jest dostępne przez cały rok. To idealne warunki dla trigeneracji.
- Centrach danych - wysokie zagęszczenie mocy serwerów generuje duże ilości ciepła, które można wykorzystać do produkcji chłodu dla całej infrastruktury.
- Przemysłach spożywczych - chłodzenie procesów, magazynów i linii produkcyjnych wymaga stabilnego chłodu. Integracja z ciepłem odpadowym poprawia rentowność.

Źródło: strefabiznesu.pl

Firma RAS Sp. z o.o. specjalizuje się w dostarczaniu urządzeń chłodniczych.

Firma działa kompleksowo na terenie całej Polski.

Sprzedaje i wynajmuje agregaty chłodnicze, pomaga w doborze optymalnych rozwiązań i w obliczaniu potrzebnej mocy chłodniczej.

Jako firma RAS Sp. z o.o. na rynku istniejemy od 2014 roku, ale doświadczenie w zakresie procesów chłodniczych, produkcji wody lodowej, technik klimatyzacyjnych zdobywaliśmy przez ponad 40 lat w Polsce i za granicą.

W gronie naszych klientów firmy znajdują się zakłady produkcyjne, parki maszynowe, obiekty przemysłowe, hotele, centra handlowe i prywatne ośrodki sportowe.

Ich zadowolenie to dla nas najlepsza rekomendacja.

W przypadku awarii natychmiast ruszamy z pomocą.

Jeśli urządzenie się zepsuje dostarczymy inne.

Nie musisz się martwić, że stracisz pieniądze z powodu zatrzymania linii produkcyjnej.

Wynajmij chiller

Wynajem agregatów chłodniczych to idealne rozwiązanie w momencie, gdy masz do czynienia z nagłą awarią chillera lub też Twoje urządzenia chłodnicze mają zbyt małą moc. W naszej ofercie znajdziesz szeroki wybór sprawdzonych urządzeń tylko wysokiej jakości. Wynajem to doskonałe rozwiązanie, gdy:

- otwierasz nową linię produkcyjną i potrzebujesz zwiększyć moc chłodniczą,
- jest lato i szukasz dodatkowego źródła chłodzenia,
- agregat nie jest Ci potrzebny na stałe, a jedynie okresowo,
- testujesz nowe maszyny przed ich zakupem,
- doszło do awarii urządzenia, czas oczekiwania na naprawę lub części zamienne to kilka tygodni, a przerwanie produkcji to dla Ciebie ogromne straty finansowe.

Decydując się na wynajem agregatu, otrzymujesz:

- sprawny, bezpieczny agregat wody lodowej,
- sprzęt dobrany do Twoich potrzeb,
- atrakcyjną cenę,
- montaż i demontaż urządzenia,
- dowolny okres wynajmu, który zawsze można przedłużyć,
- fachową pomoc w obliczeniu mocy chłodniczej, która jest potrzebna,
- uruchomienie urządzenia i gwarancję jego serwisu,
- krótki czas reakcji w razie problemów,
- pewność, że w krótkim czasie możemy dostarczyć zastępczy agregat.

Kup chiller używany

Zakup agregatu używanego to idealna opcja dla firm, które nie chcą inwestować w nowe urządzenie. Firma RAS Sp. z o.o. zapewnia nie tylko sprawnie działający sprzęt, ale też montaż i serwis. Co ważne, na oferowane przez nas chillery używane możesz otrzymać nawet 2-letnią gwarancję.

W ofercie chillerów używanych znajdziesz:

- urządzenia renomowanych producentów,
- chillery solidne i sprawdzone pod względem technicznym,
- agregaty dostosowane do Twoich indywidualnych potrzeb,
- urządzenia dostosowane do obowiązujących norm, posiadające odpowiednie certyfikaty i zabezpieczenia.



RAS Sp. z o.o.

ul. Honoraty 48/15

43-100 Tychy

tel. 607 276 732

info@rasagregaty.pl

www.rasagregaty.pl



Identyfikacja warunków uruchomienia produkcji masowej wyrobów elastomerowych przy użyciu technologii przyrostowych

Jacek Wojnowski, Remigiusz Iwańkiewicz

Dokument „Wohlers Report 2023” przedstawia informację, że globalny światowy wzrost w usługach i produkcji związanej z technologiami przyrostowymi w roku 2022 wyniósł 18,3% [2]. Nic nie wskazuje, aby w najbliższych latach trend miał ulec zmianie. Od kilku lat w sieci www można obserwować oferty firm, które zajmują się seryjną i masową produkcją przy użyciu technologii AM [3, 9, 15, 17] oraz portali z artykułami poświęconymi tej tematyce [6, 7]. Produkcję masową przy użyciu technologii AM prowadzi się już od dawna w medycynie, sporcie, lotnictwie, motoryzacji [7]. Wymienione poniżej zalety są niespotykane w technologiach wytwarzania takich jak obróbka skrawaniem i przetwórstwo wtryskowe. Do zalet AM należy zaliczyć [7]:

- Wytwarzanie przejściowe/pomostowe;
- Swoboda w projektowaniu;
- Masowa personalizacja;
- Elastyczność produkcji;
- Produkcja na miejscu/produkcja lokalna;
- Szybsza produkcja;
- Zrównoważony rozwój.

Wyróżnia się siedem technologii wytwarzania przyrostowego [11, 19]:

- Binder Jetting (BJ);
- Direct Energy Deposition (DED);
- Material Extrusion (MEX);
- Material Jetting (MJ);
- Powder Bed Fusion (PBF);
- Sheet Lamination (SHL);
- VAT Polymerization.

Zasada działania i wytwarzania w poszczególnych technologiach AM szczegółowo zostały opisane w publikacji [8].

Spośród powyżej wymienionych technologii jedynie trzy z nich mogą mieć zastosowanie do przetwórstwa materia-

łów polimerowych, które po procesie wydruku mają cechy elastomeru, tj. niską twardość, bardzo duże odkształcenia do zniszczenia, niski moduł Younga, niski udział odkształceń trwałych. Są to MEX, Powder Bed Fusion oraz VAT Polymerization. Wydruki, które docelowo mają wykazywać właściwości elastomeru mogą mieć zastosowanie:

- wszędzie tam, gdzie ważna jest ochrona przed niekorzystnym wpływem drgań mechanicznych [20],
- tam, gdzie wymagany jest miły w dotyku chwyt elastomeru,
- tam, gdzie kluczowe jest uszczelnienie części maszyn działających pod zwiększonym lub obniżonym ciśnieniem,
- na elementy protez medycznych dobieranych do konkretnego pacjenta oraz innych elementów medycznych,
- wszędzie tam, gdzie ważniejsze są niskie poziomy odkształceń trwałych od samej wytrzymałości podczas odkształcenia.

W tabeli 1 zawarto listę katalizatorów (zalet) i inhibitorów (wad) produkcji masowej dla technologii AM MEX umożliwiających produkcję wydruków o cechach elastomeru.

Na podstawie informacji z literatury i tabeli 1 można wywnioskować, co następuje:

- Technologia MEX pomimo niskiej wydajności pojedynczej drukarki nadal posiada potencjał do uzyskiwania wydruków tanich i w relatywnie krótkim czasie,
- Niski koszt urządzenia i materiału daje możliwość ustawiania drukarek farmy i skutkować podniesieniem ogólnej wydajności przedsiębiorstwa,
- Wydajność procesu druku metodą MEX zależy silnie od twardości materiału filamentu.

Chociaż pierwsze doniesienia na temat użycia elastomerów termoplastycznych do wytwarzania wydruków metodą MEX pojawiły się już w 1997 roku [4] to uzyskanie wydajnej produkcji przy użyciu takich materiałów nadal stanowi wy-

Tabela 1. Katalizatory oraz inhibitory wejścia technologii MEX do masowej produkcji elementów elastomerowych. Źródło: [16] i praca własna.

Lp.	Technologia MEX	
	Katalizatory	Inhibitory
1.	Niskie koszty urządzenia ^a i materiału ^b	Niska wydajność drukarek (może być zminimalizowana m.in. poprzez montaż drukarek w tzw. „farmy”)
2.	Obróbka poprocesowa jest opcjonalna oraz mało czasochłonna	Wydajność drukarek niska i zależna od liczby drukowanych wyrobów
3.	Bardzo duża ilość materiałów, które mogą być przetwarzane	Niska prędkość druku zależna od twardości materiału filamentu
4.	Powstają nowe technologie, np. High Speed Printing przyspieszające proces druku kosztem jakości	
5.	Możliwość druku elementów o różnej gęstości wypełnienia	

^{a)} 1 do 10 tys. zł (drukarka z dwiema głowicami firmy FlashForge, marki Creator 3 Pro), ^{b)} 250 zł/kg (Filament marki FiberFlex 30D firmy Fiberlogy)

zwanie dla badaczy i wytwórców. Technologie tradycyjne, do których należy zaliczyć przetwórstwo wtryskowe tworzyw sztucznych oraz wytwarzanie technologiami AM można scharakteryzować przy użyciu szeregu atrybutów (tabela 2).

Na podstawie źródła [6] można wyróżnić szereg warunków produkcji masowej dla technologii przyrostowych. Warto nadmienić, że nie jest konieczne spełnienie wszystkich poniższych warunków, aby produkcję w technologiach AM traktować jako masową. Każde spełnienie warunków poniżej powinno być przesłanką do użycia technologii AM w produkcji masowej:

1. Drukowany wyrób ma cechy fizyczne i geometryczne nie dające się uzyskać inną metodą wytwarzania,
2. Każdy z serii wyrobów drukowanych musi posiadać unikalne i właściwe sobie cechy, być dobrana do konkretnego zastosowania, tj. spersonalizowana,
3. Technologia AM może być technologią tymczasową wy-

korzystaną do produkcji części w szybki sposób, aby uniknąć opóźnień w realizacji zamówień w wyniku nieprzewidzianych zdarzeń,

4. Gdy wymagane jest szybkie przebrojenie maszyny i zmiana produkcji,

5. Potrzebna jest wysoka elastyczność produkcji,

6. Gdy jest potrzeba sprostania jednoczesnemu wysokiemu popytowi na kilka różnych produktów w krótkim czasie.

Wydajność danej technologii wytwarzania można potraktować jako zdolność do produkcji określonego wolumenu produktów w jak najkrótszym czasie. Produkcja przy użyciu tradycyjnych technologii wytwarzania odznacza się wysoką wydajnością. Produkcja masowa w ujęciu tradycyjnym sprawdza się bardzo dobrze w przypadku produkcji jednego rodzaju wyrobu.

W dobie masowej personalizacji występuje popyt na wyroby dobrane dla konkretnego klienta produkowane w niewielkich seriach. Przykładem może być firma Hasbro pro-

Tabela 2. Atrybuty produkcji masowej dla tradycyjnych i przyrostowych. Źródło: [5, 6, 7, 18] i praca własna

Lp.	Cecha	Technologie	
		tradycyjne	przyrostowe
1.	Asortyment produkcji	Stały	Zmienny
2.	Obciążenie stanowisk roboczych	Stałe	Zmienne
3.	Specjalizacja pracowników produkcji	Wysoka	Wysoka
4.	Powtarzalność operacji produkcji	Pełna	Zależna od modelu i materiału
5.	Urządzenia wytwórcze	Maszyny specjalne	Maszyny specjalne
6.	Jednostkowe koszty produkcji	Niskie i malejące z czasem	Na pośrednim poziomie. Niezmiennie w czasie
7.	Cykle produkcyjne	Bardzo krótkie	Długie
8.	Wolumen produkcji	Zależny od wyrobu	Zależny od wyrobu
9.	Wydajność produkcji	Wysoka	Niska

dukująca figurki ludzi. Głowa jest elementem spersonalizowanym, powstającym na bazie skanu 3D twarzy klienta i jest wytwarzana na drukarkach 3D [7]. Tułów z kolei powstaje technologią wtrysku tworzywa do formy. Nie jest wykluczone, że w przyszłości tułów mógłby być również produkowany przy użyciu technologii przyrostowych.

Wydajność technologii wtryskowych znacząco spada, jeżeli występuje potrzeba szybkiej zmiany produkcji na inny wyrób produkowany w niewielkiej ilości. Oprócz wtryskarki drugim, najbardziej kosztownym elementem systemu produkcyjnego przetwórstwa wtryskowego jest stalowa forma. Wytworzenie formy wtryskowej, nawet przy użyciu znormalizowanych elementów, może trwać do półtora miesiąca.

Produkcja technologiami przyrostowymi jest traktowana powszechnie jako ta, która odznacza się niską wydajnością, tj. druk 3D wyrobów z tworzyw sztucznych przy znacznym wolumenie produkcji. Produkcja przy użyciu technologii przyrostowych staje się zasadna w przypadku niewielkich partii różnych geometrycznie wyrobów.

Niezależnie od wielkości, praktycznie w każdym przedsiębiorstwie, pojawia się oddział wyposażony w drukarki 3D. W praktyce, bardzo często występują przedsiębiorstwa zajmujące się wyłącznie produkcją dla podmiotów zewnętrznych przy użyciu technologii przyrostowych.

Jednostkowy czas produkcji wyrobu przy użyciu technologii MEX jest zależny nie tylko od cech geometrycznych, ale i od parametrów technologicznych wprowadzanych do drukarki na początku procesu produkcji. Innym rozwiązaniem może być wspomniane grupowanie dużej ilości drukarek 3D w farmy. Wpływ ilości drukarek 3D na wydajność całego systemu produkcyjnego jest nie do końca poznany.

Na podstawie powyższych obserwacji i wniosków można sformułować dwa istotne problemy badawcze, których roz-

wiązanie podjęto w artykule:

Q1: Czy wydajność systemu realizującego produkcję masową w ujęciu tradycyjnym można usprawnić, przez zmianę pewnej liczby wtryskarek na drukarki 3D?

Q2: Jakie są warunki osiągnięcia wydajności przez system produkcyjny bazujący na drukarkach 3D na poziomie konkurencyjnym dla tradycyjnych technologii wytwarzania?

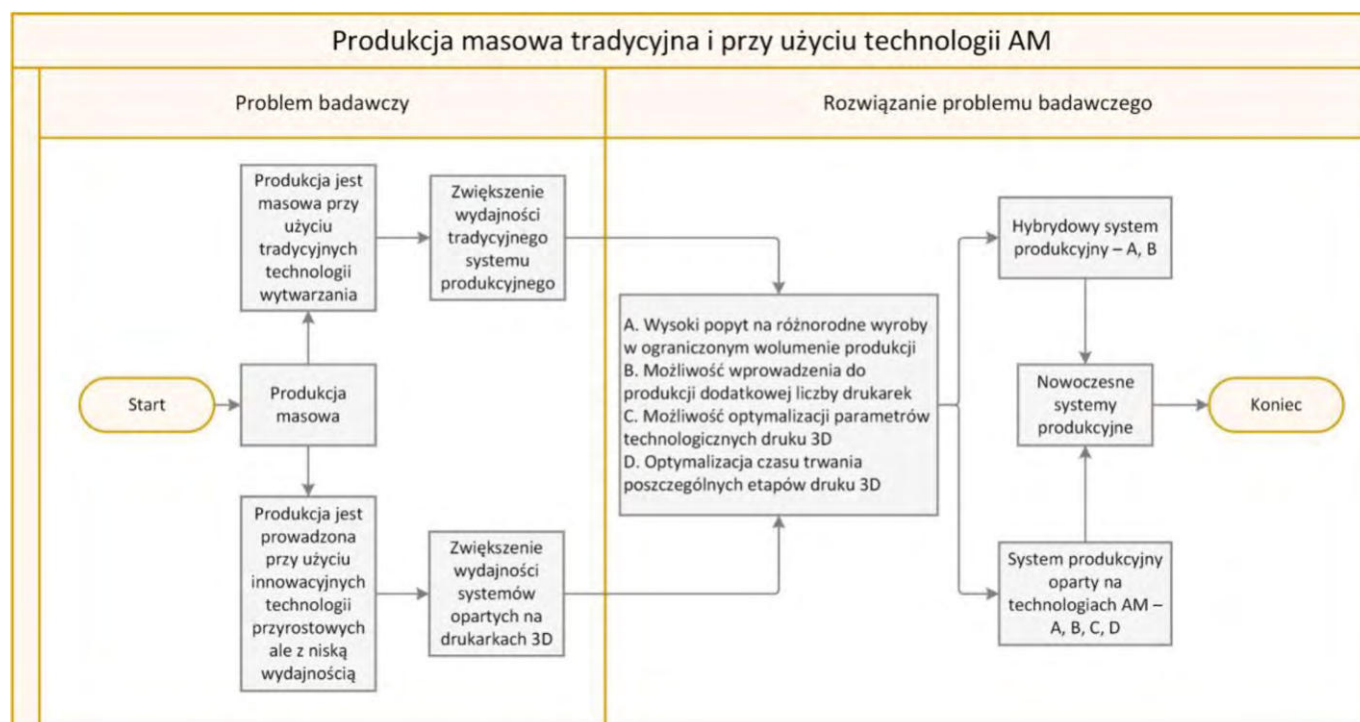
W dalszej części pracy przeprowadzono symulacje, które mają pomóc rozwiązać powyższe problemy. Schemat koncepcji produkcji masowej w ujęciu tradycyjnym i innowacyjnym technologiami AM, na którym oparto się w analizach w niniejszej pracy, przedstawiono poniżej (rys. 1).

METODY

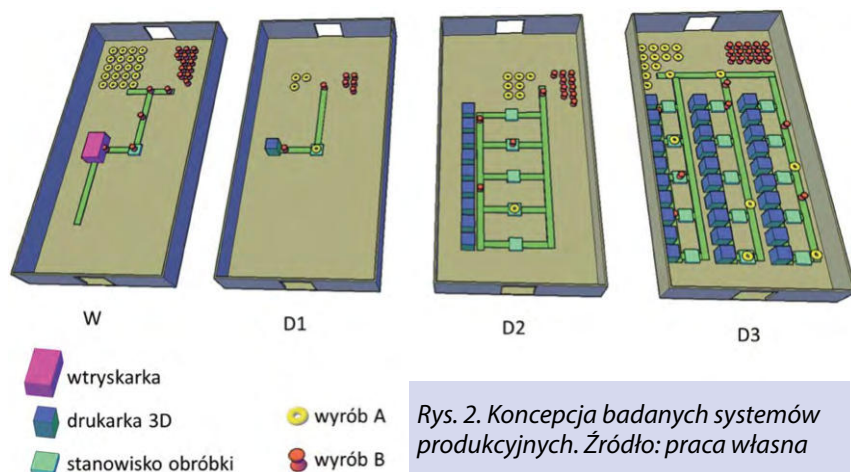
W dalszej części pracy przeprowadzono porównanie wydajności czterech różnych systemów produkcyjnych podczas symulacji produkcji masowej dwóch rodzajów wyrobów (nazwanych A i B) (rys. 2):

- system D1: małe przedsiębiorstwo lub start-up wyposażone w jedną drukarkę 3D,
- system D2: małe przedsiębiorstwo z większą liczbą zamówień (9 drukarek 3D),
- system D3: przedsiębiorstwo działające w ramach drobnego przemysłu z większą liczbą zamówień (30 drukarek 3D),
- system W: realizujący produkcję wtryskową tworzyw sztucznych, charakteryzujące się wysoką wydajnością, ale wymagające kosztownej formy dla każdego rodzaju wyrobu, wtryskarki i urządzeń peryferyjnych. Wydajność tego systemu traktowana jest jako odniesienie dla oceny systemów drukarkowych.

Dodatkowo w skład każdego wariantu systemu produkcyjnego wchodzi stanowiska do obróbki poprodukcyjnej. Dla wtryskarki założono jedno stanowisko, dla systemów od



Rys. 1. Schemat zagadnienia produkcji masowej w ujęciu tradycyjnym i innowacyjnym. Źródło: praca własna



Rys. 2. Koncepcja badanych systemów produkcyjnych. Źródło: praca własna

D1 do D3 dwa stanowiska do obróbki poprocesowej.

