

Nr 1/2021

(61) rok XII

cena 25,00 zł (w tym 8% VAT)

Tworzywa Sztuczne Przemysłu

ISSN 2082-6877

DWUMIESIĘCZNIK

TWORZYWA POLIMEROWE W NAUCE I PRAKTYCE

- 
- *Wpływ technik suszenia na właściwości poliamidu*
 - *Rozdział mieszanin tworzyw polimerowych na separatorze igłowym*
 - *Urządzenia peryferyjne - przegląd rozwiązań wybranych firm*
 - *Metody rozdrabniania vs właściwości wyprasek wtryskowych*
 - *Dodatek tematyczny „Wtryskarki i wtryskownie”*

SPIS TREŚCI

STYCZEŃ/LUTY 2021 r.

TEMAT NUMERU - URZĄDZENIA PERYFERYJNE

- 3** Wpływ technik suszenia na właściwości poliamidu
6 Wittmann – optymalne rozwiązania dla termostatowania form wtryskowych



- 8** Regulacja temperatury w przetwórstwie tworzyw sztucznych
10 Idealnie dopasowane i kompletne rozwiązania



- 14** Rozdział mieszanin tworzyw polimerowych na separatorze igłowym
17 Dozowanie w przetwórstwie tworzyw sztucznych
18 Dozowniki HETHON – precyzyjne podawanie proszków, granulatów, barwników, ziaren
20 Elementy rurociągów transportu pneumatycznego stosowane w przemyśle tworzyw sztucznych
21 INNOFORM® w formule online
21 Silosy i stacje magazynowe
22 Urządzenia peryferyjne – przegląd rozwiązań wybranych firm
26 Magazyny tworzyw sztucznych
28 Metody rozdrabniania vs właściwości wyprasek wtryskowych

MASZyny I URZĄDZENIA

- 32** Konkurencyjność produktowa, a zarządzanie energią elektryczną w przedsiębiorstwie
36 Wykorzystanie metody przyrostowej w prototypowaniu
40 Efekt Plus z nową linią technologiczną
41 Przyczyny niezgodności w procesie produkcji artykułów gospodarstwa domowego
45 Dodatek „Wtryskarki i wtryskownice”

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

Redaktor techniczny:

Lucyna Franczyk

Korekta: Tomasz Sput

Wydawca

Media Tech s.c.
mediatech@tworzywasztuczne.biz

Adres redakcji

ul. Żorska 1/45
47-400 Racibórz
redakcja@tworzywasztuczne.biz
tel./faks 32 733 18 01

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 inż. **Marta Piątek-Hnat**
prof. nadzw. dr hab. inż.
Andrzej Pus
prof. dr hab. inż. **Janusz Sikora**
dr inż. **Łukasz Wierzbicki**
dr inż. **Piotr Żach**

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

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

Wpływ technik suszenia na właściwości poliamidu

Grzegorz Musielak, Arkadiusz Kloziński

Proces suszenia, obok rozdrabniania, mieszania wstępnego, homogenizacji oraz konfekcjonowania, należy do podstawowych procesów technologicznych mających na celu przygotowanie tworzyw polimerowych do przetwórstwa. Polimery mogą ulec zawilgoceniu, w sytuacji gdy dojdzie do kontaktu zimnego materiału (transport, zmienne warunki magazynowania) z ciepłym/wilgotnym powietrzem, wówczas na powierzchni ziaren polimeru kondensuje się wilgoć – dotyczy to wszystkich rodzajów polimerów. Polimery o budowie polarnej (np.: poliamid, poliwęglan, polistyren) wykazują ponadto tendencję do pochłaniania wilgoci z otoczenia, wilgoć ta zostaje wchłonięta przez całą masę/objętość polimeru. Obecność wilgoci w tworzywie polimerowym (surowcu) powoduje pogorszenie właściwości użytkowych gotowego wyrobu [9, 11]. W tworzywach ulegających hydrolizie w wysokiej temperaturze (warunki przetwórstwa) wilgoć może powodować degradację polimeru [1, 11].

Polimerem szczególnie wrażliwym na zawartość wilgoci jest poliamid. Obecność wody wpływa na zmianę właściwości użytkowych produktów z poliamidu, powoduje między innymi zwiększenie udarności i elastyczności oraz zmniejszenie wytrzymałości i modułu sprężystości wzdłużnej [2, 12]. Wilgoć w granulacie tworzywa poliamidowego wpływa również na jego właściwości reologiczne w warunkach przetwórczych, powoduje obniżenie lepkości w wyniku procesów hydrolizy, co może prowadzić do występowania niekorzystnych przetrysków w procesie wtryskiwania. Zbyt duża zawartość wody przyczynia się do powstawania kraterów oraz wewnętrznych pęcherzy w wypraskach, powodując ich osłabienie [3]. Chłonność wilgoci poliamidu zależy od stosunku grup metylenowych do ugrupowań amidowych i waha się w granicach od 2,5 do 11% – w zależności od typu tworzywa. Największą chłonność wody wykazuje poliamid 6 (9–11%), mniejszą poliamid 6.6 (7–9%), a najmniejszą chłonnością wykazuje się poliamid 11 i 12 (ok. 2,5%) [8, 10]. Zawartość wilgoci w tworzywie przeznaczonym do przetwórstwa nie powinna przekraczać 0,20% wag., w przeciwnym wypadku konieczne jest przeprowadzenie procesu suszenia, zapewniającego usunięcie wody z polimeru [2, 3].

W prezentowanej pracy przedstawione zostaną wyniki badań oceny wpływu zastosowanej techniki oraz czasu suszenia na właściwości mechaniczne i reologiczne poliamidu oraz poliamidu z 30% zawartością włókna szklanego.

CHARAKTERYSTYKA BADANYCH MATERIAŁÓW

Badania przeprowadzono przy użyciu dwóch poliamidów 6, produkcji Zakładów Azotowych w Tarnowie-Mościcach S.A. Pierwszy z zastosowanych polimerów to poliamid o nazwie handlowej Tarnamid T-27 o gęstości $\rho_{(23)} = 1140 \text{ kg/m}^3$ i wskaźniku szybkości płynięcia $\text{MFR}_{(5,0;275)} = 136 \text{ g/10 min}$ (oznaczany w dalszej części pracy jako PA6). Drugi polimer to poliamid o nazwie handlowej Tarnamid T-27 GF30, zawierający 30% włókna szklanego, o gęstości $\rho_{(23)} = 1350 \text{ kg/m}^3$ i $\text{MFR}_{(5,0;275)} = 60 \text{ g/10 min}$ (oznaczany dalej jako PA6GF30).

W pierwszej części badań poliamidy poddano procesowi suszenia. Temperaturę suszenia wynoszącą 348 K dobrano w oparciu o wytyczne literaturowe [8, 10] oraz informacje zawarte w kartach technologicznych surowca. Proces suszenia prze-

prowadzono w czasie: 0 (bez suszenia), 2, 4 i 6 h, w dwóch typach suszarek. Jedną z zastosowanych technik suszenia było suszenie poliamidu przy użyciu suszarki fluidyzacyjnej Tornado M501 firmy Sherwood. Polimery suszono ww. temperaturze oraz objętościowym natężeniu przepływu czynnika suszącego wynoszącym $0,029 \text{ m}^3/\text{s}$. Kolejną zastosowaną techniką suszenia było suszenie przy użyciu suszarki komorowej z wymuszonym obiegiem, szufladowej CD5 marki Shini – warunki suszenia takie same jak w przypadku pierwszej techniki.

Tak przygotowane materiały poddano dalszym badaniom. Część granulatu została użyta do oceny zawartości wilgoci przy użyciu wagosuszarki AGS50 firmy AXIS oraz właściwości reologicznych; pozostała część została przetworzona w procesie wtryskiwania, a następnie poddana ocenie właściwości mechanicznych.

METODYKA BADAŃ

Badania właściwości mechanicznych przeprowadzono w warunkach statycznego rozciągania przy użyciu uniwersalnej maszyny wytrzymałościowej Roell ZO20 firmy Zwick, zaopatrzonej w głowicę pomiarową 20 kN. Badania wykonano dla wyprasek wtryskowych (typ 1A) zgodnie z normą [5], przy prędkości posuwu trawersy 50 mm/min. Dokonano również oceny udarności próbek metodą Charpy'ego, stosując młot HIT5P firmy Zwick, zgodnie z normą [4]. Dla analizowanych materiałów przeprowadzono także ocenę twardości metodą wciskania kulki, przy użyciu aparatu Brinella, zgodnie z normą [7].

Oceny wpływu zawartości wilgoci na właściwości reologiczne poliamidów dokonano poprzez badania masowego wskaźnika szybkości płynięcia (MFR) oraz przebiegów ich krzywych płynięcia oraz krzywych lepkości. Pomiar wartości MFR przeprowadzono przy użyciu plastometru obciążnikowego LM4004 firmy Dynisco, w temperaturze 275°C, obciążenie 5kg [6]. Przebiegi podstawowych charakterystyk reologicznych wyznaczono przy użyciu reometru obrotowego MCR 301 firmy Anton Paar, z układem pomiarowym typu stożek-płytką ($D = 25 \text{ mm}$, kąt $1,999^\circ$), w temperaturze 275°C.

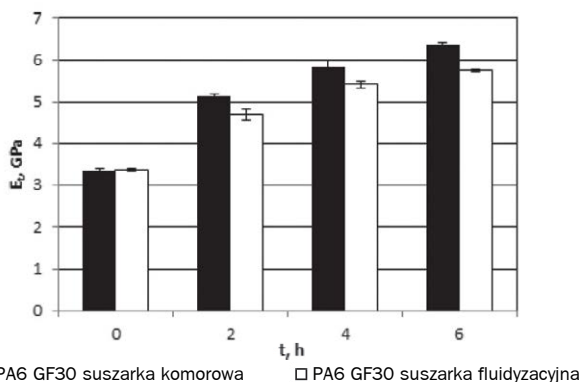
Wszystkie przedstawione wyniki badań wyznaczone zostały na podstawie uśrednianej wartości z 5 pomiarów wraz z wartością skorygowanego odchylenia standardowego.

WYNIKI BADAŃ

Badania wytrzymałościowe i reologiczne poprzedzone zostały oceną zawartości wilgoci w granulacie użytych do badań poliamidów. Odnotowano wyraźne różnice zawartości procentowej wilgoci w surowcach wejściowych (0h). Większa zawartość wilgoci cechowała poliamid nienapełniony (0,42%), w stosunku do poliamidu napełnionego (0,30%). Różnica ta wynika z 30% wag. obecności w polimerze włókna szklanego, które nie wykazuje zdolności do chłonności wody. Wyniki przeprowadzonych badań wykazały bezpośredni wpływ zastosowanej techniki suszenia na zmianę zawartości wilgoci w materiale polimerowym, zarówno napełnionym oraz nienapełnionym. Poliamid suszony w suszarce komorowej osiągał niższe wartości wilgotności, niż ten sam materiał suszony w suszarce fluidyzacyjnej. Najniższą zawartość wilgoci zanotowano dla PA6 suszonego przez 6 h w suszarce komorowej, która po 6 h procesu wyniosła 0,045%. Jednakże suszenie fluidyzacyjne było procesem wydajniejszym, gdyż wilgotność równowagową osiągnięto w tym przypadku już po 4 h procesu suszenia.

W wyniku przeprowadzonych badań określono wpływ czasu suszenia oraz techniki suszenia na parametry wytrzymałościowe takie jak: moduł Younga (E_t), wytrzymałość przy zerwaniu (σ_B) oraz wydłużenie przy zerwaniu (ε_B). Ocena E_t wykazała bezpośredni wpływ czasu suszenia oraz zastosowanej techniki suszenia na sztywność poliamidów. Wartość modułu Younga wzrastała wraz z czasem trwania procesu suszenia polimerów, dla obu technik suszenia. Porównując wartość modułu Younga dla tego samego polimeru, ale suszonego przy zastosowaniu różnych technik, można zauważyć różnice w uzyskanych wartościach E_t . Większa sztywność cechowała PA6GF30 wysuszony przy użyciu suszarki komorowej, natomiast dla PA6 lepszym procesem suszenia (pod kątem wartości modułu sprężystości wzdłużnej) okazał się proces suszenia w suszarce fluidyzacyjnej. Na rys. 1 przedstawiono wykres zmian wartości modułu Younga (E_t), w funkcji czasu trwania procesu suszenia polimeru dla poliamidu z 30% zawartością włókna szklanego. Poniższe zestawienie ukazuje jak duże znaczenie odgrywa proces suszenia w przetwórstwie poliamidu. Poddanie PA6GF30 6h suszeniu powoduje wzrost modułu Younga o 89%, przy użyciu suszarki komorowej, w przypadku suszarki fluidyzacyjnej wzrost ten wyniósł około 71%. Dla poliamidu bez włókna szklanego (PA6) zaobserwowano również wzrost wartości E_t , jednakże na mniejszym poziomie zmian, tzn.: 12% dla suszarki komorowej oraz 24% dla suszarki fluidyzacyjnej.

Podobny wpływ czasu i typu procesu suszenia, jak dla modułu Younga, odnotowano również dla σ_B . Poprawa wytrzymałości polimeru utrzymywała się na poziomie około 3% dla PA6 i około 5% poliamidu z włóknem szklanym. Większą wytrzymałość posiadały



Rys. 1. Wykres zależności modułu Younga (E_t) od czasu suszenia (t), dla poliamidu 6 z włóknem szklanym (30% wag.), przy zastosowaniu dwóch technik suszenia (suszarka komorowa, suszarka fluidyzacyjna)

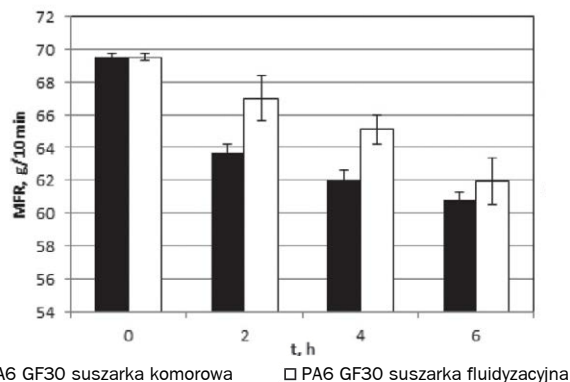
wypraski z PA6GF30 wysuszonego w suszarce komorowej, dla PA6 efektywniejszym, pod kątem wytrzymałości, okazał się proces suszenia fluidyzacyjnego. W przeprowadzonych badaniach wytrzymałościowych zaobserwowano również pewne zależności w zmianach wartości ε_B . Wydłużenie przy zerwaniu malało wraz ze wzrostem czasu suszenia polimerów – efekt wynikający z wcześniej określonych zależności E_t ($E_t \uparrow$, to $\varepsilon_B \downarrow$). Dla obu zastosowanych w badaniach polimerów większe wartości ε_B uzyskiwano dla materiału wysuszonego przy użyciu suszarki fluidyzacyjnej.

Przeprowadzona analiza twardości metodą wciskania kulki nie wykazała wpływu czasu i techniki suszenia na rozpatrywaną właściwość powierzchniową polimerów (uzyskane zmiany mieściły się w przedziałach skorygowanego odchylenia standardowego). Jedyną wyraźną różnicą w twardości wynikała z typu zastosowanego polimeru. Przykładowo, dla PA6 (6 h suszenia – suszarka komorowa) $HB = 84,54 \pm 5,66$ N/mm², dla PA6GF30 (6 h suszenia – suszarka komorowa) $HB = 107,36 \pm 6,25$ N/mm².

Ocenę wpływu suszenia na udarność polimerów przeprowadzono tylko dla PA6GF30. W przyjętych warunkach pomiarowych (udarność bez karbu) nie udało się w pełni scharakteryzować próbek z PA6 – próbki nie pękły. Dla wyprasek wytworzonych z poliamidu z włóknem szklanym, pobranego z obu suszarek, wartość udarności maleje wraz z czasem trwania procesu suszenia. Najniższą wartość udarności uzyskano dla materiału pobranego po 6 godzinach z suszarki komorowej. Malejące słupki błędów wraz z upływem czasu suszenia wskazują na bardziej jednorodne właściwości materiału w wyniku jego obróbki termicznej.

Ocenę zmian właściwości reologicznych w wyniku procesu suszenia rozpoczęto od analizy masowego wskaźnika płynięcia. Na rys. 2 przedstawiono wykres zależności MFR od czasu suszenia, dla PA6GF30. Jak wynika z rysunku masowy wskaźnik szybkości płynięcia maleje wraz z czasem suszenia (w miarę ubywania wilgoci z polimeru). Zależność ta potwierdza wyniki badań przedstawione w materiałach [3]. Wraz ze zmniejszającą się zawartością wilgoci w poliamidzie wzrasta jego lepkość, co przejawia się spadkiem wartości MFR. Większe wartości masowego wskaźnika płynięcia wykazuje poliamid suszony przy zastosowaniu suszarki fluidyzacyjnej. Polimer suszony tą techniką posiadał również większą zawartość wilgoci, w porównaniu z poliamidem suszonym w suszarce komorowej. Ze względu na ograniczenia aparaturowe nie przeprowadzono pomiaru MFR dla PA6.

Obecność wilgoci w polimerach wpłynęła również na przebiegi krzywych płynięcia oraz krzywych lepkości. Wzrost czasu suszenia powodował przesunięcie krzywych w kierunku większych wartości lepkości. Większą lepkością cechował się materiał polimerowy suszony przy użyciu suszarki komorowej.



Rys. 2. Wykres zależności MFR od czasu suszenia (t), dla poliamidu 6 z włóknem szklanym (30% wag.), przy zastosowaniu dwóch technik suszenia (suszarka komorowa, suszarka fluidyzacyjna)

WNIOSKI

Przeprowadzone badania wykazały bezpośredni wpływ czasu suszenia na właściwości mechaniczne i reologiczne poliamidu.