Według informacji dostępnych w sieci www [12] farmę liczącą 300 drukarek obsługuje około 5 pracowników na jedną zmianę, tj. 8 godzin roboczych. W podanym źródle na jednego pracownika, na jedną zmianę przypada 60 drukarek 3D działających w technologii MEX. Wartość 60 drukarek 3D przypadająca na jednego pracownika wydaje się być zawyżona. W niniejszej pracy systemy produkcyjne – D1 do D3 – są obsługiwane przez dwóch pracowników, którzy wykonują niezależnie od siebie zadania technologa i pracownika obróbki poprocesowej. System produkcyjny W obsługiwany jest przez jednego pracownika.

Dla założonych warunków w niniejszej pracy istnieją punkty przecięcia się wykresów. Punkty przecięcia wykresów należących do różnych systemów produkcyjnych – przetwórstwo wtryskowe i technologii przyrostowej MEX – przedstawiają krytyczne wartości wolumenu produkcji, dla których dany system produkcyjny przestaje być efektywny w odniesieniu do przetwórstwa wtryskowego. Nazewnictwo punktów charakterystycznych ujęto w tabeli 3.

Systemy D2 i D3 można nazwać farmami drukarek 3D. Liczby drukarek zaproponowanych do analizy w tych systemach wzorowano na systemach analizowanych w literaturze [16].

Dla przetwórstwa wtryskowego założono, że produkcja odbywa się szeregowo, tj. następuje po sobie druk partii wyrobu A i następnie – na nowej formie wtryskowej – wyrobu B.

Czas realizacji zamówienia traktowano jako zmienną zależną. Obok kosztów jednostkowych jest ona podstawowym wskaźnikiem opisującym system produkcyjny i jego efektywność [1]. Analizowano czas realizacji zamówienia w funkcji wolumenu produkcji dla każdego z rozważanych systemów.

Analizy dotyczące technologii przyrostowych prowadzono przy następujących założeniach:

- masa wyrobu A i B to 1 g,
- czas projektowania wyrobu A oraz B w oprogramowaniu CAD/CAM jest stały i wynosi 30 minut,
- czas pracy drukarek 8 godzin w ciągu dnia,
- ustawienie parametrów w programie obsługującym drukarkę to 10 minut,
- uzupełnienie filamentu i/lub zmiana szpuli wynosi 10 mi-

nut,

- kalibracja podzespołów drukarki to 10 minut,
- zmiana folii i/lub nałożenie środka adhezyjnego to 5 minut,
- czas potrzebny na wydrukowanie wyrobu A na drukarce wynosi 10 minut, natomiast wyrobu B wynosi 20 minut,
- szpula z filamentem jest zmieniana co 1000 szt. wydruków,
- na raz drukowane jest 100 szt. wyrobów A i B.

Przyjęto również następujące założenia dotyczące pracy wtryskarki i formy wtryskowej:

- czas pracy wtryskarki to 8 godzin w ciągu dnia,
- czas wykonania formy wtryskowej dla wyrobu A i wyrobu B przyjęto równy 1,5 miesiąca,
- formy wtryskowe dla wyrobu A i wyrobu B były wykonywane równocześnie,
- forma jest 20-gniazdowa,
- czas na przygotowanie wtryskarki do pracy to 30 minut,
- cykl wtrysku równy 10 sekund,
- czas na obróbkę jednego wyrobu A lub B to 5 sekund i jest prowadzony niezależnie od procesu wtrysku,
- maksymalna liczba wyrobów na dzień roboczy na jedną wtryskarkę to 57600 sztuk.

WYNIKI I DYSKUSJA

Wydajność i elastyczność systemu W, składającego się z wtryskarek, może być polepszona gdy:

- a) Występuje wysoki popyt na małe partie wyrobów o różnej geometrii i właściwościach fizycznych. Dla ograniczonego

Tabela 3. Punkty krytyczne efektywności danego systemu produkcyjnego. Źródło: praca własna

L.p.	Symbol	Opis
1.	α1A	Krytyczny punkt efektywności systemu D1 wyrobu A
	α1B	Krytyczny punkt efektywności systemu D1 wyrobu B
2.	α2A	Krytyczny punkt efektywności systemu D2 wyrobu A
	α2B	Krytyczny punkt efektywności systemu D2 wyrobu B
3.	α3A	Krytyczny punkt efektywności systemu D3 wyrobu A
	α3B	Krytyczny punkt efektywności systemu D3 wyrobu B
4.	β1	Krytyczny punkt efektywności systemu D1 wyrobu A
	β2	Krytyczny punkt efektywności systemu D2 wyrobu A
5.	γ1	Krytyczny punkt efektywności systemu D1 wyrobu B
	γ2	Krytyczny punkt efektywności systemu D2 wyrobu B

wolumenu wyrobów drukarki 3D okazują się być wydajniejsze od wtryskarek (rys. 3).

W tabeli 4 przedstawiono graniczne wartości wolumenu produkcji dla systemów działających w oparciu o technologie przyrostowe, poniżej których czas realizacji zamówienia będzie krótszy niż w przypadku tradycyjnej produkcji wtryskowej. Np. dla systemu D2 działającego w ramach małego przedsiębiorstwa farma 9 drukarek 3D pozwala na produkcję 17 868 szt. wyrobu A, przy zachowaniu czasu realizacji zamówienia krótszego od systemu W.

Dla ograniczonej i niskiej wielkości wolumenu równej 1000 szt. wyrobu A i B czas realizacji zamówienia jest najdłuższy dla systemu W składającego się z jednej wtryskarki i wynosi 46 dni (tabela 5). Dla farmy drukarek systemu D3 i wyrobu A czas realizacji zamówienia jest równy 3 dni. Okazuje się, że system D2 jest tak samo efektywny jak system D3. Zatem użycie największej liczby dostępnych drukarek do produkcji wyrobu A nie jest konieczne i pozostałe urządzenia mogą być przeznaczone do wykonywania innego zadania produkcyjnego w przedsiębiorstwie.

b) Do już istniejącego systemu W wprowadzone zostaną dodatkowe drukarki 3D (systemy D1 lub farmy D2, D3), które pozwalają na odciążenie produkcji prowadzonej na wtryskarkach i zwiększenie efektywności hybrydowego systemu W + D1, D2, D3.

Niewielkie wymiary drukarek 3D MEX i niska energochłonność właściwa [21] – w stosunku do pozostałych technologii AM – sprawiają, że budowanie farm drukarek 3D jest ułatwione. Zwiększanie liczby drukarek od 1 do 30 skutkuje przesunięciem granicznej wartości wolumenu produkcji z punktu $\alpha 1A$ do $\alpha 3A$ (od 2 140 szt. do 48 946 szt.) dla wyrobu A oraz z punktu $\alpha 1B$ do $\alpha 3B$ (od 1 074 szt. do 27 509 szt.) w przypadku wyrobu B. Dla zwiększającej się liczby użytych do

Tabela 4. Graniczne wartości wolumenu produkcji dla systemów produkcyjnych D1, D2 i D3 w odniesieniu do systemu W. Źródło: praca własna

Lp.	System produkcyjny			
	Wyrób	D1	D2	D3
1.	A	2 140 szt. (punkt $\alpha 1A$)	17 868 szt. (punkt $\alpha 2A$)	48 946 szt. (punkt $\alpha 3A$)
2.	B	1 074 szt. (punkt $\alpha 1B$)	9 299 szt. (punkt $\alpha 2B$)	27 509 szt. (punkt $\alpha 3B$)

Tabela 5. Czas realizacji zamówienia dla produkcji 1 000 sztuk wyrobu A i B. Źródło: praca własna

Lp.	Wyrób	System produkcyjny			
		W	D1	D2	D3
1.	A	46 dni	22 dni	3 dni	3 dni
2.	B	46 dni	43 dni	6 dni	3 dni

produkcji drukarek 3D wzrasta szybkość realizacji zamówienia. Przykładowo dla produkcji wyrobu A w ilości 1 000 szt. dodanie 8 drukarek 3D powoduje zmniejszenie czasu realizacji zamówienia z 22 do 3 dni (tabela 5). Wzrost liczby drukarek 3D o 20 nie wpływa na czas realizacji zamówienia (rys. 3). Zwiększenie wydajności systemu pracującego w technologii przyrostowej MEX – od D1 do D3 – jest możliwe gdy:

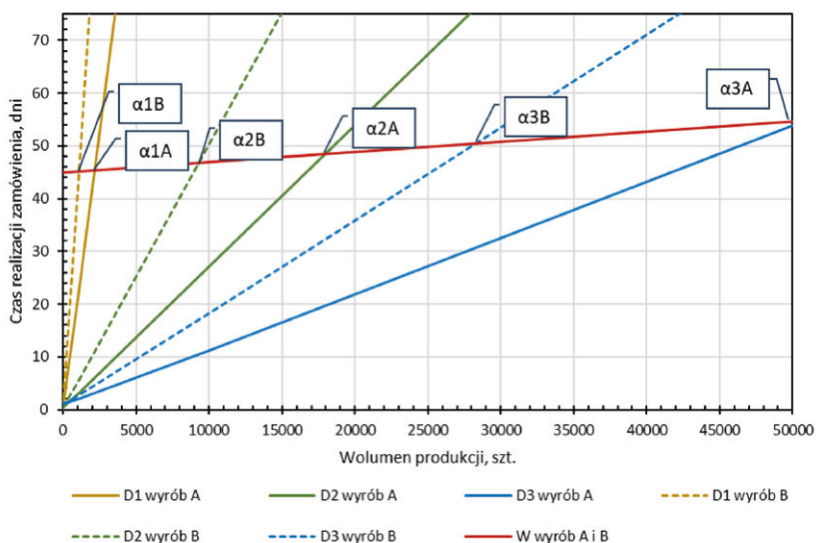
a) Występuje wysoki popyt na różnorodne wyroby produkowane w niewielkich wolumenach (zwłaszcza do 1 000 szt.).

Na wykresach poniżej przedstawiono czas realizacji zamówienia dla krótkich czasów realizacji zamówienia wyrobu A (rys. 4) oraz wyrobu B (rys. 5). Przedstawione dane pokazują, że czas realizacji zamówienia również posiada charakterystyczne punkty przecięcia. Istnieją zatem przedziały wolumenów, dla których najbardziej wydajne jest stosowanie pojedynczej drukarki 3D, farmy 9 lub 30 drukarek 3D.

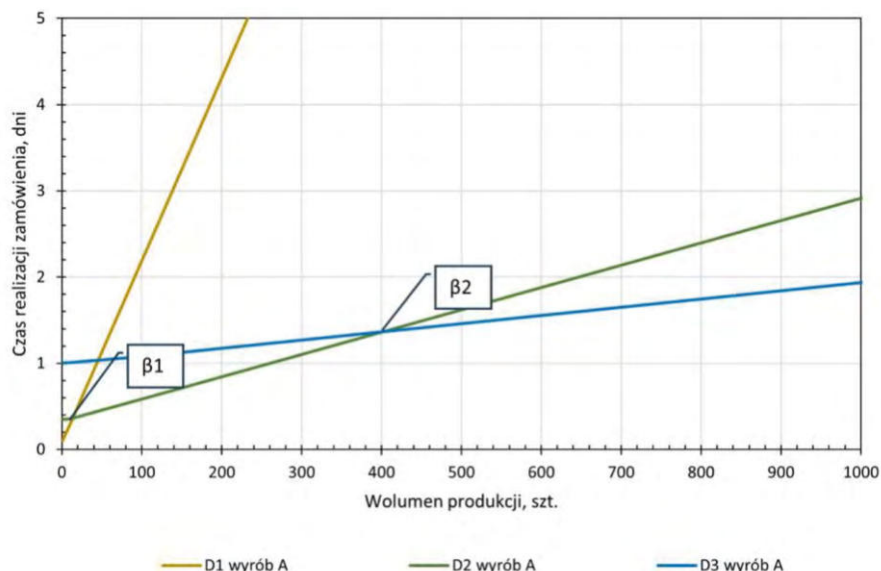
Dla przedziału wolumenu wyrobu A od 1 szt. do 16 szt. jedna drukarka jest najbardziej efektywna. Dla przedziału od 16 szt. do 400 szt. najwydajniejsza jest farma 9 drukarek. Dla produkcji powyżej 400 szt. wyrobu A najmniejszym czasem realizacji zamówienia charakteryzuje się farma 30 drukarek 3D. Dla wyrobu B analogiczne są przedziały wolumenu od 1 szt. do 8 szt. – wydajniejszy system D1, od 8 szt. do 200 szt. – wydajniejszy system D2 oraz powyżej 200 szt. system D3 staje się najbardziej efektywny.

b) Zwiększona zostaje liczba drukarek 3D pracujących równolegle. Wpływ liczby drukarek na wydajność systemu produkcyjnego został opisany w ramach problemu badawczego Q1 powyżej. Ograniczono się w tym miejscu do krótkiego komentarza. Podobnie jak w przypadku problemu Q1 wzrost liczby drukarek 3D skutkuje ogólnym wzrostem wydajności w systemie produkcyjnym przedsiębiorstwa.

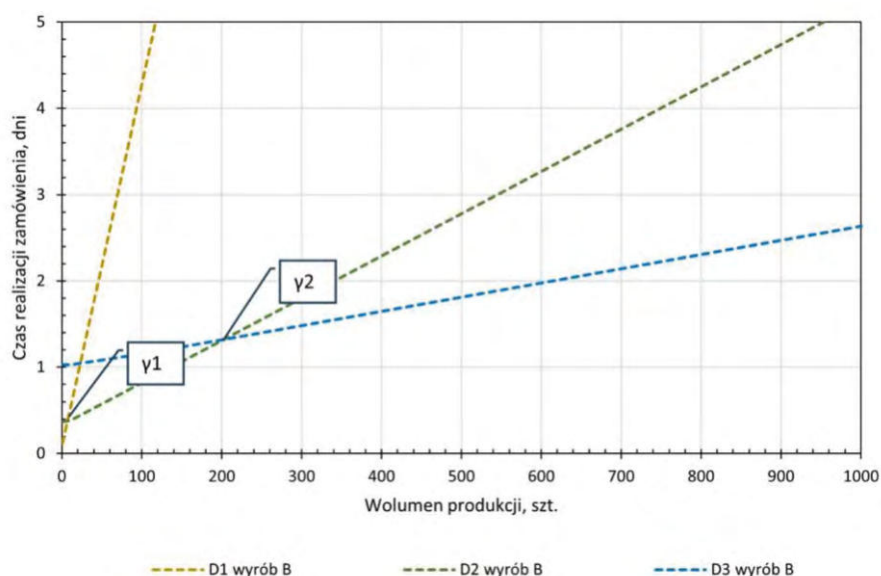
c) Dokona się optymalizacji parametrów technologicznych druku 3D prowadzącej do



Rys. 3. Czas realizacji zamówienia w funkcji wolumenu produkcji dla czterech systemów wytwarzania wyrobu A i B. Źródło: praca własna



Rys. 4. Czas realizacji zamówienia dla niskich wartości wolumenu produkcji w systemach produkcji od D1 do D3 i wyrobu A. Źródło: praca własna



Rys. 5. Czas realizacji zamówienia dla niskich wartości wolumenu produkcji w systemach produkcji od D1 do D3 i wyrobu B. Źródło: praca własna

wzrostu wydajności drukarek 3D.

Na wydajność druku 3D, a tym samym szybkość realizacji zamówienia wpływają następujące parametry technologiczne drukarki 3D pracującej w technologii MEX: gęstość wypełnienia wnętrza modelu (Naik i Thakur, 2021), prędkość poruszania się głowicy drukującej, wysokość warstwy drukowanej [13]. Dla malejącej gęstości wypełnienia wnętrza modelu wyrobu jednostkowy czas druku spada. Czym większa prędkość poruszania się głowicy drukującej drukarki 3D, tym jednostkowy czas druku maleje. Wraz ze wzrostem wysokości warstwy drukowanej jednostkowy czas druku maleje. Zmiana powyższych parametrów technologicznych drukarki 3D skutkuje m.in. zmianą w jednostkowym czasie wydruku modelu. Przykładowo, przy zmniejszeniu wyłącznie czasu jednostkowego wydruku wyrobu z 20 minut na 10 minut, czas realizacji zamówienia 1 000 szt. wyrobu, dla systemu produkcyjnego D1, maleje z 43 dni na 22 dni. Stanowi

to skrócenie czasu realizacji zamówienia o 51%.

d) Poprzez celowe działania zarządzania procesem produkcji i personelem technicznym czas trwania poszczególnych etapów wytwarzania ulegnie skróceniu.

PODSUMOWANIE

Użycie drukarek 3D w nowoczesnych systemach zarówno nowe możliwości, jak i stawia przed projektantami wyrobów oraz inżynierami produkcji nowe zadania. W przypadku użycia technologii przyrostowych w nowoczesnych systemach produkcyjnych pojawiają się nowe wyznaczniki masowej produkcji, tzn.:

- wyroby nieuzyskiwane innymi technologiami wytwarzania,
- wyroby całkowicie lub częściowo personalizowane,
- serie produkcyjne zróżnicowane pod względem asortymentowym, wymagające wysokiej elastyczności produkcji.

Nie należy bezkrytycznie łączyć produkcji masowej z wysokim wolumenem identycznych geometrycznie wyrobów. Niniejsza publikacja pokazuje, że w przypadku użycia technologii przyrostowych w nowoczesnych systemach produkcyjnych pojęcie masowej produkcji ulega redefinicji, ponieważ zostaje oparte na kryterium podobieństwa technologicznego wyrobów. Elastyczność technologii przyrostowych pozwala klasyfikować znacznie większe zbiory wyrobów różnych geometrycznie, jako podobne technologicznie.

W artykule wyróżniono dwa problemy badawcze dotyczące produkcji masowej przy użyciu technologii przyrostowych

(Q1 i Q2): pierwszy, związany z wprowadzeniem technologii przyrostowych do produkcji obok tradycyjnej technologii wytwarzania wtryskowego (system hybrydowy); drugi, który zakłada zwiększenie wydajności produkcji już istniejącego systemu produkcyjnego opartego na technologiach przyrostowych.

Wykazano, że produkcja może zostać uzupełniona o zestaw drukarek 3D wspomagających wtryskarki oraz że wydajność produkcji można polepszyć poprzez zwiększenie liczby używanych drukarek 3D lub zoptymalizowanie parametrów technologicznych druku 3D. Istotne może być również skupienie się na poprawie wydajności poszczególnych etapów systemu produkcyjnego.

Przeprowadzone analizy wskazują, że technologie AM mogą być konkurencyjne lub komplementarne w stosunku do tradycyjnych technologii wytwarzania, natomiast obydwa sformułowane problemy badawcze można rozwiązać

poprzez porównanie funkcji wydajności alternatywnych technologii. W artykule skupiono się na minimalizacji czasu procesu, lecz aby uzyskać pełny obraz procesu masowej produkcji przy użyciu technologii przyrostowych konieczne jest przeanalizowanie kosztów i zysków płynących z zastosowania technologii AM [1]. Nie mniej ważne jest określenie wpływu poszczególnych parametrów technologicznych druku 3D na jednostkowy czas wytwarzania wyrobu. Parametry technologiczne druku 3D można powiązać z innymi właściwościami fizycznymi lub funkcjonalnymi gotowego wydruku, np. z chropowatością, dokładnością wymiarową w odniesieniu do modelu komputerowego, czy z wytrzymałością na ściskanie i ilością energii rozpraszanej podczas odkształcania wyrobu - tłumika.

W publikacji nie uwzględniono następujących zagadnień, które mogą stanowić kierunek przyszłych badań:

- symulacja produkcji większej liczby wyrobów różniących się jednostkowym czasem wytwarzania i obróbki poprocesowej przy minimalizacji czasu realizacji zamówienia,
- analiza parametrów technologicznych druku 3D, w odniesieniu do właściwości mechanicznych; tzn. maksymalizacja wybranych właściwości mechanicznych przy optymalizacji parametrów technologicznych i minimalizacji czasu wytwarzania,
- analiza wydajności automatycznego lub półautomatycznego systemu produkcyjnego w technologii MEX (RBTX, 2024) z użyciem robotów i przenośników oraz kamer śledzących poprawność druku,
- zarządzanie działaniami pracowników przedsiębiorstwa mające na celu maksymalne wykorzystania ich czasu pracy w oparciu o ustalone zadanie produkcyjne.