Zaobserwowano również różnicę w analizowanych właściwościach, w zależności od zastosowanej techniki suszenia dla danego typu polimeru (nienapełniony, napełniony włóknem szklanym).

Można jednoznacznie stwierdzić, że najważniejszym parametrem w procesie suszenia poliamidów jest jego czas. Jednakże przeprowadzenie efektywnego procesu suszenia wymaga rozpatrzenia doboru odpowiedniej techniki suszenia, w zależności od typu poliamidu.

LITERATURA

[1] A.K. Błędzki: 1997. Recykling materiałów polimerowych, WNT, Warszawa.

[2] K. Dobrosz, A. Matysiak: 1985. Tworzywa sztuczne. Wyd. Szkolne i Pedagog., Warszawa.

[3] DuPont, 1999. Poradnik przetwórstwa wtryskowego tworzywa Minlon® i Zytel® (Tworzywa poliamidowe) firmy DuPont. (04.2013): http://www2.dupont.com/Poland_Country_Site/pl_PL/assets/downloads/ZYTEL_MINLON_Poradnik_Przetworstwa.pdf.

[4] PN-EN ISO 179-2:2001/A1:2012EPN-EN ISO 2039, 2012. Tworzywa sztuczne – Oznaczanie udarności metodą Charpy'ego – Instrumentalne badanie udarności.

[5] PN-EN ISO 527-4:2000P, 2000. Tworzywa sztuczne – Oznaczanie właściwości mechanicznych przy statycznym rozciąganiu – Warunki badań kompozytów tworzywowych izotropowych i ortotropowych wzmocnionych włóknami.

[6] PN-EN ISO 1133-1, 2:2011E, 2011. Tworzywa sztuczne – Oznaczanie masowego wskaźnika szybkości płynięcia (MFR) i objętościowego wskaźnika szybkości płynięcia (MVR) tworzyw

termoplastycznych – Część 1: Metoda standardowa. Część 2: Metoda przeznaczona do tworzyw wrażliwych na wpływ czasu-temperatury i/lub wilgoci.

[7] PN-EN ISO 2039-1:2002E, 2002. Tworzywa sztuczne – Oznaczanie twardości – Część 1: Metoda wciskania kulki.

[8] H. Saechtling: 2000. Tworzywa sztuczne. Poradnik. WNT, Warszawa.

[9] R. Sikora (red.): 2006. Przetwórstwo tworzyw polimerowych. Podstawy logiczne, formalne i terminologiczne. Wyd. Pol. Lubelskiej, Lublin.

[10] W. Szlezyngier: 1998. Tworzywa Sztuczne. Wyd. FOSZE, Rzeszów.

[11] K. Wilczyński: 2000. Przetwórstwo tworzyw sztucznych. Wyd. Pol. Warszawskiej, Warszawa.

[12] D. Żuchowska: 2000, Polimery konstrukcyjne, WNT, Warszawa.

Autorzy składają serdeczne podziękowania inż. Mateuszowi Biegale oraz inż. Łukaszowi Boruckiemu za pomoc w realizacji badań. Praca została częściowo wykonana w ramach projektów badawczych nr 32-127/12 DS-PB oraz nr 32-379/2013 DS-PB.

Artykuł został opublikowany w czasopiśmie „Inżynieria i Aparatura Chemiczna” 2013, 52, 5, s.447-448. Link do oryginału: http://inzynieria-aparatura-chemiczna.pl/pdf/2013/2013-5/InzApChem_2013_5_447-448.pdf

dr hab. Inż. Grzegorz Musielak

Zakład Inżynierii Procesowej, Wydział Technologii Chemicznej Politechnika Poznańska, Poznań

dr hab. Inż. Arkadiusz Kłodziński

Zakład Polimerów, Wydział Technologii Chemicznej Politechnika Poznańska, Poznań

REKLAMA



URZĄDZENIA PERYFERYJNE DO PRZETWÓRSTWA TWORZYW SZTUCZNYCH



Suszarki do tworzyw



Sterowniki grzanych kanałów



Stacje rozładunku Big-Bag i Oktabin

Sterowniki sekwencją wtrysku • Dozowniki barwnika • Termostaty wodne i olejowe
Wielokomponentowe dozowniki grawimetryczne • Systemy centralnego podawania i suszenia
Młyny stanowiskowe • Transportery taśmowe • Separatory i detektory metali

Labotek Polska • ul. Poznańska 1 • 63-005 Kleszczewo • tel. 61 67 08 867
biuro@labotek.pl • www.labotek.pl

Wittmann – optymalne rozwiązania dla termostatowania form wtryskowych



Utrzymanie temperatury powierzchni formy na właściwym poziomie ma bardzo duże znaczenie dla jakości wykonywanych wyprasek. Czy zawsze jednak wybierane są do danej aplikacji właściwe termostaty? O ile wybór termostatu pod kątem potrzebnej temperatury pracy nie pozostaje problemem, to wiele innych czynników decydujących o wyborze termostatu nie jest już takie proste. Woda czy olej? Jaka moc grzewcza i jaka moc chłodzenia? Czy i jakie funkcje dodatkowe powinien posiadać termostat? Okazuje się, że „proste” urządzenie, jakim jest termostat, stawia problem w dobraniu. By móc wybrać właściwy model, trzeba uwzględnić kilka czynników.

Wittmann jest jednym z największych i najstarszych producentów urządzeń termostatujących. Co sprawia, że nasza firma utrzymuje swą pozycję rynkową? Dla wielu przetwórców wystarczają proste termostaty zapewniające podgrzanie i utrzymanie temperatury formy wtryskowej na stałym, w miarę stabilnym poziomie. Nie jest tajemnicą, że największą grupą sprzedawanych termostatów są urządzenia proste o temperaturze pracy do 90°C, mocy grzania od 6 do 9 kW i wydajności pompy do 40 l/min. Po pierwsze dla wielu aplikacji zakres temperatur do 90°C jest wystarczający, a dla wielu mniejszych form moc grzania jest wystarczająca. Wielu przetwórców traktuje termostaty jako zło konieczne, więc niski koszt inwestycji też jest nie bez znaczenia. Dla takich przypadków wybór termostatu np. WITTMANN Temprom PRIMUS



TEMPROM PRIMUS C90



Temprom Plus z funkcją SpeedDrive

C90 wydaje się optymalnym rozwiązaniem. Za rozsądną kwotę użytkownik otrzymuje niezawodne urządzenie pozwalające mu na realizację swego projektu.

Jeśli użytkownik ma trochę większe wymagania i np. chciałby zintegrować termostat z układem sterowania wtryskarki, może skorzystać z serii urządzeń WITTMANN Temprom Basic C90 i C140.

Termostaty PRIMUS BASIC są przeznaczone dla obsługi małych i średnich form wtryskowych, dlatego też nie do wszystkich aplikacji mogą być wykorzystane. Zaraz za tą grupą znajduje się nasza flagowa rodzina urządzeń termostatujących WITTMANN Temprom Plus D. Seria WITTMANN Temprom Plus D obejmuje modele o temperaturze pracy 90–140–160–180°C. Urządzenia wysokotemperaturowe stanowią zatem atrakcyjną alternatywę

dla urządzeń olejowych. Choć urządzenia olejowe mają swoją grupę zwolenników, to niepodważalnym faktem pozostaje, że woda pozwala na znacznie szybsze kompensowanie powstałych różnic temperatury i zapewnia znacząco większą dokładność termostatowania. Termostaty Temprowe Plus oferują bardzo szerokie wyposażenie opcjonalne pozwalające na wybór właściwej mocy grzania, chłodzenia, pomiaru przepływu czy też sposobu komunikacji z wtryskarką. Możliwość składania urządzenia z poszczególnych bloków zapewnia optymalną konfigurację. Często np. parametrem nierozważanym przy doborze termostatu jest czas nagrzewania formy. Tymczasem będziemy potrzebować zupełnie innego termostatu, jeśli będziemy musieli codziennie nagrzewać naszą formę, a innego, gdy mamy produkcję trzymianową i termostaat jest w ciągłym użyciu. W obu wypadkach możemy wybrać ten sam typ urządzenia, ale z pewnością urządzenia muszą się różnić mocą chłodzenia. Skrócenie czasu ogrzewania formy o połowę może powodować potrzebę zastosowania termostatu

przepływomierze, termostaty, a także suszarki i urządzenia dozujące korzystają z jednego przyłącza. Wtryskarka po podłączeniu danego urządzenia rozpoznaje, po adresie IP, jego typ i tworzy na ekranie swego układu sterowania kopię układu sterowania urządzenia peryferyjnego. Ta prosta do przeprowadzenia integracja zapewnia komfort pracy obsługującemu i gwarantuje zachowanie najwyższych wymagań jakościowych produkcji.

Mogłoby się wydawać, że konstrukcja termostatów nie wymaga w zasadzie udoskonaleń i zmian. Nic bardziej mylnego. Dla wielu z przetwórców znaczącym dziś problemem jest ograniczenie kosztów produkcji poprzez ograniczenie kosztów zużycia energii.

W procesie termostatowania istnieją możliwości oszczędzania energii na różne sposoby. Jedną z możliwości jest wykorzystanie termostatów o lepszych parametrach pracy napędów. Do roku 2016 wszyscy producenci termostatów wykorzystywali silniki klasy IE2, których sprawność np. dla silników o mocy 1,1 kW wynosiła 79–79,6%. Ze względu na nowe przepisy ochrony środowiska w roku 2017 do konstrukcji termostatów zaczęły być wykorzystywane silniki IE3 osiągające sprawność 82–82,7% (dla silnika 1,1 kW).

Zmiana ta wpłynęła także na konstrukcję samych pomp stosowanych w termostatach. Opcja SpeedDrive to pompa wyposażona w silnik synchroniczny z ciągłą regulacją. Konstrukcja zapewnia sprawność napędu na poziomie 86%. Wynik ten odpowiada klasie efektywności energetycznej IE4. Konstrukcja przy tych samych warunkach ciśnienia roboczego i natężenia przepływu pozwala na obniżenie poboru prądu przez silnik nawet o 30%. Dalszą redukcję zużycia energii można uzyskać obniżając ciśnienie w układzie, zmniejszając prędkość obrotową pompy, co zmniejsza zużycie energii przez pompę. SpeedDrive i podobne rozwiązania optymalizujące pracę termostatów nie zamykają jednak drogi do tworzenia nowych konstrukcji. Przykładem nowo powstałego rozwiązania są termostaty WITTMANN TEMPRO BASIC C120. Zostały one opracowane specjalnie do kontroli temperatury większych form wtryskowych.

Zamiast stosować kilka urządzeń termostatujących, możemy wykorzystać jedno o bardzo wysokim przepływie wody dochodzącym do 280 l/min. Termostaty TEMPRO BASIC C120 są dostępne w różnych wariantach układu grzania, zapewniających moc do 48kW. Termostaat TEMPRO BASIC C120 jest przykładem urządzenia budowanego pod kątem określonych aplikacji. Jednak nawet w tym wypadku dla właściwego doboru urządzenia potrzebna jest analiza procesu i warunków prowadzonej produkcji. Mając za partnera firmę WITTMANN mają Państwo ten komfort wyboru.



TEMPRO Plus D

o kilkukrotnie większej mocy grzania. Podobnie będzie jeśli ten sam termostaat zechcemy wykorzystać do form zimno- i gorąco-kanalowych. Układ gorących kanałów jest dużym źródłem ciepła i termostaat obsługujący formy GK musi mieć większy wydatek chłodzenia.

Ale dobór termostatu to nie tylko jego parametry pracy. Wittmann był jednym z pierwszych, który zwrócił uwagę na potrzebę ścisłej współpracy między wtryskarką a termostatem. Pozwolenie, by wtryskarka kontrolowała pracę urządzenia termostatuującego zapewnia znacznie większą kontrolę nad procesem. Od przyszłego użytkownika zależy wybór sposobu komunikacji między wtryskarką a termostatem. Przyłącza analogowe lub cyfrowe 20mA są oferowane praktycznie przez każdego producenta termostatów. Co jest jednak specyficznym dla naszej firmy to system komunikacji WITTMANN 4.0. System oparty na założeniach Idei Przemysł 4.0 pozwala na integrację z wtryskarką różnych urządzeń z wykorzystaniem jednego przyłącza. Automatyczne

WITTMANN BATTENFELD Polska Sp. z o.o.
Adamowizna, ul. Radziejowicka 108
tel. 022 724 38 07, fax 022 724 37 99
05-825 Grodzisk Mazowiecki
info@wittmann-group.pl, www.wittmann-group.pl

Regulacja temperatury w przetwórstwie tworzyw sztucznych

Każde przedsiębiorstwo zajmujące się przetwórstwem tworzyw sztucznych posługuje się odmienną techniką działania, w swoich murach zajmuje się też zupełnie innym profilem działalności, jednak istnieje taki element, który jest spójny dla wszystkich zakładów przemysłowych i który niejednokrotnie powoduje największe problemy – precyzyjna regulacja temperatury. Żeby możliwe było swobodne sterowanie temperaturą, konieczne jest posiadanie odpowiedniego oprzyrządowania produkcyjnego. Dlaczego dbanie o odpowiednią temperaturę jest istotne z punktu widzenia rozmaitych zakładów zajmujących się na co dzień przetwarzaniem tworzyw sztucznych? Przede wszystkim dlatego, że termoregulacja jest podstawą firm wykorzystujących zarówno systemy gorących kanałów w formach wtryskowych, układy hydrauliczne maszyn, jak i układy uplastyczniające we wtryskarkach, jak i urządzenia do suszenia surowców.

Można więc powiedzieć, że kwestia ta dotyka wielu gałęzi przemysłowych i firm zajmujących się różnymi aspektami przetwórstwa tworzyw sztucznych. W przypadku procesu wtryskiwania temperatura formy okazuje się być jedną z najważniejszych wielkości, przede wszystkim dlatego, że czas chłodzenia wpływa na efektywność produkcji oraz stan techniczny wyprasek. Regulacja temperatury formy jest niezbędna do rozgrzewania formy na początku produkcji i do utrzymywania wymaganej temperatury podczas całego ciągu produkcyjnego, dlatego też w przestrzeni przedsiębiorstw przetwarzających tworzywa sztuczne tak dużą rolę odgrywają termostaty. Ze względu na to, że każde tworzywo posiada nieco inne temperatury własne i poziom wilgotności, może się okazać, że część formy będzie chłodzona bardziej, niż inna. Precyzyjne regulowanie wysokości temperatur przekłada się bezpośrednio na jakość i wydajność procesów przetwórstwa, a – co za tym idzie – także na ich koszty. Posiadanie najwyższej jakości maszyn to jeszcze nie wszystko, przede wszystkim dlatego, że muszą być one dobrze dopasowane do profilu, w którym działa przedsiębiorstwo. Ze względu na to, że każda firma jest inna i nawet jeżeli działa w obrębie tego samego zakresu wytwórczego wygląda inaczej i potrzebuje indywidualnych rozwiązań, w regularnej sprzedaży znaleźć można wiele elementów mających za zadanie zindywidualizować praktykę działania poszczególnych linii. Może się więc okazać, że wysokiej klasy sprzęt jest zupełnie niedostosowany do warunków panujących w obrębie konkretnego przedsiębiorstwa, podobnie zresztą jak w przypadku tworzyw sztucznych, których rodzaje i odmiany są praktycznie nieskończone.

Nie inaczej jest więc w przypadku selekcji termostatów, ponieważ każdy z nich współpracuje z zupełnie innym rodzajem urządzeń i posiada mniej lub bardziej poszerzone parametry. W pierwszej kolejności niezbędne jest więc dokonanie szeregu analiz przygotowawczych, na podstawie których możliwe stałoby się podjęcie decyzji co do dalszego etapu inwestycji. Żeby było to możliwe konieczne jest posiadanie szerokiej wiedzy dotyczącej analizy zakresu temperatur, wiedzy na temat tego, czy temperatura ma być zmienna czy stała w czasie, jak powinien wyglądać dobór mocy i w jakie funkcje dodatkowe powinny być wyposażone wybrane termostaty. Mając świadomość tego, czego się szuka i czego oczekuje, znacznie łatwiej odnaleźć się

w gąszczu propozycji producenckich i znaleźć takie urządzenia, które będą jak najlepiej dopasowane do możliwości produkcyjnej konkretnego zakładu. Ze względu na to, że podczas przejścia ze stanu ciekłego w stały pojawia się krzepnięcie lub krystalizacja (w zależności od tego czy tworzywa są amorficzne czy częściowo krystaliczne), temperatura formy odgrywa kluczową rolę, podobnie zresztą jak jej faktyczny stan w procesie chłodzenia. Inwestowanie w wysokiej klasy termostaty umożliwia nie tylko produkcję identycznych elementów, które następnie można sprzedawać z zyskiem lub przygotowywać do dalszej obróbki, ale także zminimalizowanie ryzyka wystąpienia braków. Ze względu na to, że problemy z utrzymaniem stałej temperatury znacząco wpływają na stan produkowanych elementów, istnieje większe prawdopodobieństwo, że z linii produkcyjnej wychodzą formy daleko odbiegające od ideału. To, czy produkty będą wysokiej jakości czy też nie, powinno mocno leżeć na sercu przedsiębiorcom, dlatego też w żaden sposób nie powinni oni rezygnować z zapatrywania swoich zakładów przemysłowych w najwyższej jakości sprzęt, będący inwestycją długoterminową i pozwalający na osiągnięcie spodziewanego efektu w postaci zadowolonych odbiorców.