Konkludując, procedura analizy przedstawiona w artykule może stanowić bazę pod kolejne rozszerzenia i usprawnienia innowacyjnych systemów wytwarzania.

LITERATURA.

- [1] Achillas, C., Aidonis, D., Iakovou, E., Thymianidis, M., Tzetzis, D. (2015) A methodological framework for the inclusion of modern additive manufacturing into the production portfolio of a focused factory. *Journal of Manufacturing Systems*, 37, s. 328-339 doi:10.1016/j.jmsy.2014.07.014.
- [2] Campbell, I. (2024.03.19). Wohlers Report 2023 Unveils Continued Double-Digit Growth. *WOHLERS Associates*. Dostępne online: <https://wohlersassociates.com/news/wohlers-report-2023-unveils-continued-double-digit-growth/>.
- [3] Carbon 3D (2024.03.19). Large Scale 3D Printing For Mass Production. Dostępne online: <https://www.carbon3d.com/resources/blog/3d-printing-for-mass-production>.
- [4] Elkins, K., Nordby, H., Janak, C., Gray, R. B., Baird, D. (1997). Soft elastomers for fused deposition modeling. *Solid Freeform Fabrication Proceedings (Series)*, s. 441-448.
- [5] Gola, A. (2021). Organizacja procesów produkcyjnych. Pobrane z: https://bc.pol-lub.pl/Content/13663/3-Workbook_Organizacja-procesow.pdf.
- [6] Guardia, I. (2024.03.19). When to use 3D printing for mass production. Dostępne online: <https://www.tctmagazine.com/additive-manufacturing-3d-printing-industry-insights/technology-insights/when-to-use-3d-printing-for-mass-production/>.
- [7] Kauppila, I. (2024.03.19). 3D Printing for Mass Production: High-Volume 3D Printing. Dostępne online: <https://all3dp.com/1/3d-printing-for-mass-production/>.

- [8] Ligon, S., Liska, R., Stampfl, J., Gurr, M., Mulhaupt, R. (2017). Polymers for 3D printing and customized additive manufacturing. *Chemical Reviews*, 117, s. 10212–10290 doi:10.1021/acs.chemrev.7b00074.
- [9] Materialise. Integrate Additive Manufacturing into Volume Production (2024.03.19). Dostępne online: <https://www.materialise.com/en/industrial/3d-printing-services/manufacturing>.
- [10] Naik, M., Thakur, D. (2021). Experimental investigation of effect of printing parameters on impact strength of the bio-inspired 3D printed specimen. *Sadhana-Academy Proceedings In Engineering Sciences*, 46, s. 1-9 doi:10.1007/s12046-021-01671-8.
- [11] Online Browsing Platform (OBP). (2024.03.19). Norma ISO/ASTM 52900:2021(en). Dostępne online: <https://www.iso.org/obp/ui/#iso:std:iso-astm:52900:ed-2:v1:en>.
- [12] Průša, J. (2024.03.19). Three hundred 3D printers in one room: A quick look to our printing farm. Dostępne online: https://blog.prusa3d.com/a-quick-look-to-our-printing-farm_7474/.
- [13] Rajamani, P., Ageyeva, T., Kovacs, J. (2021). Personalized Mass Production by Hybridization of Additive Manufacturing and Injection Molding. *Polymers*, 13, s. 1-19 doi:10.3390/polym13020309.
- [14] RBTX (2024.03.19). Automation solutions for 3D printing. Dostępne online: <https://rbtx.com/en-GB/solutions/purpose-am-systems-3d-printing-automation-solution>.
- [15] Shenzhen Rapid Direct Co., Ltd. (2024.03.19). The Advantages of Using 3D Printing for Mass Production. Dostępne online: <https://www.rapiddirect.com/blog/3d-printing-mass-production/>.
- [16] Skawiński, P., Siemiński, P. (2017). The 3D Printer Farm – function and technology requirements and didactic use. *Mechanik 8-9*, s. 796-800 doi:10.17814/mechanik.2017.8-9.117.
- [17] Spectrum Plastics Group. (2024.03.19). Dostępne online: <https://www.spectrumplastics.com/components-technology/catheter-technologies/am-3d-printing/>.
- [18] Szatkowski, K. (2014). Nowoczesne zarządzanie produkcją. Ujęcie procesowe (I ed.). Warszawa: Wydawnictwo Naukowe PWN SA.
- [19] Vithani, K., Goyanes, A., Jannin, V., Basit, A., Gaisford, S., Boyd, B. (2019). An Overview of 3D Printing Technologies for Soft Materials and Potential Opportunities for Lipid-based Drug Delivery Systems. *Pharmaceutical Research*, 36, s. 1-20 doi: 10.1007/s11095-018-2531-1.
- [20] Wojnowski, J., Chmiel, J. (2021). Personalized Anti-Vibration Protection for Telematics Devices in Urban Freight Transport Vehicles. *Energies*, 14, s. 1-20 doi:10.3390/en1414193.
- [21] Yosofo, M., Kerbrat, O., Mongol, P. (2018). Energy and material flow modelling of additive manufacturing processes. *Virtual and Physical Prototyping*, 13, s. 83-96 doi:10.1080/17452759.2017.1418900.

Artykuł został po raz pierwszy zamieszczony w czasopiśmie „Zarządzanie i Jakość”, Vol. 6, nr 3, s. 248 – 262.

Mgr inż. Jacek Wojnowski,
dr hab. inż. Remigiusz Iwańkiewicz, prof. PM

Politechnika Morska w Szczecinie



HUZAP GmbH Marie-Curie-Straße 1 53773 Hennef (Niemcy)
Telefon +49 2242 96999 0
Internet www.huzap.com e-mail huzap@huzap.com

INSTALACJE LINII MIESZALNICZYCH DLA PRZEMYSŁU TWORZYW SZTUCZNYCH

Qualidata
Zertifizierung
ISO 9001



Magazynowanie
i transport głównych
surowców

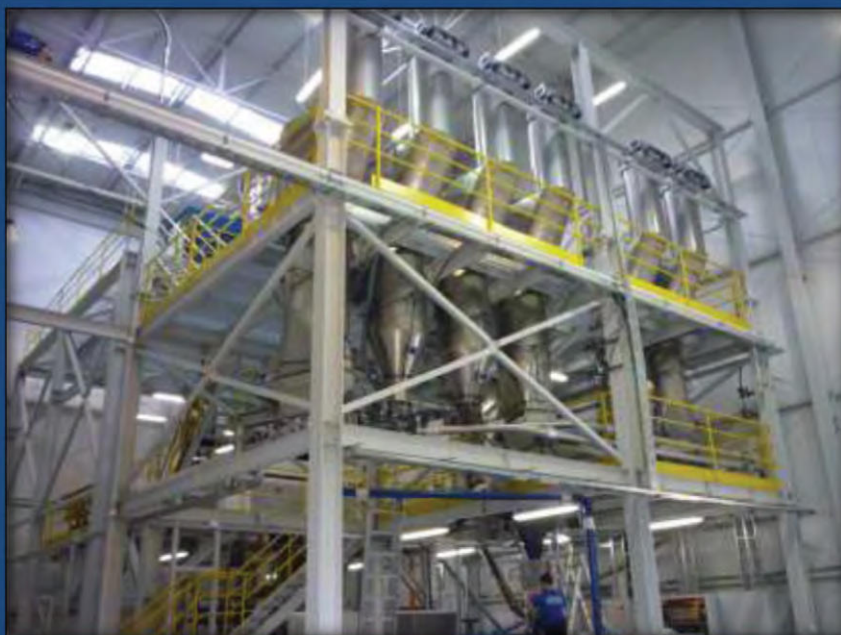
Magazynowanie
i odważanie
dodatków

Systemy odważania
głównych surowców
i surowców płynnych

Transport
i magazynowanie
mieszanek

Zaopatrywanie
wytłaczarek

Sterowanie
elektroprocesorowe



HB-Therm – Thermo-6 just better

ZAAWANSOWANA TECHNOLOGIA

Urządzenia z serii Thermo-6 bazują na niezwykle udanej serii Thermo-5 z ponad 100 000 dostarczonych urządzeń, co daje firmie HB-Therm pozycję światowego lidera rynku. Technologia tych termostatów zawsze była skoncentrowana na jakości i trwałości. HB-Therm potwierdza to dożywotnią gwarancją na główne komponenty grzałki, a teraz także przepływomierza. „Po prostu lepiej” oznacza stały rozwój naszej technologii urządzeń „Swiss made”.

Wszystkie komponenty zostały zoptymalizowane dla jeszcze większej trwałości i odporności na warunki produkcyjne dzięki doświadczeniom zdobytym podczas opracowywania termostatów wodnych pracujących z temperaturą do 230°C. Oszczędność energii również jest cechą szczególną termostatów HB-Therm z serii Thermo-6, które standardowo wyposażone są w sterowane falownikami pompy. Stanowi to ukłon w stronę ochrony środowiska oraz redukcji kosztów eksploatacji. Korzystając z domyślnego asystenta Energy-Control optymalizującego pracę pompy do konkretnej aplikacji, możliwe jest osiągnięcie mniejszego nawet o 85% zużycia energii, bez wymaganego wcześniejszego doświadczenia lub wiedzy w zakresie regulacji pracy pomp przez operatora. Ponadto zastosowane zostały pompy nowego typu Direct-Drive w termostatach pracujących z temperaturą do 100°C. Zostały one opracowane specjalnie dla HB-THERM przez jednego z wiodących producentów pomp. Wyznaczają nowy standard sprawności i kompaktowości. Pompy, która nie zawsze pracują z pełną wydajnością, nie tylko zużywają mniej energii elektrycznej, ale również wykazują dłuższą żywotność. Ponadto pompy o regulowanej wydajności mogą z powodzeniem obsługiwać zarówno duże, jak i małe formy sprawiając, że termostaty z serii Thermo-6



mogą z powodzeniem zastąpić kilka dotychczasowych standardowych termostatów, gdyż są bardziej uniwersalne.

KONTROLA, ANALIZA, ZARZĄDZANIE:

Wszystkie parametry pracy prezentowane są na dużym doskonale czytelnym dotykowym wyświetlaczu o 4-krotnie większej powierzchni niż w Serii 5. Inspirowana nowoczesnymi smartfonami logika obsługi pozwala na poznanie funkcji termostatu w zaledwie kilka minut. Graficzna obsługa jest bardzo intuicyjna zwłaszcza z wykorzystaniem zintegrowanych asystentów. Dane procesów oraz instrukcja obsługi i informacje o certyfikatach i kalibracji są archiwizowane w termostatach z łatwym dostępem przez duży wyświetlacz za pośrednictwem zaledwie kilku kliknięć.

INTELIGENTNE POŁĄCZENIA SIECIOWE

Przyszłościowo zorientowane możliwości połączeń sieciowych HB-Therm można wykorzystywać za pomocą standardowych interfejsów OPC-UA Ethernet w Thermo 6 nazywanych Gate-6 oraz e-cockpit. Gate-6 to serwer interfejsu ustanawiający połączenie wyjściowe do aplikacji Android i iOS e-cockpit oraz do innych urządzeń Thermo 5 i 6 oraz innych urządzeń zewnętrznych, jak np. wtryskarki.

ROZSZERZONY ZAKRES WYPOSAŻENIA STANDARDOWEGO

Dodatkowo do wymienionych wyżej cech oraz funkcji wyposażenie standardowe obejmuje teraz również: dożywotnią gwarancję na grzałki i przepływomierze, pakiet Cleanroom, interfejs OPC-UA, monitorowanie stanu pompy. Ponadto wzmocniony standard wykonania wyświetlacza sprawia, że nie jest więcej potrzebna jego dodatkowa pokrywa ochronna. Wszystkie nowe rozwiązania w zakresie mechaniki oraz digitalizacji sprawiają, że Seria-6 termostatów HB-THERM jest pionierem dla branży i spełnia założenia „just better”.



ELBI-Wrocław Sp. z o.o.

tel. 71 333 00 33

e-mail: elbi@elbi.com.pl





Znakowanie laserowe polimerów. Wysoka jakość, kontrast i trwałość

Wdobie rosnących wymagań dotyczących identyfikowalności, estetyki i trwałości oznakowań w produkcji wyrobów z tworzyw sztucznych, rozwiązania laserowe zdobywają coraz większe znaczenie. TruMark 3330 UV firmy TRUMPF to kompaktowe, wysokowydajne źródło laserowe zaprojektowane specjalnie pod kątem aplikacji wymagających ekstremalnej precyzji, minimalnej strefy wpływu cieplnego i wyjątkowej jakości kontrastu.

Lasery UV pracują w bliskiej ultrafioletowej części widma (około 355 nm). Krótsza długość fali oznacza mniejszą dyfuzję energii w materiale. Energia UV oddziałuje głównie na wiązania chemiczne powierzchni tworzywa, powodując ablację (usuwanie cienkiej warstwy) lub fotochemiczną modyfikację powierzchni, zapewniając wysoki kontrast znakowania bez stosowania materiałowych dodatków fotoaktywnych. Każdy polimer reaguje inaczej, a dzięki rozwiązaniom software'owym i gotowej matrycy parametrów technologicznych, użytkownik może łatwo je dostosować do oczekiwanego efektu.

Jednocześnie, można znakować tekst alfanumeryczny, kod DataMatrix, UDI, zmienne ciągi numerów seryjnych, logotypy, grafiki, niezależnie czy na powierzchniach płaskich, 2,5D czy nawet 3D.





- Znakowanie powierzchni cylindrycznych nawet do 120° bez rotacji przedmiotem.
- Znakowanie czytelne, zarówno dla ludzkiego oka, jak i systemów wizyjnych.
- Znakowanie UV tworzyw specjalnych bez dodatków t.j. trudnopalne i przezroczyste, mające niską absorpcję światła podczerwonego, a uzyskujące świetne rezultaty laserem UV.
- Systemy wizyjne VisionLine - adaptacja znakowania do położenia detalu, uproszczone mocowanie detali; system wizyjny rozpoznaje detal i ustawia znakowanie względem

jego bieżącego położenia.

- TruTopsMark 3D – programowanie na modelach 3D dla łatwego znakowania na powierzchniach 3D.

W ofercie TRUMPF można znaleźć znakówkę laserową odpowiednią prawie do każdej aplikacji. Warto zeskanować QR kod, aby pozyskać więcej informacji o znakowaniu laserowym TRUMPF.

TRUMPF Polska z siedzibą w Warszawie zapewnia profesjonalną opiekę serwisową, gwarancyjną i pogwarancyjną, zdalną telediagnozę, przeglądy, szkolenia z obsługi, programowania i konserwacji, części zamienne i eksploatacyjne. Klientów zapraszamy na platformę MyTRUMPF.com.



TRUMPF Polska Sp. z o.o. Sp.K.
01-303 Warszawa, ul. Połczyńska 111
info@pl.trumpf.com
www.trumpf.com.

REKLAMA



TRUMPF Polska
 Spółka z ograniczoną odpowiedzialnością Sp. k.
 ul. Połczyńska 111, 01-303 Warszawa

www.trumpf.com
 info@trumpf.com
 22 575 39 00



**Życzymy Świąt pełnych
 ciepła oraz roku
 pełnego precyzji, mocy
 i innowacji.**





Międzynarodowe
Targi Przetwórstwa
Tworzyw Sztucznych
i Gumy

30 plastpol

19-22.05.2026

Tworzywa
które
kształtują
przyszłość

plastpol.com



Droży
Partnerzy
Biznesowi,
życzymy Wam
worka pomysłów
na innowacyjne projekty
pod choinką.
Niech znajdzie się
tam pudełko pełne energii
do działania.
Oby gwiazdka spełniła
Wasze zawodowe
marzenia!
życzy
Tomasz Szmigielski

STORK[®] IMM

SICA – partner w automatyzacji, który zamienia wyzwania w szansę

W dynamicznie zmieniającym się środowisku przemysłowym efektywność przestaje być jedynie przewagą – staje się strategiczną koniecznością. Producenci muszą dziś mierzyć się z rosnącymi kosztami pracy, zmianami pokoleniowymi wśród pracowników oraz koniecznością zapewnienia stabilnej jakości, maksymalnej wydajności i optymalnego wykorzystania przestrzeni. Każda inwestycja musi gwarantować wymierny zwrot.

Właśnie dlatego SICA pozycjonuje się jako partner, który potrafi przełożyć te wyzwania na realne możliwości rozwoju. Firma konsekwentnie inwestuje w dział R&D oraz w rozwój kompetencji techników, oferując zaawansowane rozwiązania precyzyjnie zintegrowane z liniami do ekstruzji oraz wysokiej jakości serwis.

MODUŁOWE ROZWIĄZANIA END-OF-LINE

Oferta SICA obejmuje kompletną automatyzację dla rur elastycznych oraz rur sztywnych – zarówno karbowanych, jak i gładkich.

Rury elastyczne – nawijanie i pakowanie

Automatyczne zwijarki SICA łączą niezawodność z kompaktową budową:

- Nawijarki z pakowaniem w folię (seria FLASH): obsługują rury o średnicy od 16 mm (0,5") do 75 mm (2,5"), zapewniając szczelne i trwałe opakowanie.
- Nawijarki ze spinaniem taśmą (seria MULTILEGA): przeznaczone dla rur o średnicy 16–63 mm (0,5"–2").

Seria SMARTCOIL obsługuje rury gładkie o średnicy 16–63 mm (0,5"–2") oraz karbowane od 32 mm (1") do 200 mm (8"). Obie serie gwarantują stabilne i bezpieczne kręgi.

Rury sztywne – paletyzacja i logistyka

Automatyzacja w tym obszarze pozwala znacząco usprawnić transport i magazynowanie:

- **MULTIPACK:** automatyczny paletyzator do krótkich odcinków rur PVC (500–1000 mm) z systemem pakowania w drewniane ramki oraz do rur PP o długości 500–4000 mm z plastikowymi podporami, z opcją spinania taśmą.
- **MULTIPALLET:** zautomatyzowany system paletyzacji wiązek rur.
- **PAL oraz LTP:** paletyzatory wyposażone w system obracania rur, umożliwiające naprzemienne układanie kielichów dla maksymalnej stabilności palety.
- **ROBOJACK:** system oparty na robocie antropomorficznym do obsługi i paletyzacji rur o średnicach od 32 do 250 mm.
- **FP maszyna pakująca w worki:** urządzenie do automatycznego pakowania w folię PE, osiągające wydajność do 105 pakietów na godzinę.



- **Maszyny do spinania (A):** automatyczne urządzenia do kompresji i spinania wiązek rur, tworzące stabilne pakiety.
- **Sicawrap:** automatyczna owijarka foliowa bez zgrzewania.

AUTOMATYZACJA ZINTEGROWANA Z LINIĄ – OD PRODUKCJI DO MAGAZYNU

Zwieńczeniem oferty Sica jest Zintegrowana Linia Automatyzacji, zaprojektowana do pełnej automatyzacji procesu – od produkcji aż po dostarczenie pakietu do magazynu.

Dzięki konstrukcji opartej na jednym wózku linia zachowuje szerokość porównywalną z tradycyjną linią produkcyjną, zapewniając jednocześnie wyjątkową wydajność, np. produkcję 200 rur/h o średnicy 110 mm.

Linia składa się z precyzyjnie współpracujących modułów:

1. **Odbiór i cięcie:** odciąg P 250/4 podaje rurę do piły TRS/SY 250R, która wykonuje cięcie i fazowanie.
2. **Kielichowanie:** automatyczna, elektryczna kielicharka Unibell2 250JWE PLUS formuje gładkie kielichy.
3. **Paletyzacja:** paletyzator PAL2 250 układa rury warstwa po warstwie wewnątrz wózka automatycznego.
4. **Autonomiczne spinanie:** Timberlock 1200 automatycznie dodaje drewniane listwy i spina pakiet, zapewniając ponad 8 godzin samodzielnej pracy.
5. **Szybkie przekazanie:** gotowy pakiet trafia do podnośnika Liftmax 2T, skąd jest odbierany przez AGV; w tym czasie wózek błyskawicznie wraca na początek linii.