Oczywiście bogaty wybór termostatów może znacznie utrudniać podjęcie jakiegokolwiek decyzji, dlatego też wielu producentów dokłada wszelkich starań, aby wsparciem podczas selekcji służyli wysoko wykwalifikowani specjaliści, którzy na podstawie parametrów podawanych przez przedsiębiorców są w stanie skutecznie polecić konkretny produkt, mający szansę na pełne sprawdzenie się w określonej przestrzeni. Termostaty powinny umożliwiać swobodne dostosowywanie parametrów przetwarzanych tworzyw, dzięki czemu byłyby bardziej uniwersalne i bardziej funkcjonalne, zwłaszcza, że każdy element jest inny i każdy musi posiadać zupełnie inną temperaturę przetwarzania. Każde urządzenie powinno być dokładnie opisane za pośrednictwem podstawowych parametrów, przede wszystkim dlatego, że termostaty ułatwiają zarówno utrzymywanie wysokiej temperatury, jak i chłodzenie. Przemysł przetwórstwa tworzyw sztucznych nieustannie się rozwija, dlatego też w najbliższym czasie możemy spodziewać się kolejnych innowacji mających za zadanie zapewniać efektywność i funkcjonalność poszczególnych linii produkcyjnych.

Źródło: www.miestopary.pl

Technika termostatowania wodą dla najwyższych wymagań.

- + kompaktowa budowa
- + solidna pompa
- + niezawodna, sprawdzona technika



MASTER
Colors

... inwestycja, która opłaci Ci się z czasem

ul. Wędkarzy 5, 51-050 Wrocław
tel. +48 71 350 05 25
tel. +48 71 350 05 26

SINGLE

Akcja promocyjna



Pakiet produkcyjny

single
first choice
in temperature control

Wykonanie – do 90°C

- + Moc grzania 9 kW
- + Moc chłodzenia 50 kW
- + Pompa 54 l/min, 6 bar
- + Opróżnianie medium z narzędzia
- + 20 mA złącze TTY
- + Sterownik SBC-T
- + Wtyczka 16 A

Compact TK 90-9-50

Cena promocyjna: 2.650 €

- + Sterownik SBC-T-plus
- + Pomiar przepływu na powrocie medium l/min

Cena promocyjna: 2.915 €

Wykonanie – do 160°C

- + Moc grzania 9 kW
- + Moc chłodzenia 50 kW
- + Pompa 38 l/min, 5 bar
- + Opróżnianie medium z narzędzia
- + 20 mA złącze TTY
- + Izolacja wewnętrzna
- + Sterownik SBC-T-plus
- + Pomiar przepływu na powrocie medium
- + Pompa podnosząca ciśnienie
- + Wtyczka 16 A

Compact WK-3 160-9-50

Cena promocyjna: 4.795 €

Prosimy wysłać formularz zamówienia lub zapytanie e-mailem:
biuro@mastercolors.com.pl

Idealnie dopasowane i kompletne rozwiązania

Firma Huzap GmbH, założona w 2002 roku, z siedzibą w Hennef, jest wiodącym europejskim producentem w dziedzinie budowy wag, instalacji przemysłowych oraz transportu i magazynowania surowców. W wypełnionym tradycjami budownictwie wag mieście Hennef przedsiębiorstwo opracowuje indywidualne rozwiązania w zakresie techniki odważania i workowania, instalacji zaopatrzenia mieszalników, jak również transportu i magazynowania granulatów i substancji sypkich. W mieście Hennef firma Huzap działa w zakresie planowania, projektowania, sprzedaży i serwisu. Natomiast w Bytomiu działa w zakresie produkcji, montażu i sprzedaży części zamiennych i serwisu. Podział ten zapewnia, z jednej strony, wysoki stopień elastyczności względem realizowania różnorodnych wymagań klienta, z drugiej strony gwarantuje atrakcyjny poziom cenowy z zachowaniem wysokiej jakości produktu.

W ramach swej działalności firma Huzap oferuje również studentom kierunku mechatroniki oraz budowa maszyn możliwość odbycia stażu lub praktyki.

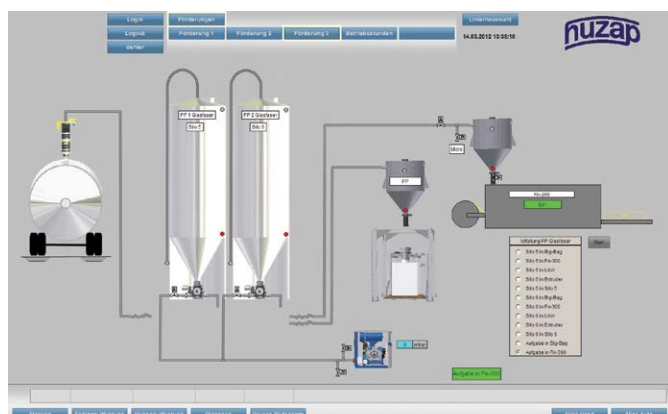
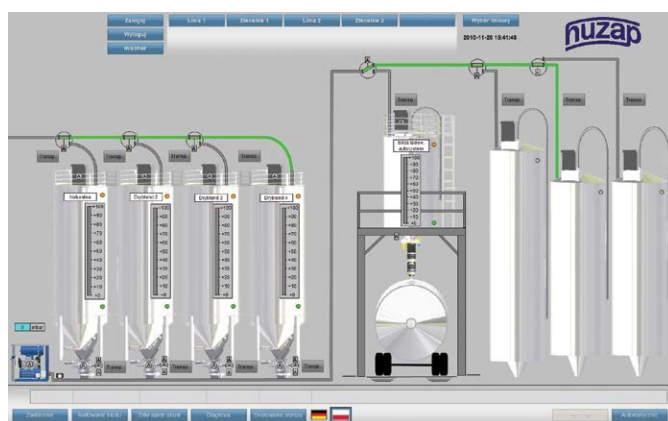
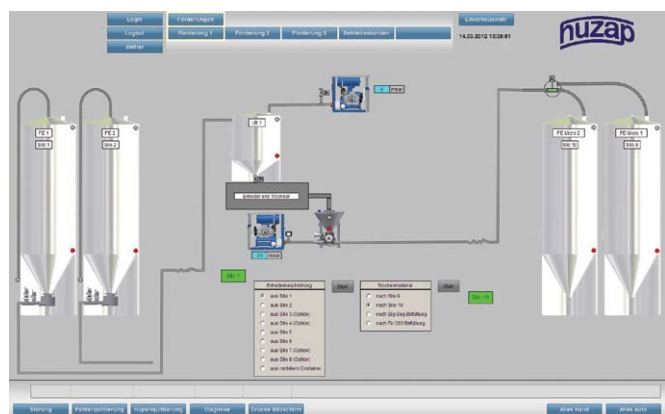
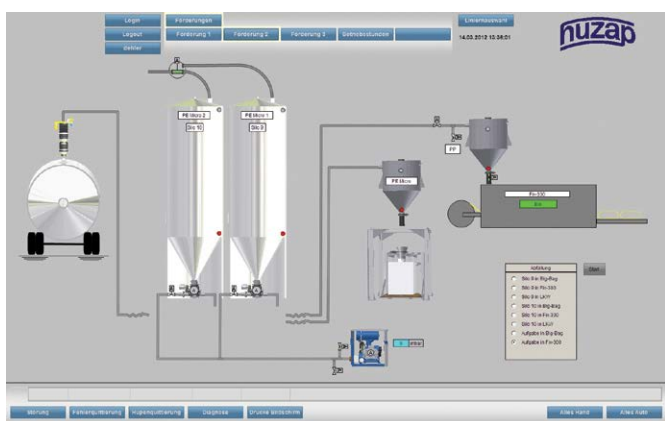
Huzap rozwija idealnie dopasowane kompletne rozwiązania, które odpowiadają specyficznym wymaganiom klienta. Cały proces rozpoczyna się od opracowania schematu, który przede wszystkim określa wymogi instalacji. Później następuje faza inżynierska, w trakcie której jest opracowywany projekt urządzenia, a dopiero po przeprowadzeniu szczegółowej analizy i optymalizacji projektu rozpoczyna się produkcja. Ostatnim etapem jest montaż i uruchomienie u klienta. Takie zorganizowanie procesu produkcyjnego pozwala na jego płynne wykonanie, dlatego urządzenia od początku mogą pracować z pełną wydajnością i produktywnością. W razie potrzeby konserwacji lub naprawy, do dyspozycji pozostają specjaliści tech-

nicy, którzy w krótkim czasie są w stanie na miejscu u klienta sprawdzić urządzenia, zakonserwować oraz doprowadzić do pełnej używalności wszystkie dostarczane przez nas elementy. Dzięki czemu możliwe straty produkcyjne zostają zminimalizowane, a koszty zredukowane.

Know-how, pochodzący z pełnego tradycji miasta budownictwa wag Hennef, firma Huzap wykorzystuje we wszystkich swoich produktach.