AUTOMATYZACJA - NOWY STANDARD W PRODUKCJI RUR Z TWORZYW SZTUCZNYCH

Zintegrowany system SICA zapewnia pełną automatyzację, wysoką niezawodność, oszczędność przestrzeni oraz maksymalną wydajność – wyznaczając nowy punkt odniesienia dla branży.

Automatyzacja to dziś kluczowa inwestycja, gwarantująca konkurencyjność i długoterminową stabilność przedsiębiorstwa.

Szerokie portfolio nowoczesnych rozwiązań automatyzujących linie do ekstruzji sprawia, że SICA jest globalnym partnerem, na którym można polegać – w drodze do efektywnej produkcji rur z tworzyw sztucznych.

www.chempol.com.pl



W świątecznym czasie dziękujemy za to, że byliście z nami. Życzymy wesołych Świąt, samych pozytywnych niespodzianek i mnóstwa radości na każdym kroku. Niech Nowy Rok przyniesie Wam wiele energii do realizacji wszelkich marzeń!

Specjalistyczne urządzenia, maszyny i kompletne linie technologiczne dla branży przetwórstwa tworzyw sztucznych.

ARVITEC

MIXACO
MASCHINENBAU

BUSS
excellence in compounding

COLLIN
LAB & PILOT SOLUTIONS

ECON

SCITEQ
QUALITY TEST EQUIPMENT

UNICOR
future of corrugated pipes

W
WEBER extrusion

WOYWOD

G I C A

**granu
steel**

ifw

Akdeniz Chemson

VIBROWEST

71 346 3030 | 607 100 250

www.chempol.com.pl

Wprowadzenie do technologii wytłaczania tworzyw sztucznych

Proces wytłaczania tworzywa sztucznego obejmuje ciągłą przemianę surowego tworzywa sztucznego w spójny profil przekroju poprzecznego, osiąganą za pomocą urządzenia zwanego wytłaczarką. To złożone wyposażenie zazwyczaj składa się z następujących elementów: lej zasypowy do wprowadzania surowych tworzyw sztucznych; gardło zasilające, przez które materiały wchodzi do beczki; mechanizm śrubowy wewnątrz lufy, który wprawia w ruch i dokładnie miesza roztopiony plastik; grzejnik, który podnosi temperaturę do dokładnie kontrolowanego poziomu; matryca, która formuje materiał do pożądanego kształtu; i wreszcie system chłodzenia, który utrzuca ukształtowaną moc wyjściową. Sekwencja rozpoczyna się od załadowania granulek polimeru lub proszku do leja zasypowego i przekazania ich do beczki, gdzie są przenoszone do przodu przez obracającą się śrubę, topiąc się pod wpływem ciepła i sił ścinających. Po osiągnięciu jednorodności lepka ciecz dociskana jest do konturów matrycy, powodując przyjęcie przez nią określonego kształtu geometrycznego. Po wyjściu profil jest chłodzony – zwykle powietrzem lub wodą – w celu utwardzenia i uzyskania ostatecznej formy.

KLUCZOWE KORZYŚCI WYNIKAJĄCE ZE STOSOWANIA TECHNOLOGII WYTŁACZANIA TWORZYW SZTUCZNYCH

Jedną z jego głównych zalet jest wydajność produkcji masowej, jaką zapewnia technologia wytłaczania tworzyw sztucznych. Ten usprawniony proces pozwala na ciągłe tworzenie produktów z tworzyw sztucznych, minimalizując przerwy i maksymalizując wydajność, co czyni go idealnym rozwiązaniem w przypadku wymagań produkcyjnych na dużą skalę. Co więcej, wszechstronność jest nieodłącznym elementem tej technologii; może wytwarzać niezliczone kształty i rozmiary, od prostych rur po złożone profile dostosowane do konkretnych potrzeb branżowych. Dodatkowo oszczędności energii uzyskuje się dzięki charakterowi ciągłego przetwarzania, co zmniejsza potrzebę powtarzalnych cykli ogrzewania i chłodzenia typowo związanych z metodami produkcji seryjnej. Łączny efekt tych korzyści podkreśla kluczową rolę, jaką odgrywa wytłaczanie tworzyw sztucznych w nowoczesnej produkcji.

SZEROKIE ZASTOSOWANIA WYTŁACZANIA TWORZYW SZTUCZNYCH

Technologia wytłaczania tworzyw sztucznych została zróżnicowana w różnych gałęziach przemysłu ze względu na wszechstronne spektrum zastosowań. W branży opakowaniowej ułatwia tworzenie materiałów wielowarstwowych, które zapewniają integralność produktu i wydłużony okres przydatności do spożycia. W budownictwie wytłaczane tworzy-

wa sztuczne odgrywają kluczową rolę w produkcji solidnych systemów rurowych i profili konstrukcyjnych odpornych na warunki atmosferyczne i korozję. Sektor motoryzacyjny szeroko wykorzystuje tę technologię do ekonomicznej produkcji trwałych części, takich jak zderzaki, deski rozdzielcze i przewody płynowe. Co więcej, w inżynierii tekstylnej wytłaczanie tworzyw sztucznych ma kluczowe znaczenie przy wytwarzaniu arkuszy, folii i włókien, które następnie przekształca się w niezliczoną ilość towarów konsumpcyjnych, od oddychającej odzieży ochronnej po lekkie bagaże.

INNOWACJE W TECHNOLOGII WYTŁACZANIA TWORZYW SZTUCZNYCH

W dziedzinie technologii wytłaczania tworzyw sztucznych zachodzą znaczące innowacje, szczególnie w zakresie rozwoju materiałów i udoskonaleń maszyn. Jeśli chodzi o materiały, biotworzywa zyskują coraz większą uwagę ze względu na ich potencjał łagodzenia wpływu na środowisko; polimery te mogą pochodzić z zasobów odnawialnych i charakteryzują się lepszą biodegradowalnością. Ponadto poczyniono postępy w tworzeniu polimerów nadających się w dużym stopniu do recyklingu, które zachowują właściwości fizyczne po recyklingu, promując w ten sposób gospodarkę o obiegu zamkniętym. Jeśli chodzi o maszyny, wprowadzenie precyzyjnych kontroli zrewolucjonizowało procesy wytłaczania, zapewniając stałą jakość produktu i ograniczając straty materiału. Automatyzacja również odgrywa kluczową rolę, zwiększając wydajność dzięki zintegrowanym systemom zdolnym do skomplikowanego monitorowania i regulacji podczas produkcji. Ten postęp technologiczny przyczynia się zarówno do zrównoważonego rozwoju ekologicznego, jak i rentowności ekonomicznej w branży wytłaczania tworzyw sztucznych.

WPŁYW NA ŚRODOWISKO I KWESTIE ZRÓWNOWAŻONEGO ROZWOJU

W dziedzinie technologii wytłaczania tworzyw sztucznych coraz ważniejsze stają się kwestie wpływu na środowisko i zrównoważonego rozwoju. Branża przechodzi na praktyki bardziej przyjazne dla środowiska, aby złagodzić problemy związane z odpadami z tworzyw sztucznych. Kluczowym elementem tej transformacji jest usprawnienie procesów recyklingu produktów wytłaczanych. Udoskonalając techniki odzyskiwania polimerów z materiałów wytłaczanych, producenci mogą zminimalizować ilość odpadów i ułatwić gospodarkę o obiegu zamkniętym, w której tworzywa sztuczne są stale ponownie wykorzystywane. Co więcej, rośnie popularność żywic biodegradowalnych lub pochodzenia biologicznego, które z natury zapewniają mniejszy

wpływ na środowisko. Tendencje te podkreślają zaangażowanie branży w rozwiązywanie problemów środowiskowych i promowanie zrównoważonego rozwoju w całym cyklu życia produktów wytłaczanych z tworzyw sztucznych.

STUDIA PRZYPADKÓW TECHNOLOGII WYTŁACZANIA W PRZEMYŚLE

Godnym uwagi przykładem udanego wdrożenia technologii wytłaczania jest przypadek czołowego producenta części samochodowych. Stosując zaawansowane techniki wytłaczania, firma znacznie poprawiła integralność strukturalną i jednolitość swoich komponentów na bazie polimerów, które mają kluczowe znaczenie w wysiłkach na rzecz zmniejszenia masy pojazdów. Zagłębiając się w szczegóły techniczne, obejmowało to precyzyjną kontrolę szybkości chłodzenia po wytłaczaniu i udoskonaloną konstrukcję ślimaków, aby zapewnić stały przepływ stopu. W wyniku tego skrupulatnego procesu uzyskano części o wysokiej wydajności, charakteryzujące się lepszą stabilnością wymiarową i wykończeniem powierzchni, co przekłada się na mniejsze zużycie paliwa bez uszczerbku dla bezpieczeństwa i estetyki. W rezultacie takie udoskonalenia usprawniły procesy produkcyjne, zmniejszając straty materiałów i zużycie energii, odzwierciedlając w ten sposób korzyści ekonomiczne i środowiskowe.

TYPOWE WYZWANIA W PROCESIE WYTŁACZANIA TWORZYW SZTUCZNYCH

W procesie wytłaczania tworzyw sztucznych mogą pojawić się różne wyzwania, którym technicy muszą sprostać, aby utrzymać jakość produktu i wydajność operacyjną. Podstawowym problemem napotykanym podczas wytłaczania jest osiągnięcie spójnych właściwości materiału; różnice w charakterystyce żywicy lub czystości surowca mogą mieć wpływ na integralność strukturalną i wydajność produktu końcowego. Kolejnym znaczącym wyzwaniem jest projekt matrycy – stworzenie matrycy, która precyzyjnie kształtuje stopione tworzywo sztuczne, nie powodując nieregularności, wymaga specjalistycznej inżynierii i dokładnego rozważenia dynamiki przepływu. Co więcej, utrzymanie optymalnej temperatury w całym cylindrze wytłaczającym ma kluczowe znaczenie, aby zapobiec degradacji materiału lub nierównomiernemu stopieniu, co mogłoby skutkować defektami, takimi jak wypaczenia lub niedoskonałości powierzchni wytłaczanego produktu.

ZGODNOŚĆ TWORZYW SZTUCZNYCH Z TECHNOLOGIĄ WYTŁACZANIA

Technologia wytłaczania, wszechstronny proces produkcyjny, nie jest uniwersalnie kompatybilna ze wszystkimi tworzywami sztucznymi ze względu na różne właściwości termiczne i reologiczne właściwe dla różnych rodzin polimerów. Tworzywa termoplastyczne, takie jak polietylen (PE), polipropylen (PP) i polistyren (PS), są powszechnie wytłaczane ze względu na ich zdolność do topienia i wielokrotnego formowania. Materiały te wykazują dużą płynność pod wpływem ciepła, dzięki czemu nadają się do ciągłej produkcji folii, rur i profili. Natomiast tworzywa termoutwardzalne

wymagają szczególnej uwagi, ponieważ po utwardzeniu nie można ich ponownie stopić; w związku z tym ich zastosowanie w wytłaczaniu jest ograniczone i często wiąże się z wstępną obróbką do stanu częściowo utwardzonego przed formowaniem. Można również stosować konstrukcyjne tworzywa sztuczne, takie jak poliamid (PA) i akrylonitryl-butadien-styren (ABS), oferujące wyższą wytrzymałość i odporność na temperaturę, chociaż czasami wymagają one specjalnych konstrukcji śrub i warunków przetwarzania, aby sprostać wyzwaniom, takim jak zawartość wilgoci lub degradacja termiczna podczas wytłaczania.

EWOLUCJA TECHNOLOGII WYTŁACZANIA W OGRANICZANIU WPŁYWU NA ŚRODOWISKO

Zrównoważone praktyki i innowacje materiałowe odegrały kluczową rolę w ewolucji technologii wytłaczania w miarę jej dostosowywania się do zmniejszania wpływu na środowisko. Postępy obejmują rozwój biodegradowalnych polimerów, które ułatwiają recykling i kompostowanie, zmniejszając w ten sposób gromadzenie się odpadów z tworzyw sztucznych. Ponadto zastosowanie energooszczędnych maszyn zmniejsza ślad węglowy, zużywając mniej energii podczas procesu wytłaczania. Obecnie stosowane są precyzyjne systemy sterowania, aby zminimalizować marnotrawstwo surowców, zapewniając optymalną wydajność każdego cyklu. Firmy dążą również do tworzenia systemów wodociągowych z obiegiem zamkniętym, aby zmniejszyć zużycie wody i zanieczyszczenie. Integrując te zrównoważone praktyki, technologia wytłaczania demonstruje zaangażowanie w przyjazne dla środowiska procesy produkcyjne przy jednoczesnym zachowaniu wysokiej jakości wyników niezbędnych do szerokich zastosowań przemysłowych.

KORZYŚCI Z INWESTYCJI W ZAAWANSOWANY SPRZĘT DO WYTŁACZANIA DLA FIRM

Firmy inwestujące w zaawansowany sprzęt do wytłaczania mogą osiągnąć znaczne korzyści, w tym oszczędności, poprawę jakości produktów i zwiększone tempo produkcji. Zaawansowane maszyny często są wyposażone w bardziej precyzyjne systemy sterowania, zwiększające przepustowość materiału i redukujące straty dzięki węższym tolerancjom i mniejszym odchyleniom materiałowym. Na przykład nowoczesne wytłaczarki mogą zintegrować monitorowanie w czasie rzeczywistym, które natychmiast dostosowuje parametry w celu uzyskania optymalnej wydajności, co prowadzi do znacznego obniżenia kosztów surowców. Lepszą jakość produktu osiąga się poprzez zwiększoną stabilność procesu wytłaczania, co zapewnia spójny kształt, grubość i integralność strukturalną, spełniając w ten sposób wyższe standardy wymagane przez klientów. Zwiększenie wydajności produkcji jest możliwe dzięki większym prędkościom operacyjnym i krótszym czasom przebiegów pomiędzy seriami, umożliwiając przedsiębiorstwom szybkie spełnianie wymagań rynku przy jednoczesnej optymalizacji kosztów pracy.

Źródło: want.net

Wytlaczanie tworzyw sztucznych

Wytłaczanie tworzyw sztucznych to jedna z podstawowych i najpowszechniej stosowanych technologii przetwórstwa polimerów, bez której trudno wyobrazić sobie funkcjonowanie współczesnego przemysłu. Proces ten polega na uplastycznianiu granulatu polimerowego poprzez podgrzewanie i jednocześnie mechaniczne mieszanie w specjalnej maszynie zwanej wytłaczarką, a następnie formowaniu stopionego tworzywa przez matrycę o odpowiednim kształcie. W efekcie powstają ciągłe profile, rury, folie lub płyty o stabilnych właściwościach wymiarowych i mechanicznych.

Dzięki swoim zaletom – takim jak szybka produkcja, powtarzalność i możliwość wytwarzania elementów o bardzo zróżnicowanych kształtach – wytłaczanie znalazło zastosowanie w wielu gałęziach przemysłu. W tym artykule przybliżymy przykłady typowych zastosowań tej technologii w najważniejszych branżach oraz podpowiemy, jak odpowiednio dobrać wytłaczarkę do konkretnych potrzeb produkcyjnych.

Proces wytłaczania umożliwia produkcję:

- profili o skomplikowanych kształtach,
- rur o różnych średnicach i grubościach ścianek,
- folii i płyt o zmiennej grubości,
- elementów izolacyjnych i uszczeltek.

Dzięki zaawansowanej kontroli parametrów takich jak temperatura, prędkość ślimaka czy chłodzenie, uzyskuje się wysoką jakość i powtarzalność wyrobów.

GŁÓWNE BRANŻE I ZASTOSOWANIA WYTŁACZANIA TWORZYW SZTUCZNYCH

Motoryzacja – precyzyjne profile, uszczelki i kanały powietrzne

W przemyśle motoryzacyjnym rośnie zapotrzebowanie na lekkie, wytrzymałe i precyzyjne komponenty, które wpływają na komfort, bezpieczeństwo i efektywność pojazdów. Wytłaczanie umożliwia produkcję m.in.:

- elastycznych uszczeltek gumowych lub termoplastycznych stosowanych w drzwiach, oknach i bagażnikach,
- osłon kabli oraz przewodów elektrycznych, które muszą być odporne na ścieranie i zmiany temperatur,
- kanałów powietrznych w systemach klimatyzacji i wentylacji pojazdów,
- listew i profili wykończeniowych o wysokiej estetyce i stabilności wymiarowej.

Ważne jest tu zachowanie ścisłej tolerancji wymiarowej oraz jednorodności struktury materiału, co zapewniają nowoczesne wytłaczarki wyposażone w precyzyjne systemy sterowania.

Budownictwo – rury instalacyjne, profile okienne i pane-



Ile elewacyjne

Branża budowlana korzysta z wytłaczania przede wszystkim do produkcji:

- rur z tworzyw sztucznych, które zastępują tradycyjne rury metalowe w instalacjach wodnych, kanalizacyjnych i grzewczych. Rury PE, PP czy PVC wytłaczane są z zachowaniem odpowiedniej wytrzymałości i odporności chemicznej,
- profili okiennych i drzwiowych, które muszą spełniać wymagania termoizolacyjne, mechaniczne i estetyczne,
- paneli elewacyjnych i innych elementów dekoracyjnych, gdzie istotna jest trwałość, odporność na warunki atmosferyczne i łatwość montażu.

Opakowania – folie, tacki i pojemniki

W sektorze opakowaniowym wytłaczanie umożliwia produkcję szerokiego spektrum produktów:

- folii termoplastycznych – cienkich i elastycznych, wykorzystywanych w foliach spożywczych, przemysłowych i rolniczych. Precyzyjna kontrola grubości jest tu kluczowa dla zapewnienia właściwej wytrzymałości i właściwości barierowych,
- płyt i folii do termoformowania – z których powstają tacki, pojemniki i osłony wykorzystywane m.in. w branży spo-

żywczej, farmaceutycznej i kosmetycznej,

- opakowań sztywnych – w tym elementów o bardziej złożonych kształtach, które wymagają stabilności wymiarowej i estetyki powierzchni.

Wytłaczarki tworzyw sztucznych wyposażone w zaawansowane systemy chłodzenia i sterowania zapewniają wysoką wydajność i stabilność pracy, co ma kluczowe znaczenie przy produkcji na dużą skalę.

Medycyna – rurki infuzyjne, osłony i elementy jednorazowego użytku

W sektorze medycznym standardy jakości i higieny są wyjątkowo wysokie. Wytłaczarki stosowane w tym obszarze muszą spełniać rygorystyczne normy dotyczące czystości procesu, materiałów biokompatybilnych i powtarzalności parametrów.

Za pomocą wytłaczania produkuje się:

- rurki do infuzji i cewnikowania,
- osłony na kable medyczne i przewody monitorujące,
- elementy jednorazowego użytku, takie jak specjalistyczne opakowania czy części wyposażenia.

Elektronika – kanały kablowe, elementy izolacyjne i obudowy

W przemyśle elektronicznym wytłaczanie wykorzystywane jest do produkcji:

- kanałów kablowych chroniących instalacje przed uszkodzeniami mechanicznymi i zakłóceniami elektromagne-

tycznymi,

- elementów izolacyjnych, które muszą spełniać normy dotyczące wytrzymałości elektrycznej i odporności na temperaturę,
- części obudów i komponentów montowanych w urządzeniach elektronicznych, gdzie liczy się precyzja wymiarowa oraz estetyka.

Nowoczesne wytłaczarki umożliwiają dostosowanie parametrów procesu do specyficznych właściwości materiałów izolacyjnych, co przekłada się na wysoką jakość końcowych produktów.

PODSUMOWANIE

Wytłaczanie tworzyw sztucznych to technologia o ogromnym znaczeniu dla wielu gałęzi przemysłu — od motoryzacji, przez budownictwo i opakowania, aż po medycynę i elektronikę. Dzięki ciągłemu rozwojowi w zakresie maszyn i procesów, możliwe jest produkowanie wyrobów o coraz wyższej jakości, precyzji i funkcjonalności.

Nowoczesne wytłaczarki do tworzyw sztucznych sprawdzają się w różnych sektorach przemysłu, gwarantując efektywność, oszczędność i niezawodność produkcji.

Na podstawie materiałów firmy Pro-assem

Technologia wytłaczania dwuślimakowego

Firma Japan Steel Works, Ltd. została założona w Muraron w Japonii w 1907 roku jako odlewnia stali i jednocześnie producent wyrobów stalowych. JSW rozwijając swoją działalność stała się wiodącym producentem dużych odlewów i wyrobów stalowych, maszyn do przetwórstwa tworzyw sztucznych i gumy oraz maszyn przemysłowych.

JSW rozpoczęła produkcję maszyn do przetwórstwa tworzyw sztucznych w 1950 roku (wytłaczarka jednoślimakowa do powlekania drutu). Swoją pierwszą wytłaczarkę dwuślimakową firma JSW wprowadziła na rynek w 1979 roku.

JSW koncentruje się na rozwiązaniach, ściśle współpracując ze swoimi klientami, tak aby sprostać i/lub przekroczyć ich stale zmieniające się potrzeby i wymagania. Warto podkreślić, że rola JSW w obszarze maszyn do przetwórstwa tworzyw sztucznych nie ogranicza się do wytłaczarek. JSW oferuje szeroką gamę produktów, począwszy od zbiorników ciśnieniowych, wysokiej jakości sprężarek, stali platerowanej i rur do instalacji stosowanych w procesie polimeryzacji tworzyw sztucznych, serii granulatorów P/CIM/CMP, wytłaczarek dwuślimakowych serii „TEX”, maszyn do formowania rozdmuchowego i wtryskarek do tworzyw sztucznych. Firma jest liderem w branży tworzyw sztucznych, będąc jedynym



na świecie producentem maszyn do przetwórstwa tworzyw sztucznych z tak kompleksową linią produktów.

Wytłaczarki dwuślimakowe mają wiele istotnych zastosowań i cech, takich jak możliwość bardzo wydajnego i efektywnego mieszania, niskie zużycie energii, mała emisja do środowiska oraz możliwość wykonywania operacji technologicznych o wysokiej wartości dodanej. Wierząc, że technologia wytłaczania dwuślimakowego jest jednym z wielu kluczy do rozwoju przemysłu, JSW oferuje szeroką gamę wytłaczarek dwuślimakowych, począwszy od TEX25α (średnica 25 mm) używanej do zastosowań laboratoryjnych, aż po TEX400 (średnica 443 mm) stosowanej do odgazowywania i odwadniania (usuwania wilgoci).

JSW posiada bogate doświadczenie w całym zakresie procesów wytłaczania, tak aby uwzględnić ich wielkość (skalę działania) oraz sprostać potrzebom klientów, a konwencjonalne urządzenia i procesy produkcyjne są zastępowane rozwiązaniami na bazie wytłaczarek dwuślimakowych ze względu na ich wysoką efektywność energetyczną i niskie obciążenie dla środowiska.

Źródło: tworzywa.pl

Polimerowe materiały przewodzące do zastosowań w aktywnych plombach RFID

Szymon Franecki, Konrad Kwiatkowski, Kamil Grota

Plomby zabezpieczające pełnią kluczową funkcję w zapewnianiu integralności i bezpieczeństwa w różnorodnych sektorach, takich jak logistyka, energetyka czy zarządzanie łańcuchem dostaw. Ich zadaniem jest ochrona zabezpieczanych obiektów – od kontenerów transportowych po urządzenia pomiarowe – przed nieautoryzowanym dostępem lub manipulacją, przy jednoczesnym umożliwieniu szybkiego wykrywania wszelkich prób ingerencji. Współczesne plomby zabezpieczające, wychodząc poza tradycyjne rozwiązania mechaniczne, coraz częściej integrują zaawansowane technologie elektroniczne, oferując możliwość ciągłego monitorowania i analizy danych. Szczególną rolę odgrywają w tym kontekście plomby aktywne, wyposażone we własne źródło zasilania, które pozwala na bieżące monitorowanie stanu zabezpieczenia poprzez pomiar parametrów, takich jak rezystancja elektryczna przewleczonej zabezpieczającej.

Niniejszy artykuł koncentruje się na badaniach przeprowadzonych w ramach Projektu pn. „Opracowanie innowacyjnego systemu mechatronicznego do zabezpieczenia i monitorowania towarów w transporcie.” (dalej: „Projekt”) dofinansowanego ze środków Unii Europejskiej w ramach Programu Fundusze Europejskie dla Nowoczesnej Gospodarki na lata 2021-2027, konkurs Ścieżka SMART, pod numerem umowy FENG.01.01-IP.02-087/23 realizowanego przez ISS RFID Sp. z o.o. dotyczących mechatronicznej plomby zabezpieczającej wielokrotnego użytku, której kluczowym elementem jest przewodzący prąd element zabezpieczający – linka polimerowa. W odróżnieniu od tradycyjnych linek stalowych, linka polimerowa została wybrana ze względu na swoje właściwości, takie jak odporność na korozję oraz bezpieczeństwo w środowiskach zagrożonych iskrzeniem czy wybuchem. Dobór materiału i technologia wytwarzania tej przewleczonej, zapewniającej odpowiednią przewodność elektryczną przy zachowaniu wymogów bezpieczeństwa, stanowi centralny aspekt prowadzonych badań. W artykule omówiono zarówno właściwości materiałowe linki polimerowej, jak i metody jej projektowania, aby sprostać wymaganiom stawianym przez nowoczesne systemy zabezpieczeń transportowych.

Opis systemu mechatronicznego, do którego wykonywana jest przewleczonej: urządzenie to stanowi elektroniczną plombę wielokrotnego użytku, wyposażoną w układ elektroniczny umożliwiający komunikację w trzech pasmach (BLE, RFID, LoRa oraz NFC). Kluczowym elementem systemu jest pomiar rezystancji przewleczonej zabezpieczającej – przewodzącej prąd elektryczny linki polimerowej – która pełni funkcję jednorazowego elementu zabezpieczającego. System monitoruje ciągłość linki poprzez detekcję zmian rezystancji, porównując je z wartościami progowymi, co pozwala na natychmiastowe wykrycie naruszenia zabezpieczenia. Urządzenie rejestruje zarówno dane statyczne (informacje o naruszeniu), jak i dynamiczne (bieżący stan rezystancji, temperatura, akceleracja, poziom baterii, znacznik czasu). Bazowa jednostka elektroniczna jest w pełni wielokrotnego użytku, a wymiennym elementem pozostaje jedynie linka zabezpieczająca, co obniża koszty eksploatacji i minimalizuje wpływ na środowisko. W określonych przypadkach możliwe jest również ponowne wykorzystanie linki, o ile zachowuje ona odpowiednią długość i integralność. System wyróżnia się energooszczędnością dzięki cyklicznemu trybowi pracy, zastosowaniu technologii „energy harvesting” oraz zaawansowanym algorytmom analizy danych, eliminującym zakłócenia i poprawiającym jakość odczytu. Integracja dodatkowych czujników umożliwia monitorowanie warunków transportu, takich jak temperatura czy wibracje, czyniąc urządzenie wszechstronnym narzędziem do zabezpieczania towarów wrażliwych i niebezpiecznych oraz inteligentnego zarządzania łańcuchem dostaw.

WPROWADZENIE DO POLIMEROWYCH MATERIAŁÓW PRZEWODZĄCYCH

Polimery tradycyjnie postrzegane są jako doskonałe izolatory elektryczne, co wynika z ich struktury chemicznej charakteryzującej się zlokalizowanymi wiązaniami waleńcyjnymi. Jednak dynamiczny rozwój nauki o materiałach zaowocował stworzeniem klasy kompozytów, znanej jako przewodzące polimery (ICP - *Intrinsically Conductive Polymers*) oraz kompozyty polimerowe wypełnione materiałami przewodzącymi, które skutecznie łączą elastyczność i ła-

twość przetwórstwa typową dla tworzyw sztucznych z pożądanymi właściwościami elektrycznymi.

Można wyróżnić dwie główne grupy tych materiałów:

1) Polimery przewodzące wewnętrznie (ICP) - ich unikalne cechy wynikają z obecności sprzężonych wiązań π w strukturze molekularnej, które umożliwiają transport elektronów, oraz dodatkowego domieszkowania, zwiększającego przewodność [1]. Takimi polimerami są np. polianilina (PANI), politiofen (PTh) czy poli(3,4-etylenodioksytiofen) (PEDOT). Ich zdolność do przewodzenia prądu elektrycznego jest rezultatem specyficznej struktury molekularnej z systemem sprzężonych wiązań podwójnych, który umożliwia swobodny ruch nośników ładunku. Przewodność uzyskuje się poprzez proces domieszkowania „doping” [2]. Mimo wysokiej przewodności, materiały te często charakteryzują się trudnościami w przetwórstwie, ograniczoną stabilnością środowiskową i niższymi właściwościami mechanicznymi.

2) Kompozyty polimerowe wypełnione cząstkami przewodzącymi (CPC - *Conductive Polymer Composites*). Jest to podejście najpowszechniej stosowane w aplikacjach wymagających jednocześnie dobrej przewodności i wytrzymałości mechanicznej [3], [4]. W tym przypadku matryca polimerowa (np. polietylen, polipropylen, elastomery termoplastyczne) jest wypełniana dyspergowanymi cząstkami przewodzącymi. Mechanizm przewodzenia w tych materiałach opisuje teoria progu przewodzenia (*percolation threshold*). Polega ona na utworzeniu trójwymiarowej, połączonej sieci ścieżek przewodzących wewnątrz izolacyjnej matrycy po przekroczeniu krytycznego stężenia wypełniacza [5]. Do najczęściej stosowanych wypełniaczy należą:

- Cząstki węglowe: sadza przewodząca, grafen, nanorurki węglowe (CNT), włókna węglowe. Charakteryzują się one dobrą przewodnością, stosunkowo niską ceną (w przypadku sadzy) i umiarkowaną gęstością [Szadkowski, B., & Marzec, A. (2015). Wpływ rodzaju i ilości napelniacza węglowego na właściwości elektryczne i reologiczne kompozytów polimerowych. *Polimery*, 60(5), 335-344].
- Cząstki metalowe: proszki srebra, miedzi, niklu lub stalowe włókna. Zapewniają one bardzo wysoką przewodność elektryczną, ale są cięższe, droższe i mogą ulegać utlenianiu [4].

Dla aplikacji takich jak specjalistyczna linka zabezpieczająca, kluczowymi parametrami są nie tylko przewodność elektryczna, ale także niska gęstość, elastyczność, odporność na korozję oraz – co niezwykle istotne w środowiskach zagrożonych wybuchem – właściwości antystatyczne i zdolność do tłumienia iskrzenia. Kompozyty polimerowe wypełnione cząstkami węglowymi wydają się być szczególnie predestynowane do tego typu zadań, oferując korzystny kompromis między osiąganymi elektrycznymi, masą, kosztem i bezpieczeństwem użytkowania [6], [7].

W niniejszej pracy skupiono się na opracowaniu i scharakteryzowaniu kompozytowej linki polimerowej, której zdolność do przewodzenia prądu została osiągnięta poprzez zastosowanie wypełniaczy węglowych. Wybór ten podyktowany był koniecznością minimalizacji ryzyka iskrzenia, co jest krytycznym wymogiem w zastosowaniach w strefach

zagrożonych wybuchem, przy jednoczesnym zapewnieniu stabilnego i mierzalnego sygnału rezystancyjnego dla systemu monitorowania.

WYKONANIE POLIMEROWEGO MATERIAŁU PRZEWODZĄCEGO Z CZĄSTKAMI WĘGLOWYMI

Dobór materiałów do przewodzącej przewłeczki polimerowej

W celu opracowania przewodzącej przewłeczki polimerowej, będącej kompozytem i stanowiącej kluczowy element mechatronicznej plomby zabezpieczającej, konieczne było podjęcie decyzji dotyczących wyboru matrycy polimerowej oraz dodatku przewodzącego. Decyzje te oparto na analizie literatury naukowej, dostępności materiałów na rynku oraz wstępnych testach reologicznych, z naciskiem na zapewnienie odpowiedniej przewodności elektrycznej, niskiej lepkości w stanie stopionym (współczynnik płynięcia MFR) oraz bezpieczeństwa w środowiskach zagrożonych wybuchem. Istotne było również wybranie technologii otrzymywania, zapewniającej jednorodną dyspersję wypełniacza w matrycy. Poniżej omówiono kryteria i uzasadnienie wyboru.

Wybór matrycy polimerowej

Jako matrycę polimerową wybrano homopolimer polipropylenowy SABIC® PP 575P, dedykowany do formowania wtryskowego elementów ogólnego przeznaczenia.

Jest to polimer typu homopolimer, charakteryzujący dobrymi właściwościami wytrzymałościowymi, dobrą odpornością chemiczną w tym warunki środowiskowe i – co najistotniejsze z punktu widzenia przetwórstwa – doskonałą płynnością w stanie stopionym (MFR). Wysoki wskaźnik MFR jest krytyczny, aby umożliwić łatwe dozowanie i mieszanie z dodatkami przewodzącymi bez znaczącego wzrostu lepkości, a także jest istotny w procesie wtryskiwania cienkościenych elementów, takich jak przewłeczka plomby, gwarantując pełne wypełnienie formy przy długich drogach płynięcia. Wybór polipropylenu był także uzasadniony ekonomicznie, jako że jest on jednym z najtańszych i najbardziej dostępnych tworzyw termoplastycznych. Jest również materiałem łatwym w recyklingu, co obecnie ma dość istotne znaczenie.

Wybór napelniacza przewodzącego

Na podstawie przeglądu literatury oraz analizy ekonomicznej (cena, dostępność) oraz elektrycznej (przewodność), wstępnie rozważano dwa typy cząstek węglowych: nanorurki węglowe Nanocyl® NC7000 oraz sadzę techniczną VULCAN® XC500 firmy Cabot Corporation. Nanocyl® NC7000 to wielościennie nanorurki węglowe (MWCNT) o wysokiej przewodności elektrycznej, produkowane metodą katalitycznej depozycji par chemicznych (CCVD), charakteryzujące się niskim progiem perkolacji (ok. 0,3–1 wt%), co czyni je efektywnymi w tworzeniu sieci przewodzącej przy niskich stężeniach. Z kolei VULCAN® XC500 to sadza przewodząca o rozbudowanej strukturze, zaprojektowana do osłon kablowych średniego i wysokiego napięcia, oferująca dobrą przewodność i niską zawartość zanieczyszczeń jonowych oraz siarki, a także łatwe przetwórstwo.

Ostateczny wybór padł na sadzę VULCAN® XC500 ze względu na jej niższą cenę (ok. 5–10 USD/kg w porównaniu

Tabela 1. Porównanie właściwości wybranych dodatków węglowych. Źródła: Dane oparte na specyfikacjach producentów i literaturze ([1] oraz dane z UL Prospector i Cabot Corporation)

Parametr	Nanocyl® NC7000 (MWCNT)	VULCAN® XC500 (sadza)
Średnica cząstek [nm]	9,5	32–50
Długość [μm]	1,5	N/A (agregaty)
Powierzchnia właściwa [m²/g]	250–300	1200
Przewodność objętościowa [S/cm]	$>10^{-2}$ (perkolacja przy niskim % zaw.)	$\sim 10^{-3}$ przy 15–20% zaw.
Wpływ na lepkość stopu	Wysoki wzrost	Niski wzrost
Cena orientacyjna [USD/kg]	100–200	5–10

do 100–200 USD/kg dla NC7000), większą dostępność komercyjną oraz, co najważniejsze, mniejszy wpływ na reologię stopu polimerowego pomimo stosowania większego stężenia w materiale. Wstępne próby mieszania wykazały, że dodatek Nanocyl® NC7000 w stężeniach powyżej 1 wt% powoduje znaczny wzrost lepkości (nawet 5–10-krotny), co uniemożliwia efektywne przetwarzanie wtryskowe ze względu na zwiększone naprężenia ścinające i ryzyko degradacji polimeru. Sadza VULCAN® XC500, dzięki mniejszej średnicy cząstek i wyższej strukturze agregatów, umożliwia osiągnięcie pożądanej przewodności przy zachowaniu niskiej lepkości, co jest kluczowe dla techniki wtrysku stosowanej w produkcji przewleków.

Porównanie kluczowych parametrów materiałów przewodzenia przedstawiono w tabeli 1.

PRZYGOTOWANIE GRANULATU DO PRZETWÓRSTWA

Kompozytowe materiały przewodzące wytworzono techniką wytłaczania przy zastosowaniu wytłaczarki dwuślimakowej, co zapewniło jednorodną dyspersję dodatku w matrycy polimerowej i minimalizację aglomeratów. Pro-

ces realizowano na wytłaczarce przeciwbieżnej Leistritz Laborextruder LSM30 (L/D = 23, D = 34 mm). Profil temperatur wzdłuż cylindra i głowicy wytłaczarki został ustawiony w sposób zapewniający stopienie granulatu i efektywne mieszanie, przy jednoczesnym uniknięciu degradacji termicznej polimeru. Profil temperatury [°C]: 50 (strefa dozowania), 80, 170, 190, 210, 230 (strefa homogenizacji), 230 (dysza). Polipropylen oraz sadzę dozowano za pomocą gravimetrycznych dozowników firmy Brabender, z precyzją $\pm 0,1\%$. Wytworzono po 1 kg kompozytu dla trzech stężeń wagowych sadzy: 10%, 15% oraz 20%, co pozwoliło na systematyczną ocenę wpływu zawartości wypełniacza na właściwości kompozytu.

Wytłoczony materiał w postaci żyłki schłodzony w wannie chłodzącej i pocięto na granulaty, przygotowując go do dalszych etapów formowania przez wtryskiwanie oraz badań. Granulat należało suszyć w próżni przed przetwarzaniem wtryskowym.

WŁAŚCIWOŚCI WYKONANYCH MATERIAŁÓW

Przeprowadzono badania pozwalające na charakterystykę wykonanych materiałów. Próbkę do badań wykonano techniką wtryskiwania zgodnie z normą PN-EN ISO 294-1:2017-07 i PN-EN ISO 294-2:2019-01 przy użyciu wtryskarki Arburg Allrounder 270S 350-100.

Gęstość oznaczono przy pomocy wagi hydrostatycznej firmy RadWag AS 160.R2 PLUS, postępując zgodnie z normą PN-EN ISO 1183-1:2019-05. Masowy wskaźnik szybkości płynięcia oznaczano z wykorzystaniem plastomeru CEAST MELT FLOW (T.Q. Italy) pod obciążeniem 2,16 kg (21,18 N), w temperaturze 230°C zgodnie z normą PN-EN ISO 1133-1:2022-12. Pomiar objętościowej rezystywności elektrycznej wykonano metodą badawczą Cabota (CTM E043) opartej na normie ASTM D4496. Właściwości mechaniczne przy rozciąganiu wg PN-EN ISO 527-1:2020-01 oraz PN-EN ISO 527-2:2012 wyznaczono przy pomocy elektrodynamicznej maszyny wytrzymałościowej Instron ElektroPulse E10000 wyposażonej w ekstensometr optyczny. Zastosowano siłomierz o zakresie ± 10 kN w klasie 0,5 o wartości wskazań w zakresie powyżej 40 N. Udarowość Charpy wg PN-EN ISO 179-1:2023-11 przeprowadzono na młocie firmy Zwick z wahadłem o energii 5 J.