Poza główną dziedziną sprzedaży, jaką jest dostarczanie do klientów w pełni wyposażonych mieszalni, Huzap jest w stanie zaoferować dostosowane do indywidualnych potrzeb systemy magazynowania oraz transportu pneumatycznego.

Cały proces rozpoczyna się od zabudowania zewnętrznych lub wewnętrznych silosów magazynowych o dużej pojemności. Stosujemy nawet rozwiązania z dwukomorowymi silosami.





Instalacje do magazynowania, transportu pneumatycznego i dozowania wszelkich rodzajów granulatu



HUZAP GmbH Marie-Curie-Straße 1 53773 Hennef (Niemcy)
Telefon +49 2242 96999 0 Fax +49 2242 96999 29
Internet www.huzap.com e-mail huzap@huzap.com

HUZAP Sp. z o.o. ul. Konstytucji 61 41-905 Bytom (Polska)
Telefon +48 (32) 388 03 00 Fax +48 (32) 282 97 52
Internet www.huzap.pl e-mail huzap@huzap.pl



Wszystkie silosy są technicznie przygotowane pod odpowiednią zdolność wyprowadzania surowców i jego homogenizacji oraz uśredniania w trakcie magazynowania.

Transport pneumatyczny odbywa się na zasadzie podciśnienia lub nadciśnienia. Do budowy instalacji używamy rurociągów wykonanych ze stali nierdzewnych i kwasoodpornych, jak również rurociągów elastycznych. W instalacjach wykorzystujemy standardowe łuki ze stali szlachetnej o dużym promieniu gięcia, jak również łuki o specjalnej konstrukcji odporne na ścieranie. Firma Huzap jako medium w transporcie pneumatycznym używa powietrza. W celu zapewnienia odpowiedniej wydajności transportu należy wziąć pod uwagę kilka czynników. Kluczową sprawą jest oczywiście wydajność dmuchawy pod względem ilości powietrza oraz średnica rurociągu. Drugim ważnym czynnikiem jest moc dmuchawy, która zależy od całkowitej długości rurociągu (w poziomie, w pionie i w ilości łuków), którym musimy transportować surowiec.

Dokąd surowiec będzie transportowany z silosów magazynowych, zależy od specyfiki wymagań klienta. Mogą to być wagi odważające surowiec i zrzucające go później do mieszalników czy też mniejsze silosy magazynowe bądź zbiorniki dobowe znajdujące się na hali produkcyjnej w bliskim sąsiedztwie ekstruderów albo wtryskarek.

Jeżeli zajdzie potrzeba rozdzielania transportowanego surowca do kilku różnych zbiorników/silosów, stosuje się np. zwrotnice dwudrogowe, które umożliwiają rozdzielanie rurociągu na dwie odnogi. W przypadku konieczności wyboru większej liczby zbiorników, firma Huzap jest w stanie dostarczyć dowolną zwrotnicę wielodrogową. Naszym dotychczas najbardziej rozbudowanym i wdrożonym systemem jest zwrotnica piętnastodrogowa, która rozdziela transportowany granulat do 15 silosów magazynowych, używając tylko jednej nitki rurociągu. Nie jest to granica ilości zastosowanych dróg.

Poszczególne elementy systemu magazynowania i transportu są ze sobą połączone w sposób umożliwiający ich łatwą wymianę bądź rozbudowę w razie takiej konieczności. Elementy rurociągu nie są ze sobą spawane, tylko łączone za pomocą specjalnych uszczelnionych złączek rurowych. Dzięki temu zmiana trasy rurociągu bądź rozbudowa jest bardzo łatwa, wymaga jedynie odkręcenia złączek, a nie cięcia rurociągu i jego ponownego spawania.

Wszystkie nasze instalacje magazynowania i transportu działają w pełni automatycznie. Korzystamy ze sprawdzonych i niezawodnych sterowników firmy SIEMENS i MITSUBISHI ELECTRIC wraz z wizualizacją na panelu dotykowym. Umożliwia to w pełni automatyczne kontrolowanie całociowych systemów transportu pneumatycznego. Nasze systemy działają niezawodnie latami. Korzystanie z automatycznego systemu magazynowania i transportu umożliwia naszej firmie zdalną obsługę serwisową, nadzór nad procesem technologicznym z każdego miejsca na ziemi mającego dostęp do Internetu, a klientom zapewnia komfort koncentrowania się na pozostałych celach biznesowych.

Jak podkreśla zarząd Grupy Huzap:

– Z 30-letnim doświadczeniem w transporcie i magazynowaniu granulatów i substancji sypkich, jesteśmy w stanie podjąć się każdego zadania.

HUZAP GmbH
Marie Curie Str. 1
53773 HENNEF
tel. +49 (0) 2242 96999 0
fax +49 (0) 2242 96999 29
www.huzap.com
e-mail: huzap@huzap.com



tworzywa.org

Portal branży tworzyw



Skontaktuj się z nami:

www.tworzywa.org

e-mail: redakcja@tworzywa.org

85-758 Bydgoszcz, ul. Przemysłowa 8C

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



VERTICA.PL
Technologie internetowe

Rozdział mieszanin tworzyw polimerowych na separatorze igłowym

Krzysztof Królikowski, Kazimierz Piszczek

W artykule przedstawiono nowy sposób rozdziału mieszanin tworzyw przy użyciu eksperymentalnego separatora igłowego wykorzystując różnice w ich twardości. Określono wpływ procesu na jakość rozdziału materiałów.

Recykling materiałowy – mechaniczny jest jedną z głównych form zagospodarowania odpadów tworzyw polimerowych. W celu doprowadzenia odpadu do postaci użytecznego materiału w procesie recyklingu materiałowego niezbędne jest wykonanie szeregu operacji jednostkowych takich jak: oczyszczanie wstępne, sortowanie, rozdrabnianie, mycie, suszenie. Niewątpliwie najbardziej kłopotliwym etapem jest sortowanie (separacja). Sortowanie jest procesem wyodrębniania konkretnych rodzajów tworzyw z ich mieszaniny i jest nierozłącznym etapem recyklingu materiałowego odpadów polimerowych. Konieczność prowadzenia tego procesu wynika z niemieszalności termodynamicznej większości par polimerów. Duża różnorodność tworzyw wymusza udoskonalanie dotąd stosowanych oraz poszukiwanie nowych metod separacji. W wielu przypadkach zastosowanie tylko jednej metody nie pozwala na dokładne rozdzielanie odpadów, niezbędne jest wówczas łączenie różnych metod rozdziału [1–7].

Nową techniką rozdziału odpadów tworzyw polimerowych jest separacja na podstawie różnicy w twardości. Rozdział mieszanin na frakcje jednorodne pod względem twardości odbywa się w układzie walców, który składa się z walca transportującego (dolnego) oraz przebijającego (górnego) [8, 9]. Do identyfikacji tworzyw wykorzystywane są specjalnie wyprofilowane igły, które jednocześnie realizują proces rozdziału mieszaniny. Częstki mieszaniny o mniejszej twardości wychwytywane są przez igły znajdujące się na powierzchni walca górnego, a następnie odrywane

przez układ zgarniaczy do pojemnika. Elementy twarde pozostają na walcu dolnym, skąd przenoszone są do innego pojemnika. Siłę nacisku igieł, z jaką mogą one oddziaływać na rozdzielane cząstki tworzyw, można regulować w sposób płynny. Separator igłowy cechuje krótki czas detekcji, urządzenie jest nieczułe na zanieczyszczenia powierzchniowe rozdzielanych tworzyw.

Celem niniejszej pracy jest określenie możliwości oddzielenia polipropylenu (PP) od polistyrenu (PS) z ich mieszanin na prototypowym separatorze igłowym.

CZĘŚĆ DOŚWIADCZALNA

Mieszaniny użyte do badań

W przeprowadzanych badaniach wykorzystano następujące materiały: polipropylen (PP) o twardości 47°ShD oraz polistyren (PS) o twardości 85°ShD. Próbki rozdzielanych tworzyw miały kształt płytek o wymiarach 18 × 18 mm powstałych z pocięcia wyprasek o grubości 2 mm.

Metodyka badań

Badania separacji prowadzono na prototypowym stanowisku badawczym przedstawionym na rys. 1 i 2. Górny walec rozdzielający (rys. 3) o średnicy 192 mm był wyposażony w trzy rzędy igieł z pneumatyczną regulacją siły nacisku. Odległość między igłami wynosi 14 mm, odległość między rzędami 12 mm.

W badaniach określono dokładność (D_s) odseparowania danego składnika mieszaniny opisaną wzorem:

$$D_s = \frac{m_s}{m_{fs}} \cdot 100\% \quad (1)$$

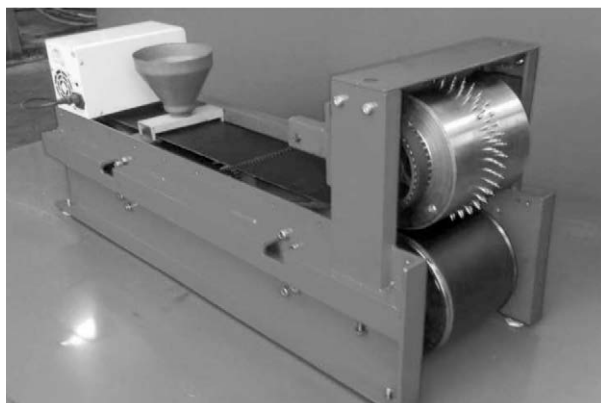
gdzie: S – symbol danego składnika; m_s – masa składnika S znajdującego się we frakcji z dominującym udziałem tego składnika; m_{fs} – masa frakcji z dominującym udziałem składnika S .