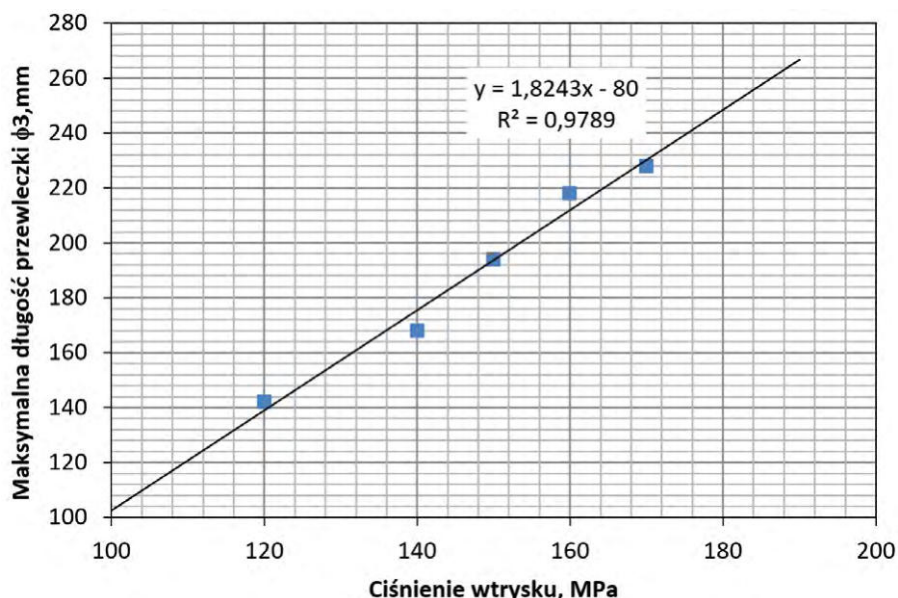
Tabela 2. Porównanie właściwości kompozytów SABIC PP 575P + sadza VULCAN XC500

Właściwość	PP + 10% sadzy	PP + 15% sadzy	PP + 20% sadzy	Norma testowa
Gęstość (przy 23°C), [g/cm³], $\pm 0,002$	0,973	1,006	1,039	ISO 1183
MFR (230°C / 2,16 kg), [g/10 min] $\pm 0,4$	7,1	6,3	2,1	ISO 1133
Rezystywność objętościowa, [Ω ·cm] ± 2	$\sim 10^4$	73	27	CTM E043
Moduł przy rozciąganiu, [GPa] $\pm 0,1$	2,5	2,8	3,0	ISO 527-1,2
Wytrzymałość na rozciąganie, [MPa] ± 2	33	30	26	ISO 527-1,2
Wydłużenie przy zerwaniu, [%] ± 10	52	19	11	ISO 527-1,2
Udarowość Charpy (karb, 23°C), [kJ/m²] $\pm 0,2$	2,7	2,4	2,1	ISO 179-1

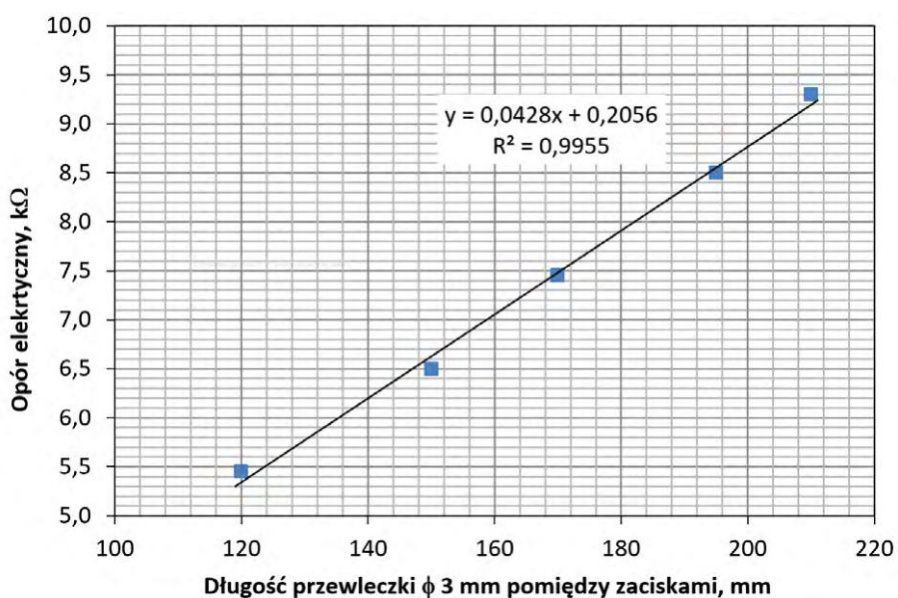
Na podstawie wyników z tabeli 2 stwierdzono, że przy zawartości sadzy 10 % rezystywność materiału wskazuje, że jest to zawartość na granicy perkolacji (zjawisko, w którym przewodność elektryczna materiału rośnie gwałtownie, gdy jego współczynnik wypełnienia - stosunek objętości materiału przewodzącego do całkowitej objętości - przekroczy pewną wartość progową). Sadza wpływa na zwiększenie przewodności materiału, ale również na zmniejszenie lepkości materiału w stanie stopionym (MFR), zwiększa sztywność materiału (moduł sprężystości), redukuje wydłużenie do zerwania i zmniejsza udarność.

PRÓBY TECHNOLOGICZNE

Wykonano próbną formę wtryskową z duraluminium PA6 pozwalającą na wtryskiwanie dwóch przewłeczek o średnicy 3 mm i długości 350 mm. Z wykonanych materiałów do prób wytypowano materiał o największej zawartości sadzy 20%, kierując się głównie najmniejszą rezystywnością. Przy użyciu wtryskarki Arburg Allrounder 270S 350-100 i przy maksymalnej sile zwarcia 350 kN wtryskiwano przewłeczki, stosując ciśnienia wtrysku od 120 MPa do 170 MPa – wyższe ciśnienia wtrysku uchylały formę. Temperaturę wtryskiwania ustawiono na najwyższą dopuszczalną dla tego materiału: 260°C, aby jak najbardziej obniżyć lepkość materiału w stanie stopionym. Temperaturę formy ustawiono na 60°C. Zastosowano maksymalną szybkość wtryskiwania tzn. nie ograniczano



Rys. 3. Wtrysnięte przewłeczki z zaciśniętymi złączkami



Rys. 4. Zależność oporu elektrycznego przewłeczek o średnicy 3 mm w funkcji długości przewłeczki



Rys. 1. Fotografia przewłeczek wykonanych techniką wtryskiwania przy ciśnieniu wtrysku od 120 do 170 MPa

prędkości wtrysku i była ona wynikiem zastosowania danego ciśnienia wtrysku. Maksymalną długość przewłeczki jaką udało się uzyskać to 230 mm (rys. 1). Zależność długości przewłeczki w funkcji ciśnienia wtrysku pokazano na rys. 2.

Tylko w celach pomiarowych na przewłeczkach zaciśnięto mosiężne złączki elektryczne (rys. 3) i wykonano pomiary oporu elektrycznego. Wyniki zależności oporu w funkcji długości przewłeczki zgodnie ze znanym wzorem na rezystywność wykazują zależność liniową z lekkimi odchyłkami spowodowanymi niepewnościami pomiarową (rys. 4). Na podstawie współczynnika regresji liniowej wyznaczono średnią rezystywność tego materiału wynoszącą 31 ohm × cm, która to wartość jest ok. 15% wyższa niż zmierzono zgodnie z normą CTM



Rys. 2. Długość przewleczonej o średnicy 3 mm w funkcji ciśnienia wtrysku

E043, co jest naturalne ze względu na napięcie elektryczne stosowane przy pomiarze multimetrem.

PODSUMOWANIE I WNIOSKI

Dzięki wykonanym przez zespół ISS RFID sp. z o.o. pracom badawczo-rozwojowym wykonanym w realizowanym projekcie pn. „Opracowanie innowacyjnego systemu mechatronicznego do zabezpieczenia i monitorowania towarów w transporcie.” (dalej: „Projekt”) dofinansowanego ze środków Unii Europejskiej w ramach Programu Fundusze Europejskie dla Nowoczesnej Gospodarki na lata 2021-2027, konkurs Ścieżka SMART, pod numerem umowy FENG.01.01-IP.02-087/23 wykonano polimerowe kompozyty przewodzący prąd elektryczny i dokonano charakterystyki właściwości wykonanych materiałów. Uzyskano zadawalający poziom przewodności prądu elektrycznego kompozytu na bazie polipropylenu z 20 % zawartością sadzy.

Niestety, na podstawie przeprowadzanych badań technologicznych stwierdzono, że wytwarzanie przewłeczek z wykonanego kompozytu jest praktycznie niemożliwe techniką wtryskiwania ze względu na zbyt dużą lepkość materiału w stanie stopionym. Zatem wnioskiem wynikającym z tego stwierdzenia jest rekomendacja, że odpowiedniejszą techniką wytwarzania będzie zastosowanie wytłaczarki i wytłaczanie przewłeczek w postaci ciągłej żyłki, a następnie cięcie jej na pożądane długości. Do wytłaczania niski wskaźnik MFR materiału, nawet poniżej 1 g/10 min, nie będzie stanowił problemu. W badaniach wykonano materiały o maksymalnej zawartości sadzy 20%, mając na względzie fakt, że przy jeszcze większych zawartościach sadzy lepkość kompozytu byłaby zbyt duża do wtryskiwania długich przewłeczek. Zmieniając technikę wytwarzania przewłeczek i przechodząc na wytłaczanie, można wykonać kompozyt z większą zawartością sadzy. Wskazane, aby docelowo średnica przewłeczki została zmniejszona do 1,75 mm, a podyktowane jest to dwiema kwestiami: 1) przewłeczka o średnicy 3 mm, pomimo tego że jest bardzo wytrzymała, jest zdecydowanie za sztywna i może wystąpić problem pęknięcia 2) średnicę 1,75 mm mają produkowane filamenty do druku 3D i na rynku występuje dużo urządzeń do produkcji takich filamentów, jak i można znaleźć oferty filamentów przewodzących prąd elektryczny.

Ze względu na działanie elektroniki plomby wskazane jest, aby opór elektryczny przewłeczki w rzeczywistych wa-

runkach pracy nie przekraczał 100 kΩ, a biorąc pod uwagę rezystancję styków plomby i warunki środowiskowe, należy ten opór mierzony w warunkach laboratoryjnych przyjąć jeszcze o połowę mniejszy, czyli ok. 50 kΩ. Opór elektryczny przewłeczki można wyznaczyć za pomocą wzoru:

$$R = \rho \cdot \frac{4L}{\pi d^2 \cdot 100}$$

gdzie: R – opór elektryczny [kΩ], ρ – rezystywność objętościowa [Ω·cm], L – długość przewodnika [mm], d – średnica przewodnika [mm]

Do obliczeń należy przejąć długość przewłeczki L=700 mm, bo teoretycznie i takie długości mogą być w użyciu. Zatem rezystywność materiału nie powinna być większa niż ok. 16 Ω·cm, jeśli przewłeczka będzie miała średnicę 1,75 mm i długość 700 mm. Wykonując regresję liniową z danych z tabeli 1 można oszacować, że zawartość sadzy wynosząca ok. 25 % powinna zapewnić materiałowi rezystywność poniżej 16 Ω·cm. Mając na uwadze wpływ zawartości sadzy na zwiększenie modułu sprężystości materiału (zwiększenie sztywności) oraz zmniejszanie udarności (odporności na pękanie), należy zmienić matrycę polimerową na materiał o znacznie większej udarności, np. wysokoudarowy kopolimer PP lub rozważyć zastosowanie elastomeru termoplastycznego, np. uretanowego lub estrowego. Podjęty temat wymaga dalszych prac badawczych pozwalających na finalne wdrożenie produktu.

LITERATURA

- [1] Heeger, A. J., Semiconducting and Metallic Polymers: The Fourth Generation of Polymeric Materials. *Journal of Physical Chemistry B*, 2001, 105(36), 8475–8491.
- [2] Shirakawa, H., et al., Synthesis of electrically conducting organic polymers: halogen derivatives of polyacetylene, (CH). *Journal of the Chemical Society, Chemical Communications*, 1977, (16), 578–580.
- [3] MacDiarmid, A. G., Synthetic Metals: A Novel Role for Organic Polymers. *Synthetic Metals*, 2001, 125(1), 11–22.
- [4] Tański, T., Snela, P., & Janeczek, H. Kompozyty polimerowe z napelniającymi przewodzącymi – wytwarzanie, właściwości i zastosowanie. *Czasopismo Techniczne*, 2017, 1(1), 85–10.
- [5] Kirkpatrick, S., Percolation and Conduction. *Reviews of Modern Physics*, 1973, 45(4), 574–588.
- [6] Skotheim, T. A., & Reynolds, J. R. (Eds.), 2007, *Handbook of Conducting Polymers* (3rd ed.). CRC Press.
- [7] Gery, G., et al. Thermoset Shape Memory Polymer Variable Stiffness 4D Robotic Catheter. *Advanced Science*, 2021, 9(1), 2103277.

Szymon Franecki¹, dr inż. Konrad Kwiatkowski¹, inż. Kamil Grota²

1 – Zachodniopomorski Uniwersytet Technologiczny w Szczecinie

2 – ISS RFID Sp. z o.o., Gdynia

Jakie tworzywa wysokosprawne wybrać?

Jakie tworzywa wysokosprawne wybrać? Wszystko zależy oczywiście od naszych potrzeb. Dziś omówimy tworzywa wysokosprawne, wskazując jednocześnie na popularne rozwiązania, na które warto zwrócić uwagę.

Okazuje się, że tworzywa wysokosprawne to doskonała alternatywa dla metali. Kategoria ta obejmuje materiały w różnych wariantach, dlatego warto zapoznać się z każdym rozwiązaniem, nim podejmie się ostateczną decyzję. Zanim jednak przedstawimy popularne tworzywa wysokosprawne, omówimy w skrócie parametry, którymi wyróżnia się cała ta kategoria na tle innych materiałów.

CO TO JEST TWORZYWO WYSOKOSPRAWNE?

Tworzywa wysokosprawne to nic innego jak materiały wyróżniające się dużo wyższą odpornością termiczną. Maksymalna temperatura przy najpopularniejszych rozwiązaniach wynosi nawet 300 stopni Celsjusza. Minimum temperatura użytkowa to 150 stopni Celsjusza. Ponadto tworzywa wysokosprawne charakteryzują się bardzo dobrą charakterystyką ciebną i ślizgową. Do zalet zalicza się również optymalną odporność chemiczną. Te wszystkie parametry utrzymują się nawet we wspomnianych wysokich temperaturach.

Świetną odporność termiczną udaje się uzyskać, wykorzystując materiały wzmacniające. Do najpopularniejszych rozwiązań zalicza się włókna węglowe, szklane czy kulki szklane. Niektóre z dodatków nie tylko usprawniają parametr związany z odpornością termiczną, ale także i odporność na odkształcenia czy zwiększają sztywność. Grafit, PTFE oraz aramidowe włókna natomiast pozytywnie wpływają na parametry ślizgowe. Aby uzyskać lepszą przewodność, stosuje się między innymi metalowe włókna. Ze względu na te różnice, warto zapoznać się ze wszystkimi rozwiązaniami, zanim podejmiesz ostateczną decyzję. Dlatego już teraz ściągnij katalog tworzyw interesującego cię producenta (na przykład oferowanej przez nas firmy Ensinger) i sprawdź,

w jakie materiały znajdziesz w jego ofercie i czym właściwie się wyróżniają. Następnie zdecyduj, które rozwiązanie spełnia twoje oczekiwania.

POPULARNE TWORZYWA WYSOKOSPRAWNE

Poniżej przedstawiamy krótką charakterystykę najpopularniejszych tworzyw wysokosprawnych. Jeśli jesteś zainteresowany którymś rozwiązaniem, koniecznie sprawdź wszystkie informacje na jego temat, nim podejmiesz ostateczną decyzję. Wszystkie dane techniczne znajdziesz w katalogu każdego producenta tworzyw.

TWORZYWO PEEK

PEEK – polieteroeteroketon – to idealny materiał przeznaczony do stosowania tam, gdzie maksymalna temperatura wynosi 260 stopni Celsjusza. Najczęściej tego rodzaju tworzywo wysokosprawne wykorzystuje się w aplikacjach, w których występuje gorąca para czy woda. Nawet w wysokich temperaturach materiał ten świetnie zachowuje swoje właściwości. Do zalet tworzywa PEEK zalicza się między innymi wysoką wytrzymałość na rozciąganie oraz zginanie. Ponadto jest to materiał odporny na większość olei, organiczne rozpuszczalniki, kwasy i zasady. Na tle innych tworzyw wysokosprawnych PEEK wyróżnia się również dobrą stabilnością wymiarową,

wysoką czystością i niską emisją gazów. Ten ostatni parametr sprawia, że materiał ten świetnie sprawdzi się w sektorze słonecznej energii, w medycynie czy w przetwórstwie spożywczym. Znajdzie zastosowanie także w branży półprzewodnikowej. Często poleca się tworzywo PEEK do wykorzystania przy elementach ślizgowych, w pompach, zespołach napędowych oraz sprężarkach. W systemach transportowych materiał ten doskonale sprawdzi się w rolkach, zaworach czy kołach zębatych. W branży spożywczej natomiast w takich częściach jak miksery, zawory oraz zagniatarki.

PEEK występuje zarówno w formie niemodyfikowanej, jak i z różnymi dodatkami. Domieszkowane rozwiązania mogą znacząco różnić się od „czystego” tworzywa, dlatego dokład-

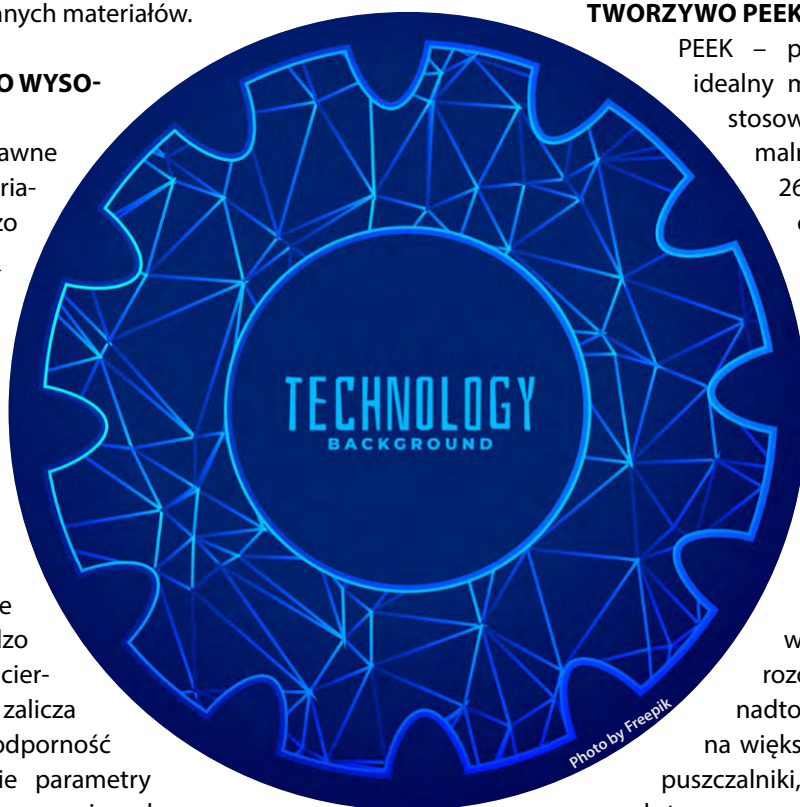




Photo by Freepik

nie zapoznaj się z parametrami każdej opcji, by ostatecznie wybrać tę, która najbardziej odpowiada naszym wymaganiom.

MATERIAŁ PPS

Polisiarczek fenylenu to tworzywo wysokosprawne, które zachowuje wysoką wytrzymałość w temperaturach powyżej 200 stopni Celsjusza. Do zalet materiału tego rodzaju zalicza się dużą krystaliczność, czystość i świetną elektryczną izolację. Ponadto jest to tworzywo wysokosprawne charakteryzujące się doskonałą odpornością chemiczną, na pełzanie i bardzo dobrą stabilnością wymiarową bez względu na temperaturę oraz poziom wilgotności. W ofertach producentów znajdziesz zarówno naturalne tworzywa wysokosprawne PPS, jak i wzmocnione włóknem szklanym rozwiązania. Ponadto dostępne są także specjalne materiały, przygotowane z myślą o konkretnych branżach czy z usprawnionymi właściwościami związanymi z parametrami ślizgowymi czy zużyciem.

Tworzywa PPS znajdują zastosowanie w branży medycznej, elektronicznej, motoryzacyjnej, chemicznej, a także przy budowie maszyn.

TWORZYWA PTFE

PTFE to jeden z najpopularniejszych materiałów, który wyróżnia się świetną odpornością na bardzo duże temperatury. W standardowym tworzywie tego rodzaju zakres temperatury wynosi od -200 do 260 stopni Celsjusza, krótkotrwale nawet 300 stopni Celsjusza. Do zalet niniejszego materiału zalicza się między innymi niski współczynnik tarcia, ognioodporność oraz niską elektryczną przenikalność. Jest to tworzywo wysokosprawne o stosunkowo małej sztywności czy wytrzymałości.

PTFE produkuje się w wersji naturalnej, pozbawionej modyfikacji, jak i w formie wypełnionej brązem, grafitem czy włóknem szklanym.

Materiał PTFE świetnie sprawdzi się w instalacjach chemicznych – dokładniej w elementach pomp, zasobnikach, zaworach czy armaturze. Poleca się go również branży farmaceutycznej i spożywczej oraz do zastosowań ślizgowych – szczególnie tam, gdzie występuje duże chemiczne obciążenie.

Powyżej przedstawiliśmy tylko trzy najpopularniejsze rozwiązania z materiałów wysokosprawnych. Zanim zdecydujesz się na którykolwiek z nich, ściągnij katalog interesującego cię producenta i zapoznaj się ze wszystkimi dostępnymi w ofercie tworzywami. Następnie zdecyduj się na ten materiał, który spełnia twoje oczekiwania.

Źródło: www.sped.pl

REKLAMA

**Zapraszamy
na stronę
www.tworzywasztuczne.biz**

Nowa hala Targów Kielce w budowie. Obiekt nabiera kształtów

Pierwsze elementy ścian i dachu są montowane - budowa hali wystawienniczej idzie zgodnie z planem. Już jest widoczne, jak rozległą przestrzeń - ponad 15 tysięcy metrów kwadratowych i 15 metrów wysokości, zajmie nowy obiekt Targów Kielce.

Inwestycja zmienia krajobraz kieleckiego ośrodka wystawienniczego. Wyburzona hala numer 7 i dotychczasowy parking zewnętrzny to plac budowy. Zakończone są prace związane z zewnętrznymi instalacjami ciepłowniczymi, elektrycznymi, wodociągowymi i kanalizacyjnym. Trwają roboty fundamentowe. Wykonano stopy i ławy fundamentowe, zamontowano elementy pionowe konstrukcji hali - słupy prefabrykowane żelbetowe. Ruszyły prace związane z wykonaniem konstrukcji dachu, a niebawem rozpoczną się roboty elewacyjne. - Do zimy powstanie bryła, wewnątrz której będą prowadzone działania niezależnie od pogody - wyjaśnia dr Andrzej Mochoń, prezes Targów Kielce. - Zakończenie prac planujemy latem 2026 roku.

ŚWIATOWY STANDARD NOWEJ HALI TARGÓW KIELCE

- Hala wystawiennicza zaoferuje wystawcom i zwiedzającym międzynarodowe standardy infrastruktury i komfortu. Otworzy możliwości przedsiębiorcom wielu branży do coraz bardziej efektywnej prezentacji i jeszcze bardziej skutecznego budowania biznesów - mówi dr Andrzej Mochoń, prezes Targów Kielce.

15 500 metrów kwadratowych w parterze przy 15 metrach wysokości nowej hali umożliwi realizację projektów wystawienniczych na światowym, najnowocześniejszym poziomie. Podłoga o wysokiej nośności, szerokie bramy wjazdowe, nieliczne słupy, regularny kształt wnętrza hali, minimalizacja świetlików dachowych oraz opcja wykonania podwieszeń to fundament dla kreatywności. - Formy wystąpień targowych będą mogły przybierać przeróżne kształty, według potrzeb wystawców. Staną tu najcięższe maszyny, oferowane najczęściej podczas targów techniki rolniczej Agrotech i Międzynarodowego Salonu Przemysłu Obronnego. Projektanci, eksperci marketingu i public relations będą mogli jeszcze bardziej efektywnie zrealizować koncepcje promocji firm - zaznacza prezes Targów Kielce.

Kolejne 3000 metrów kwadratowych udostępnione zostanie na antresoli. Powstaną tu sale konferencyjne z najnowszymi rozwiązaniami dla prowadzenia kongresów czy szkoleń, a także rozmów handlowych. Kolejne miejsce zajmie restauracja.

Halę będzie można podzielić na trzy części za pomocą systemu ścian przesuwanych. Rozwiązanie pozwoli też na organizację wydarzeń różnych branż w tym samym czasie.

CZAS INWESTYCJI W TARGACH KIELCE

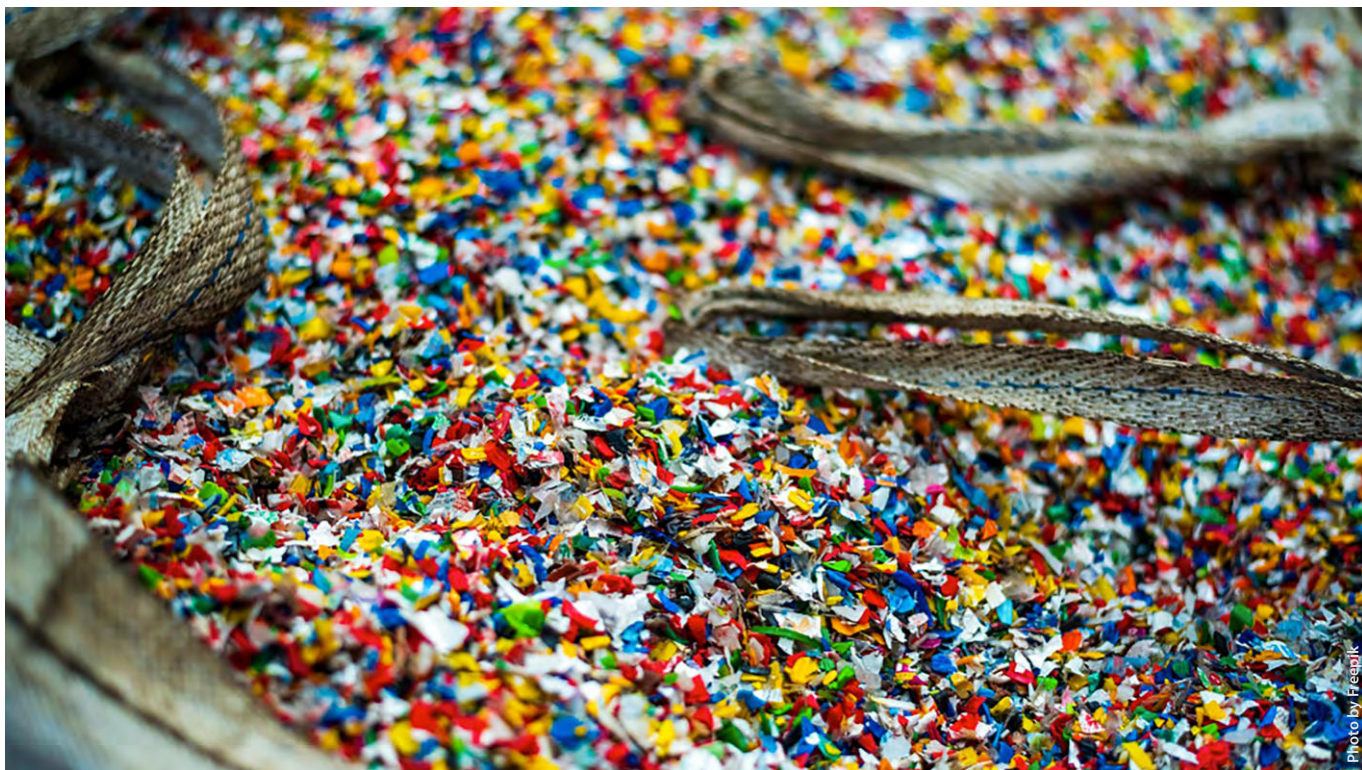
Premierowo nowy obiekt zagospodarują wystawcy Międzynarodowego Salonu Przemysłu Obronnego, we wrześniu 2026. Inwestycja o wartości około 100 milionów złotych znacząco powiększy przestrzeń targową i umożliwi organizację największych wydarzeń branżowych w jeszcze większej skali. - Nowa hala w połączeniu z obecną przestrzenią utworzy ponad 50 tysięcy metrów kwadratowych powierzchni wystawienniczej pod dachem. To poziom europejski. Celem jest ujednolicenie standardów w każdym naszym obiekcie, więc trwająca inwestycja to absolutnie nie jest „kropka nad i” - zaznacza Andrzej Mochoń, prezes Targów Kielce.

Międzynarodowy standard zapewniają od 2010 roku hala 5, zbudowana od podstaw, oraz wyremontowana hala 6, a także nowoczesne Centrum Kongresowe, służące od 12 lat. - Przed nami prace nad podnoszeniem standardów w halach 1 i 2, kolejne remonty w halach 3 i 4. Koniecznością jest także zwiększanie powierzchni parkingowej - mówi prezes Targów Kielce. - Są to oczekiwania stawiane nam przez wystawców i zwiedzających, którzy przyjeżdżają do nas z całego świata. W 2024 roku w targach wzięło udział 5613 wystawców, z czego 1377 to firmy zagraniczne. Liczba uczestników wydarzeń przekracza 300 tysięcy rocznie. W Targach goszczą także przedstawiciele najwyższych władz, ambasad, ministerstw z około 50 krajów. Chcąc rozwijać nasze wydarzenia, musimy podnosić nieustannie standardy.

LIDER BRANŻY SPOTKAŃ

Targi Kielce od 2011 roku zajmują pozycję jednego z dwóch liderów branży targowej w Europie Środkowo - Wschodniej, a wyniki finansowe za 2024 rok plasują ośrodek na miejscu lidera tego sektora gospodarki w kraju. Za 2024 rok, Targi Kielce wykazały zysk na poziomie 18 milionów złotych. Wszystkie pozostałe, z wyjątkiem Targów w Krakowie (zysk 40 tysięcy zł) wykazały milionowe straty. W Targach Kielce organizowanych jest średnio 50 wydarzeń targowych rocznie (część w cyklu dwuletnim). Większość z organizowanych wydarzeń ma znaczenie międzynarodowe, stawiane są pośród liderów w swoich branżach na arenie europejskiej. Największe to: Międzynarodowy Salon Przemysłu Obronnego MSPO, targi techniki rolniczej Agrotech, przetwórstwa tworzyw sztucznych i gumy Plastpol, obróbki metali STOM z cyklem Przemysłowa Wiosna, a także intensywnie rozwijające się kongres i targi branży pokryw dachowych Dach Forum oraz targi odnawialnych źródeł energii Enex. Wystawcy tych targów od lat czekają na nową halę i już rezerwują powierzchnię w obiekcie, który jest budowany.

Targi Kielce S.A.



Transformacja branży recyklingowej w Polsce – wyzwania i perspektywy

Robert Szyman

Recykling to kluczowy element współczesnej transformacji gospodarczej, a powtórne wykorzystanie surowców jest obecnie jednym z najważniejszych tematów w Polsce. System kaucyjny, będący jednym z narzędzi wspierających gospodarkę o obiegu zamkniętym, to krok w dobrym kierunku. Jeśli chcemy realnie oszczędzać energię, chronić środowisko i zachować bioróżnorodność, recykling musi działać skutecznie i systemowo. Właśnie pod takim hasłem odbyło się tegoroczne Forum Recyklingu, jedno z najważniejszych wydarzeń dla przedstawicieli branży recyklingowej w Polsce. Jakie są wnioski po tym spotkaniu?

SYSTEM KAUCYJNY – KROK W STRONĘ WIĘKSZEJ ODPOWIEDZIALNOŚCI

System kaucyjny został stworzony po to, by ograniczyć ilość odpadów i zwiększyć odzysk surowców. Choć jest jeszcze na etapie wdrażania i dopracowywania, już teraz pełni istotną funkcję edukacyjną i społeczną. Dzięki niemu konsumenci mogą realnie uczestniczyć w procesie ochrony środowiska — oddając opakowania, widząc, że trafiają one do

recyklingu, co wzmacnia świadomość ekologiczną i odpowiedzialne postawy zakupowe.

Podczas Forum Recyklingu eksperci podkreślali, że kluczowe będzie dalsze doskonalenie logistyki oraz rozwiązań technicznych w systemie. W nowoczesnych automatach do zbiórki opakowań (tzw. *reverse vending machines*) butelki są z reguły zgniatane już w momencie przyjęcia, co znacząco ogranicza objętość transportowanego materiału i poprawia efektywność całego procesu.

W przypadku zbiórki manualnej te rozwiązania mogą wymagać dalszego rozwoju, jednak operatorzy systemu z pewnością będą dążyć do maksymalnego ograniczenia kosztów i emisji związanych z logistyką. To pokazuje, że system kaucyjny ma duży potencjał, który w miarę jego dojrzewania będzie jeszcze lepiej wykorzystywany.

STARANIA BRANŻY RECYKLINGOWEJ

Innowacje są kluczem do konkurencyjności, a rynek wykazuje duże zainteresowanie finansowaniem i wdrażaniem nowoczesnych zmian w branży recyklingu.



Już w czasie realizacji Programu Inteligentny Rozwój sektor recyklingu wykazywał się dużą aktywnością — złożono 608 wniosków o dofinansowanie projektów innowacyjnych, z których 25% otrzymało wsparcie finansowe. To dowód, że branża reaguje na zmiany rynkowe i aktywnie poszukuje nowych rozwiązań technologicznych.

Wciąż jednak brakuje nowoczesnych instalacji recyklingowych, które sprostająby rosnącym potrzebom rynku. Sektor wymaga stabilnych regulacji, wsparcia inwestycyjnego i rozbudowy infrastruktury, by skutecznie zwiększać skalę przetwarzania surowców wtórnych.

Tylko konsekwentne łączenie innowacji technologicznych z odpowiednią polityką inwestycyjną i legislacyjną pozwoli branży recyklingowej stać się jednym z filarów realnej, pozytywnej zmiany środowiskowej w Polsce.

JEST IMPULS DLA INNOWACJI

Rozwój technologii wspierających nowoczesny i zrównoważony sektor przetwarzania odpadów motywuje naukow-

ców i przedsiębiorców do poszukiwania coraz bardziej efektywnych rozwiązań. Aby promować i umożliwiać realizację takich inicjatyw, powstają liczne instrumenty finansowe o zasięgu krajowym i europejskim.

Podczas Forum Recyklingu 2025 eksperci wskazali dwa najważniejsze narzędzia wspierające rozwój innowacji w branży recyklingu i gospodarce o obiegu zamkniętym:

- STEP – program ukierunkowany na budowanie odporności gospodarczej Unii Europejskiej oraz rozwój czystych, zasobooszczędnych technologii, w tym rozwiązań dla recyklingu;
- Ścieżka SMART – konkurs umożliwiający realizację projektów modułowych z obowiązkowym komponentem badawczo-rozwojowym. W ocenie kluczowe znaczenie mają innowacyjność przedsięwzięcia, potencjał wdrożeniowy oraz zgodność z Krajowymi Inteligentnymi Specjalizacjami.

KIERUNEK: INNOWACYJNA I ZRÓWNOWAŻONA GOSPODARKA

Forum Recyklingu 2025 pokazało, że polska branża recyklingowa coraz lepiej rozumie swoją rolę w transformacji gospodarki. Rozwój nowych technologii, współpraca między sektorem publicznym, nauką i biznesem oraz efektywne wykorzystanie funduszy europejskich mogą stać się fundamentem budowy silnej, innowacyjnej i cyrkularnej gospodarki.

Innowacje w recyklingu to nie tylko szansa na ochronę środowiska, lecz także na rozwój gospodarczy — poprzez tworzenie miejsc pracy, wzrost konkurencyjności i uniezależnienie Polski od surowców pierwotnych.

Robert Szyman

Dyrektor Generalny Polskiego Związku Przetwórców Tworzyw Sztucznych

REKLAMA

RGR Recovery Green
RECYCLING SUROWCE Sp. z o.o.

DAJEMY DRUGIE ŻYCIE ŚMIECIOM

Firma RGR SUROWCE jest recyklerem odpadów komunalnych i przemysłowych posiadający Eurocertplast na poniższe sortymenty:

PP

HDPE

Granulaty posiadają certyfikat EuroCertPlast i są w 100% PCR

Możemy modyfikować regranulaty według życzenia klienta oraz możliwości naszego zakładu.

Ponadto firma zajmuje się usługowo:

granulacją • kruszeniem tworzyw • mieleniem tworzyw

Recovery Green Recycling Surowce Sp. z o.o.
Plac Kilińskiego 1, 32-660 Chelmek

tel. +48 535 087 069, e-mail: rgrsurowce@rgr.zone

www.rgr.zone



Polacy wierni recyklingowi, ale fala krytyki zniechęca

Polacy wierzą w recykling, wynika z badania – możliwość ponownego przetwarzania była najczęściej wskazywanym powodem wyboru opakowań z tworzyw sztucznych podczas zakupów spożywczych. Fala krytyki podważająca skuteczność recyklingu znacząco osłabiła jednak motywację do segregowania odpadów, zagrożając celom gospodarki o obiegu zamkniętym. Oprócz tego w opinii ekspertów brakuje również podstawowej wiedzy na temat tworzyw sztucznych.

ZNIECHĘĆ DO RECYKLINGU SIĘ NIE OPŁACA

Z wyników badania przeprowadzonego przez SW Research wynika, że na przestrzeni ostatnich kilkunastu miesięcy prawie 43% respondentów spotkało się – czy to w mediach, na kanałach influencerów czy w komentarzach w social mediach – z informacjami podważającymi skuteczność recyklingu odpadów tworzyw sztucznych. Informacje te nie pozostały bez wpływu na motywację do segregacji odpadów. Spośród badanych, którzy zetknęli się z takimi materiałami, 38% deklaruje, że wpłynęły one na ich zapał do segregacji (14% – bardzo, 24% – trochę).

Chociaż recykling tworzyw sztucznych to tylko jeden z elementów zrównoważonej gospodarki obiegu zamkniętego, to stanowi on jej fundament. Możemy ograniczać konsumpcję, ponownie wykorzystywać niektóre wyroby, ale na końcu okresu użytkowania i tak powinny one trafić do recyklingu. Istnieją różne metody recyklingu, które są stale

rozwijane i unowocześniane. W procesach mechanicznych ten sam materiał może być przywrócony do obiegu kilka czy nawet kilkanaście razy. Innowacyjne technologie chemiczne pozwalają natomiast poddawać recyklingowi niemal każdy rodzaj odpadu bez spadku jakości materiału, a więc proces ten może być powtarzany dowolną ilość razy.