Określono także efektywność separacji (E_s) frakcji danego składnika mieszaniny w procesie rozdziału opisaną wzorem:

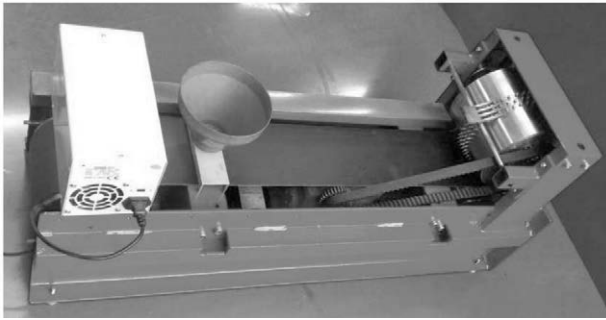
$$E_s = \frac{m_s}{m_{ms}} \cdot 100\% \quad (2)$$

gdzie: S – symbol danego składnika; m_s – masa składnika S znajdującego się we frakcji z dominującym udziałem tego składnika; m_{ms} – masa składnika S znajdującego się w mieszaninie poddawanej separacji.

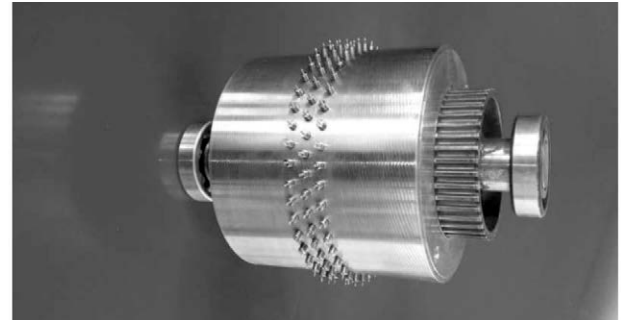
W badaniach mieszaniny o masie 0,6 kg, w których udział masowy składników wynosił 50/50 określono wpływ siły nacisku



Rys. 1. Prototypowy separator igłowy



Rys. 2. Układ zgarniający separatora igłowego



Rys. 3. Górny wałek rozdzielający separatora igłowego

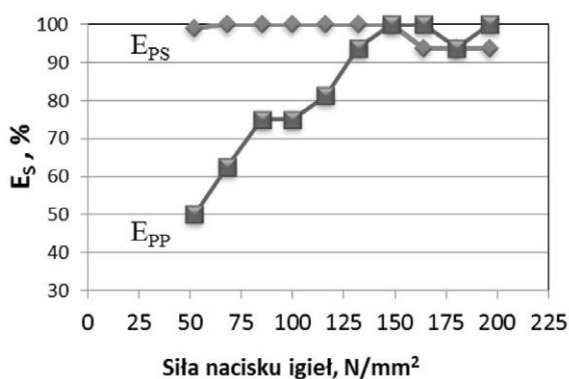
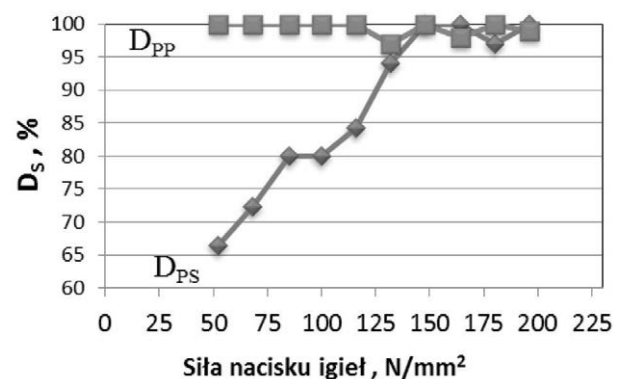
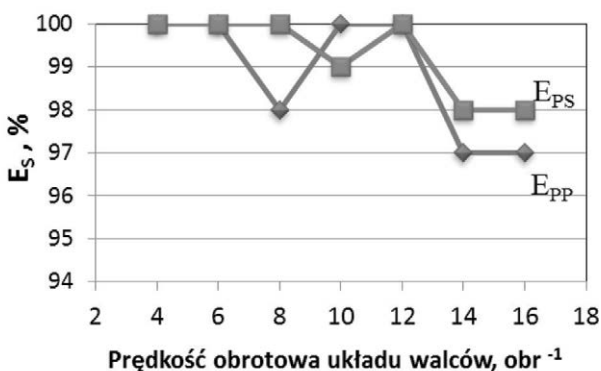
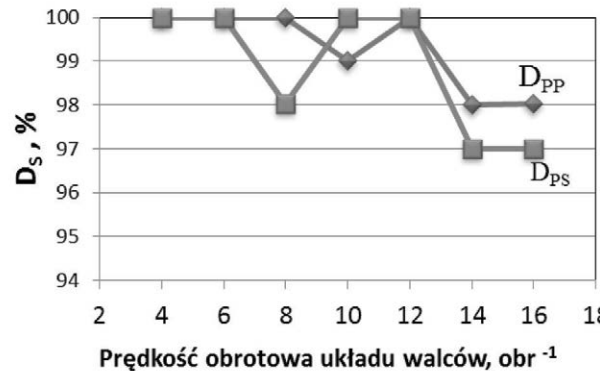
Tabela 1. Składy mieszanin badanych

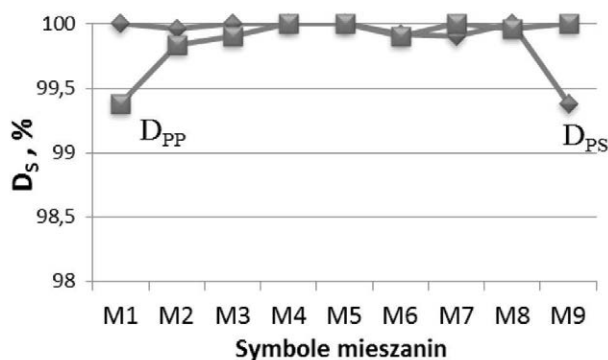
Symbole mieszanin	M1	M2	M3	M4	M5	M6	M7	M8	M9
PP[% mas.]	10	20	30	40	50	60	70	80	90
PS[% mas.]	90	80	70	60	50	40	30	20	10

igieł (przy stałej prędkości obrotowej 12 obr⁻¹) na dokładność oraz efektywność separacji. Określono także wpływ prędkości obrotowej układu walców (przy stałej sile nacisku igieł 150 N/mm²) na dokładność oraz efektywność separacji. Na tej podstawie określono najkorzystniejsze warunki prowadzenia procesu. Stosując te warunki, przeprowadzono badania mieszanin PP/PS o zmiennym składzie (tab. 1).

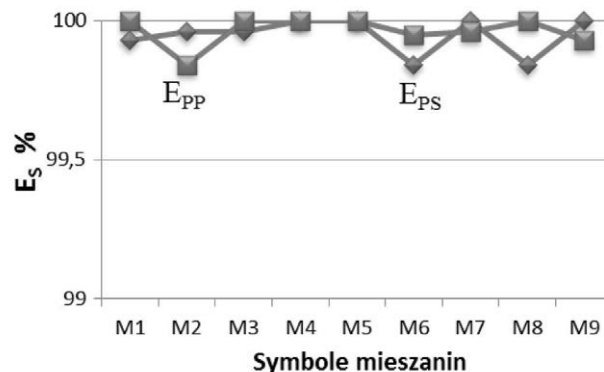
WYNIKI BADAŃ

Wpływ siły nacisku igieł na dokładność (D_s) oraz efektywność (E_s) separacji polipropylenu i polistyrenu zmieszanych w proporcji 1:1 przedstawiono na rys. 4 i 5.

Rys. 4. Wpływ siły nacisku igieł na efektywność rozdzielenia PP (E_{PP}) i PS (E_{PS})Rys. 5. Wpływ siły nacisku igieł na dokładność rozdzielenia PP (D_{PP}) i PS (D_{PS})Rys. 6. Wpływ prędkości obrotowej układu walców na efektywność rozdzielenia PP (E_{PP}) i PS (E_{PS})Rys. 7. Wpływ prędkości obrotowej układu walców na dokładność rozdzielenia PP (D_{PP}) i PS (D_{PS})



Rys. 8. Wpływ składu mieszanin na dokładność rozdzielu PP (D_{PP}) i PS (D_{PS})



Rys. 9. Wpływ składu mieszanin na efektywność rozdzielu PP (E_{PP}) i PS (E_{PS})

prędkości prowadził do obniżenia dokładności oraz efektywności separacji. Prawdopodobnie jest to spowodowane drganiami powstającymi na taśmie podczas szybkiego przechodzenia igieł po rozdzielanych elementach mieszaniny. W efekcie niektóre elementy mieszaniny nie trafiają na igły rozdzielające. Innym powodem może być nieznaczne przenoszenie cząstek PS na cząstki PP, w wyniku czego miękkie kawałki PP zostają zasłonięte twardszymi, uniemożliwiając zaczepienie PP na igłach separatora.