Określone poziomy recyklingu są wymagane przez przepisy unijne pod groźbą kar finansowych. Jak informował PAP w odwołaniu do danych MKiŚ, od 2020 roku ukarano 1664 polskie gminy za brak osiągnięcia wymaganych poziomów recyklingu. Łączna kwota sankcji wyniosła blisko 82 mln zł. Część kar została zawieszona lub umorzona, niemniej do tychczas zapłaciło je 612 gmin. Obecny poziom recyklingu odpadów tworzyw sztucznych w Europie wynosi 26,9%, w Polsce nieco mniej, bo 21,2%. – Europa, w tym Polska, od lat intensywnie zabiegają o to, aby zwiększać poziom selektywnej zbiórki odpadów i recyklingu. Inwestują w nowe technologie, systemy zarządzania gospodarką odpadową, wprowadzają nowe przepisy, realizują kampanie edukacyjne. Wciąż mamy dużo do zrobienia. Recykling, choć nie jest rozwiązaniem idealnym ani samowystarczalnym, jest niezwykle ważny w całej strategii odzyskiwania zasobów. Przyczynianie się do podważania jego sensowności, zwłaszcza w czasach zalewu informacji, kryzysu dezinformacyjnego, dominacji skrótowych, chwytliwych komunikatów przy jednoczesnej trudności z weryfikowaniem faktów, uważam za szkodliwe i nieodpowiedzialne. Z badania jasno wynika,

że przełożenie negatywnej narracji na temat recyklingu na motywację konsumentów jest znaczące – mówi dr inż. Anna Kozera-Szałkowska, dyrektor zarządzająca Plastics Europe Polska.

RECYKLING WAŻNIEJSZY NIŻ BEZPIECZEŃSTWO ŻYWNOSCI?

To, że idea i cel recyklingu tworzyw sztucznych mimo wszystko mocno zakorzeniły się wśród Polaków, pokazują odpowiedzi na pytanie o argumenty w największym stopniu skłaniające do zakupu produktów spożywczych w opakowaniach z tworzyw sztucznych. Respondenci najczęściej wskazywali możliwość poddania ich recyklingowi (39,4%), pozostawiając na dalszych miejscach argumenty dotyczące bezpieczeństwa żywności (32,6%) i ograniczania marnowania żywności (26,8%). Trzeci najpopularniejszy argument także był związany z recyklingiem – pochodzenie opakowań z recyklingu (28,7%). Na ostatnim miejscu znalazła się całościowa niższa emisja gazów cieplarnianych niż w przypadku opakowań z innych materiałów (11,9%).

Jak zaznacza ekspertka, do interpretacji wyników należy podchodzić z ostrożnością. Dla osoby nie zajmującej się zawodowo branżą tworzyw sztucznych może wcale nie być oczywiste, w jak ogromnym stopniu opakowania z tworzyw wpływają na zwiększanie bezpieczeństwa żywności i ograniczanie marnowania jedzenia. Nie można więc stwierdzić, że recykling jest dla respondentów ważniejszy niż któryś z tych dwóch czynników – raczej, że mogło tutaj zabraknąć świadomości. Niemniej dwa związane z recyklingiem argumenty na podium zdają się świadczyć o tym, że Polacy są przekonani co do sensowności recyklingu. – I to przekonanie powinniśmy wzmacniać, a nie podważać, ryzykując spadek i tak wciąż pozostawiających wiele do życzenia poziomów selektywnej zbiórki i recyklingu – dodaje.

TWORZYWA, KTÓRYCH NIE ZAUWAŻAMY

Warto zaznaczyć, że choć w badaniu nie koncentrowano się na poziomie wiedzy na temat materiałów polimerowych, to wyniki pośrednio dotyczące tej kwestii wzbudziły czujność ekspertów. Ponad sześciu na dziesięciu uczestników badania zapytanych o okoliczności korzystania przez nich z tworzyw sztucznych wskazało picie wody w butel-



kach (61,4%), kupowanie produktów spożywczych w opakowaniach z tworzyw sztucznych (57,4%), korzystanie ze sprzętów AGD zawierających elementy tworzyw sztucznych (55,8%), noszenie ubrań zawierających np. poliester (35,3%) i posiadanie mebli bądź części wystroju wnętrza (np. krzesła, lampy, doniczki) wykonanych z tworzyw sztucznych (30,2%).

– Jeśli faktycznie tylko 56% badanych korzystałoby ze sprzętów AGD zawierających elementy tworzyw sztucznych, oznaczałoby to, że 40%, po odjęciu 4% odpowiedzi niezdecydowanych, nie tyle nie korzysta ze sprzętów AGD zawierających tworzywa, co nie korzysta z AGD wcale. Elementy z tworzyw sztucznych są bowiem niezbędne i wszechobecne stosowane we wszystkich rodzajach współczesnych sprzętów AGD. Równie mało realistyczne wydają się deklaracje dotyczące ubrań, opakowań czy wystroju wnętrza. Prawdopodobnie więc, że to brak wiedzy, w ilu i w jakich przedmiotach codziennego użytku stosowane są tworzywa – tłumaczy Anna Kozera-Szałkowska.

Tworzywa sztuczne są niezbędnym materiałem w niemal każdej dziedzinie życia i gospodarki – zapewniają energooszczędne materiały budowlane, wytrzymałe i lekkie części w nowoczesnych różnego typu pojazdach elektrycznych (od hulajnogi po ciężarówkę), specjalistyczne sprzęty i aparatury medyczne, elementy potrzebne do powstania paneli słonecznych i turbin wiatrowych czy szczelne i bezpieczne opakowania zapewniające bezpieczeństwo i dłuższą przydatność do spożycia artykułów spożywczych. Tworzywa z recyklingu to cenny materiał, dzięki któremu sektory te mogą obniżyć swój wpływ na środowisko.

PLASTICS EUROPE POLSKA

REKLAMA



M-ROL Sp. z o. o.
63-430 Odolanów
ul. Trzy mosty 10
mrol.com.pl
+48 62 735 90 10

MASZyny DO RECYKLINGU

Pionowy mieszalnik
Poziomy przenośnik ślimakowy



Pionowy przenośnik ślimakowy

Rozdrabniacz zasypowy
bijakowy grawitacyjny



Poziomy mieszalnik
pasz sypkich

Kruszarka
Plastiku



Przenośnik ślimakowy
czerpiący ocynkowany



ZAPLANUJ

PLASTECH'2026

15/16-17.IV'2026

(ZAMEK GNIEW)

30. JUBILEUSZOWA EDYCJA
SYMPOZJUM TECHNICZNEGO
PLASTECH

PLASTPOL'2026

19-22.V'2026

(TARGI KIELCE)

30. JUBILEUSZOWA EDYCJA
TARGÓW PRZETWÓRSTWA
TWORZYW SZTUCZNYCH I GUMY

PLASTINVENT'2026

07/08-09.X'2026

(HOTEL CRYSTAL MOUNTAIN, WISŁA)

18. EDYCJA KONFERENCJI
TECHNICZNEJ PLASTINVENT



SWÓJ CZAS

SYMAS® & MAINTENANCE 2025: spotkania, które napędzają przemysł

W dniach 15–16 października 2025 roku w Międzynarodowym Centrum Targowo-Kongresowym EXPO Kraków odbyły się 16. Międzynarodowe Targi Obróbki, Magazynowania i Transportu Materiałów Sypkich i Masowych SYMAS® i 16. Międzynarodowe Targi Utrzymania Ruchu, Planowania i Optymalizacji Produkcji MAINTENANCE, jedyne w Europie Środkowo-Wschodniej targi łączące technologie utrzymania ruchu i przetwarzania materiałów sypkich i masowych. W tegorocznej edycji uczestniczyło 147 wystawców z 14 krajów i ponad 3100 profesjonalnych zwiedzających, którzy przez dwa dni tworzyli wyjątkową przestrzeń wymiany wiedzy, doświadczeń i kontaktów biznesowych.

Organizatorem wydarzenia są Targi w Krakowie.

BLIŻEJ POTRZEB KLIENTÓW

Targi SYMAS® i MAINTENANCE po raz kolejny udowodniły, że spotkania twarzą w twarz są kluczowe dla rozwoju przemysłu. Choć dziś dostępne są różne narzędzia online, chatboty czy wirtualni doradcy, nie zastąpią one bezpośredniego kontaktu z ekspertami i klientami. Podczas targów można na żywo zobaczyć nowe technologie, porozmawiać o wdrożeniach, wymienić doświadczenia i nawiązać trwałe relacje biznesowe - co jest kluczem do rozwoju firm.

- Dzięki wydarzeniom takim jak Targi SYMAS® i MAINTENANCE jesteśmy naprawdę blisko potrzeb naszych klientów. W krótkim czasie zbieramy mnóstwo cennych informacji technicznych, a to wiedza i doświadczenie napędzają nas w Polstage najbardziej. Dziękujemy wszystkim gościom za ciekawe dyskusje i za szereg nowych wyzwań technicznych



do opanowania – napisał na LinkedInie Adam Siedlaczek, dyrektor zarządzający w firmie Polstage, która jest liderem technologii wspomagania przepływu materiałów sypkich w Polsce.

- Jaka była tegoroczna edycja dla nas? Intensywna i konkretna (jak co roku). Odwiedzili nas ludzie z realnymi wyzwaniami: transport materiałów sypkich i recykling, modernizacja ciągów technologicznych, rozbudowa magazynów, bezpieczeństwo i serwis. Kolejny raz wróciliśmy z notatnikiem pełnym zagadnień technicznych do przeanalizowania i z jasnym obrazem, gdzie nasze rozwiązania wnoszą największą wartość. Po tych rozmowach jeszcze mocniej wierzymy, że najlepsze systemy powstają wtedy, gdy inżynierowie i użytkownicy spotykają się przy jednym stole – tak podsumowała wydarzenie firma Project Steel w poście na LinkedInie.

NOWOŚCI TECHNOLOGICZNE, ZNAKOMITA ATMOSFERA I ORGANIZACJA NA NAJWYŻSZYM POZIOMIE

Zwiedzający mogli zapoznać się z najnowszymi rozwiązaniami z zakresu obróbki materiałów sypkich, utrzymania ruchu oraz bezpieczeństwa procesów przemysłowych. Na stoiskach prezentowano m.in. nowoczesne systemy CMMS, złącza elastyczne BFM, bramy szybkobieżne czy systemy filtracji i transportu materiałów sypkich.

Targi były również okazją do poznania firm, które łączą innowacje technologiczne z praktycznym wsparciem dla klientów – prezentując rozwiązania możliwe do natychmiastowego wdrożenia, doradzając przy ich zastosowaniu i pokazując, jak nowe technologie realnie poprawiają procesy przemysłowe.



– Jesteśmy tutaj już prawie 15 raz na tych targach. Ta edycja jest dla nas troszeczkę taka jubileuszowa i wyjątkowa. Robiliśmy też prezentację w strefie wykładowej, także mogliśmy zaprezentować ten wyrób dla dość szerokiego grona. Wszyscy klienci, którzy odwiedzają te targi - właśnie służby utrzymania ruchu - to są nasi klienci kluczowi, docelowi, ponieważ dla tych właśnie służb dostarczamy nasze urządzenia - powiedziała Renata Gonet, prezes firmy Euro Pro Sp. z o.o. w wywiadzie dla „Nowoczesnego Przemysłu” - partnera medialnego targów. Euro Pro, reprezentujące amerykańską firmę FLIR, dostarcza kamery telewizyjne i ultradźwiękowe do diagnostyki wycieków sprężonego powietrza i stanów przedawanych, które poprawiają efektywność energetyczną w zakładach przemysłowych.

EBS Ink-Jet Systems Poland Sp. z o.o., jedyny polski producent urządzeń do trwałego znakowania przemysłowego, działa w branży od 42 lat i obsługuje szeroki wachlarz sektorów - od przemysłu sytkiego, przez betoniarstwo, motoryzacyjny, aż po oznaczanie opakowań zbiorczych. - Dlaczego Kraków? Bo Kraków to przede wszystkim piękne miasto. Kraków, w opinii naszych klientów, z którymi współpracujemy, to bardzo dobra organizacja tego wydarzenia, które jest dzisiaj. Na koniec pierwszego dnia targów mogą powiedzieć, że to wydarzenie jest bardzo dobrze zorganizowane, na bardzo wysokim poziomie - powiedział Daniel Sabaj, dyrektor handlowy firmy EBS.

- Na targach SYMAS® MAINTENANCE energia była pozytywna od samego rana, klienci dopisali, a frekwencja była świetna, super atmosfera. Jeżeli ktoś się zastanawia, czy wziąć udział w targach, naprawdę zapraszam - skomentował Krzysztof Balak, prezes firmy AL-KMB Sp. z o.o., która oferuje systemy centralnego smarowania firmy Graco, dostosowane do różnych przemysłów, w tym do przenośników, taśm, silników i systemów związanych z materiałami sypkimi.

TARGI TWORZĄCE REALNĄ WARTOŚĆ

Wystawcy podkreślali, że SYMAS® & MAINTENANCE idealnie odpowiadają potrzebom branży.

- Warto być na targach, bo są bardzo zróżnicowane branże i przychodzą konkretni ludzie, którzy szukają współpracy. Targi są bardzo dobrze zorganizowane, jest fajna lokalizacja, każdy może z każdej strony Polski dojechać - powiedziała Ewelina Peruń z firmy Teknomatik Europe Sp. z o.o., która zajmuje się projektowaniem i produkcją mieszalników do kontenerów IBC i beczek wraz z akcesoriami.



- Targi SYMAS® i MAINTENANCE to wspólna okazja do nawiązania wielu kontaktów i zdobycia potencjalnych klientów. Jesteśmy tutaj już czwarty rok z rzędu, co roku mamy większe stoisko i co roku nam się bardziej podoba, dlatego myślę, że to jest fantastyczne miejsce, żeby się pojawić na mapie targowej - skomentowała Beata Męzik z GH Cranes. Głównym przedmiotem działalności firmy GH Cranes w Polsce jest produkcja i projektowanie rozwiązań dla suwnic standardowych oraz niestandardowych.

- Jesteśmy bardzo zadowoleni z kolejnej edycji Targów SYMAS® i MAINTENANCE. Są to dla nas targi, które w naszym kalendarzu targowym są bardzo ważnym punktem. Dzięki temu, że targi są dwudniowe, możemy właśnie w dwa intensywne dni naprawdę zdobyć wiele ciekawych kontaktów. Mam nadzieję, że będziemy mieli okazję też być na kolejnych edycjach, więc serdecznie zapraszam - podsumował wydarzenie Kacper Woźniak z TRADE MYSAK GROUP Sp. z o.o. Sp. k. Firma specjalizuje się w urządzeniach do transportu aero-mechanicznego, ciśnieniowego oraz grawitacyjnego, które pozwalają przenosić produkty, jak również kontrolować ich pożądany przepływ.

Tegoroczna edycja pokazała, że targi pozostają miejscem nie tylko prezentacji technologii, ale też inspiracji i wymiany doświadczeń, czego dowodem są liczne dyskusje podczas Jesiennej Szkoły Utrzymania Ruchu - konferencji dla specjalistów utrzymania ruchu, która już po raz dwunasty towarzyszyła targom.

DO ZOBACZENIA W 2026 ROKU!

Karol Miernikiewicz, project manager wydarzenia, tak podsumowuje tegoroczną edycję - Cieszymy się, że Targi SYMAS® i MAINTENANCE kolejny raz spełniły bardzo wysokie oczekiwania naszych wystawców oraz że z roku na rok zyskują na popularności w branży i nieustannie umacniają swoją pozycję w kalendarzach targowych wielu firm w Polsce. W przygotowanie każdej edycji wkładamy ogrom pracy i serca, aby dbać o jego jakość, atmosferę i przede wszystkim odpowiednich wystawców i zwiedzających. Jesteśmy zadowoleni, że te cele udaje nam się osiągać i że wystawcy co roku wychodzą z targów z uśmiechem na ustach i zapewnieniem - widzimy się za rok. Także już teraz zabieramy się do podsumowań i przygotowań kolejnej, 17. edycji targów, na którą serdecznie zapraszamy 14-15 października 2026 do EXPO Kraków. Do zobaczenia!

www.symas.krakow.pl



3-5 marca 2026, Bydgoszcz

**8. Międzynarodowe Targi Kooperacyjne
Przemysłu Narzędziowo-Przetwórczego**

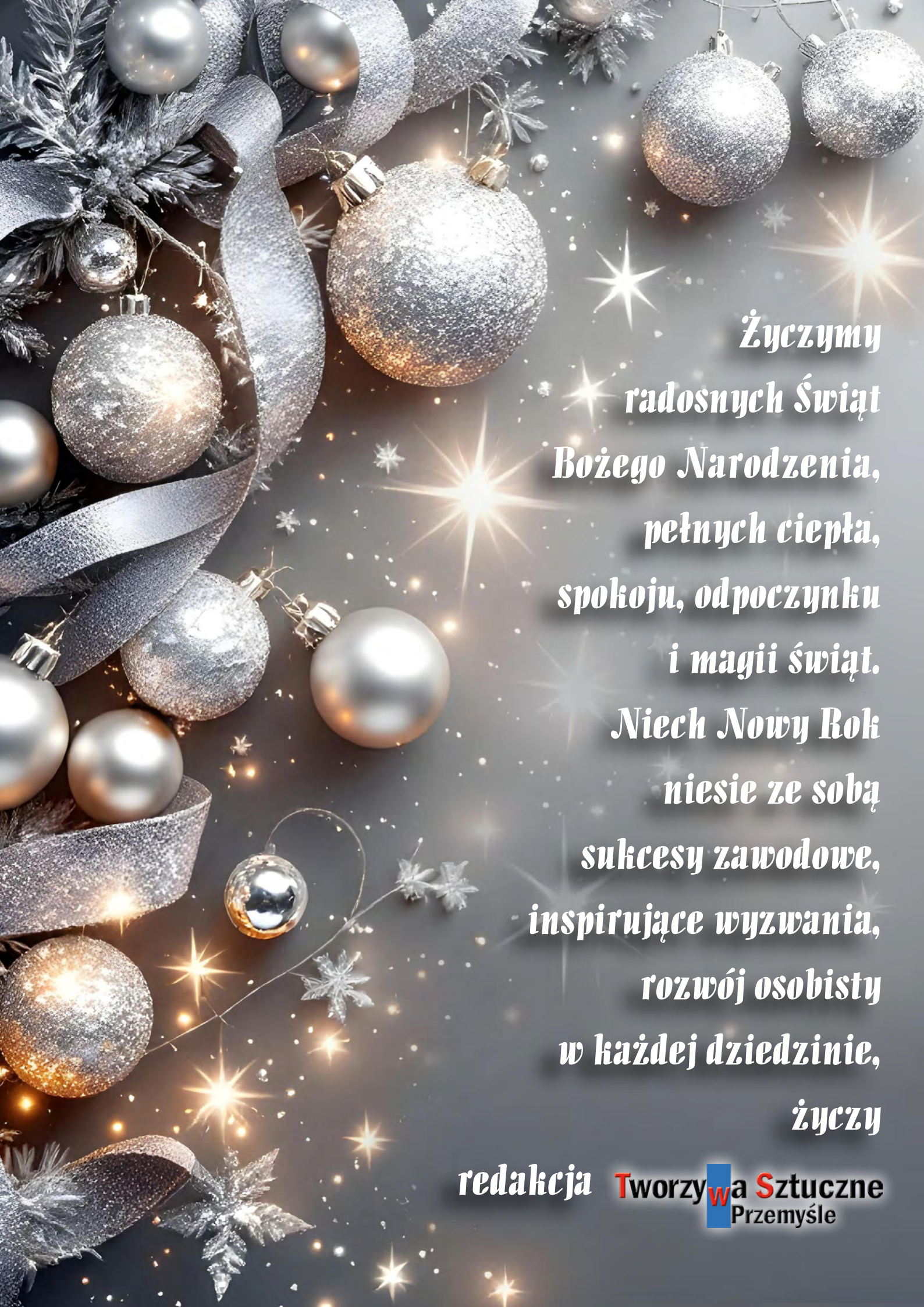
Przemysł w najlepszej formie!

**Weź udział w jedynych w Polsce targach
adresowanych do branży formierskiej.**

**Zeskanuj
kod QR**



www.innoform.pl



*Życzymy
radosnych Świąt
Bożego Narodzenia,
pełnych ciepła,
spokoju, odpoczynku
i magii świąt.
Niech Nowy Rok
niesie ze sobą
sukcesy zawodowe,
inspirujące wyzwania,
rozwój osobisty
w każdej dziedzinie,
życzy*

redakcja **Tworzywa Sztuczne**
Przemysłe