Wpływu składu mieszanin M1-M9 na dokładność (D_s) oraz efektywność (E_s) separacji przedstawiono na rys. 8 i 9.

Na podstawie uzyskanych danych można stwierdzić, że skład mieszanin PP/PS o różnych udziałach masowych tylko w niewielkim stopniu wpływa na dokładność oraz efektywność separacji. Wartości (E_{PP} , E_{PS}) i (D_{PP} , D_{PS}) w zależności od rodzaju mieszaniny różnią się maksymalnie o 0,7%.

PODSUMOWANIE

Prezentowano wyniki rozdzielu mieszanin tworzyw polimerowych PS/PP. Uzyskane wyniki rozdzielu mieszanin PS/PP dowodzą ogólnej poprawności rozwiązań konstrukcyjnych prototypowego separatora igłowego. Zbadano następujące zmienne procesowe: wpływ prędkości obrotowej układu walców oraz siły nacisku igieł na skuteczność separacji. Największą efektywność separacji mieszanin PS/PP uzyskano przy sile nacisku igieł 150 N/mm² oraz prędkości obrotowej wynoszącej 12 obr⁻¹. Wraz ze wzrostem prędkości obrotowej układu rozdzielającego powyżej 12 obr⁻¹, obserwuje się nieznaczny spadek dokładności oraz efektywności separacji. Wyniki separacji dla różnych zawartości PP/PS w mieszaninie wykazują brak wpływu udziału masowego poszczególnych frakcji polimerów na efektywność oraz dokład-

ność rozdzielu. Nowa metoda rozdzielu jest w początkowej fazie rozwoju lecz wyniki badań są obiecujące.

LITERATURA

- [1] J. Kijeński, A.K. Błędzi, R. Jeziórska: Odzysk i recykling materiałów polimerowych, PWN, Warszawa 2011.
- [2] Z. Zinowicz, J. Gołębiowski, A. Świć: Technologiczne problemy zagospodarowania odpadów tworzyw polimerowych, Wydawnictwo Uczelniane, Lublin 2003.
- [3] Recykling odpadów polimerowych z elektroniki i pojazdów, (red. M. Kozłowski, H. Rydarowski), WNT, Warszawa 2012.
- [4] M. Żenkiewicz, Ż. Tuk, K. Królikowski: Przetwórstwo Tworzyw 2012, 6, 692.
- [5] Podstawy recyklingu tworzyw sztucznych, (red. M. Kozłowski), Wydawnictwo Politechniki Wrocławskiej, Wrocław 1998.
- [6] Recykling materiałów polimerowych, (red. A.K. Błędzi), WNT, Warszawa 1997.
- [7] Recykling tworzyw sztucznych w Europie, (red. M. Kozłowski), Wydawnictwo Politechniki Wrocławskiej, Wrocław 2006.
- [8] Zgł. Pat. Pol. 405 364 (2013).
- [9] K. Królikowski, K. Piszczek, T. Żuk: Inżynieria i Aparatura Chemiczna 2014, 2, 91.

Artykuł został opublikowany w czasopiśmie „Przetwórstwo Tworzyw” nr 6/2014.

dr inż. Krzysztof Królikowski

dr hab. Kazimierz Piszczek, prof. UTP

Zakład Technologii Polimerów

Wydział Technologii i Inżynierii Chemicznej

Uniwersytet Technologiczno-Przyrodniczy w Bydgoszczy

REKLAMA

Tworzywa Sztuczne Przemysłu

Zapraszamy na naszą stronę internetową
www.tworzywasztuczne.biz

artykuły i dodatki tematyczne

KATALOG
To tutaj znajdziesz listę do ciekawych stron internetowych, katalogi, konferencje itp.

POLECAMY
To tutaj znajdziesz listę do ciekawych stron internetowych, katalogi, konferencje itp.

E-GAZETA
Aktualne wydanie dwumiesięcznika do zapoznania się z nowymi tematami.

Dozowanie w przetwórstwie tworzyw sztucznych

Wykorzystanie w produkcji rozmaitych tworzyw, takich jak chociażby mieszaniny i kompozyty uzyskiwane za pośrednictwem wytłaczania oraz wtryskiwania, jest obecnie jedną z najprężniej rozwijających się gałęzi przemysłu przetwórstwa tworzyw sztucznych. Ze względu na to, że w takiej sytuacji niezwykle istotna jest efektywność oraz precyzja działania, skuteczność dozowania i mieszania składników musi być przeprowadzona przez wysokiej klasy urządzenia wspomagające. Jako że współcześni producenci dokładają wszelkich starań, aby oferowane przez nich elementy były maksymalnie wydajne i dokładnie dopasowane do każdej z linii produkcyjnych, przedsiębiorcy mają możliwość pozyskania takich urządzeń do dozowania, dzięki którym ich mieszaniny mogą być komponowane w oparciu o wyjątkowo skomplikowane receptury.

Dlaczego dozowanie jest tak ważne dla przedsiębiorców przetwarzających tworzywa sztuczne? Przede wszystkim dlatego, że umożliwia barwienie, modyfikowanie oraz napełnianie tworzyw bezpośrednio u przetwórcy, stosowanie centralnych układów zasilania tworzywem oraz centralnych tworzyw, które są neutralne kolorystycznie. Dozowanie wpływa znacząco na tempo wzrostu wymagań rynkowych i elastyczność produkcji, głównie za sprawą nowoczesnych układów dozujących, na czele których znajdują się niewątpliwie dozowniki grawimetryczne i wolumetryczne. Istotne w kontekście dozowania w przetwórstwie tworzyw jest skrupulatne uzupełnianie lub zastępowanie mieszania, dlatego do głównych obowiązków przedsiębiorców należy selekcja właściwego sposobu dozowania, przede wszystkim dlatego, że każde tworzywo sztuczne jest inne i każde wymaga uwzględnienia wielu czynników materiałowych i procesowych. Ze względu na to, że bardzo często tworzywa sztuczne muszą być odpowiednio barwione i zagęszczane, może się okazać konieczne wykorzystanie potencjału najnowszych technologii gwarantujących dużą precyzję dozowania.

Urządzenia objętościowe i grawimetryczne razem z mikserami stanowią spójny system pozwalający na komponowanie mieszanek o pożądanym składzie w całej swojej objętości. O ile jednak dozowniki objętościowe zostały zaprojektowane przede

wszystkim do automatycznego dozowania barwnika do granulatu i mogą być instalowane na wtryskarkach i wytłaczarkach, o tyle dozowniki grawimetryczne działają z wyjątkową precyzją, ważąc każdy element z dokładnością do 0,1 grama. Dozowanie za pośrednictwem specjalistycznych wag nie tylko jest precyzyjniejsze, ale i ogranicza powstawanie braków. Eliminuje to więc błędy i umożliwia dostosowywanie parametrów w sposób automatyczny do jakichkolwiek zmian gęstości zasypowej dozowanego komponentu. Przetwórstwo tworzyw sztucznych obejmuje zwykle produkcję tworzyw, poziom ich zużycia, metody przetwórstwa, a także wykorzystanie w przedsiębiorstwach najnowocześniejszych i najbardziej funkcjonalnych narzędzi przetwórczych. Dlaczego równomierność dozowania jest niezbędna? Nie tylko dlatego, że ułatwia to komponowanie odpowiednich wyrobów, ale także dlatego, że ma to uzasadnienie ekonomiczne. Wszystkie materiały dodatkowe, takie jak chociażby barwniki czy porofory są znacznie droższe od tworzyw podstawowych, przez co wszelkiego typu elementy usprawniające dozowanie mają niebagatelne znaczenie dla rozwoju całego przedsiębiorstwa. Mniejsze braki to więcej wyprodukowanych elementów, które później można zyskownie sprzedać lub przygotować do dalszej obróbki.

Źródło: www.megael.com.pl

REKLAMA

HD-DOZOWNIKI



- W ofercie między innymi:
- Dozowniki granulatów;
 - Dozowniki proszków;
 - Transport podciśnieniowy;
 - Separatory cząstek;
 - Manipulatory przemysłowe;
 - Grawimetryczne linie dozujące.

HD-DOZOWNIKI S. J. • ul. Pionierów 10 • 85-886 Bydgoszcz • tel. 52 333 19 79 • biuro@hd-dozowniki.pl

Dozowniki HETHON – precyzyjne podawanie proszków, granulatów, barwników, ziaren

BRINPOL
SINCE 1994

Firma HETHON od 1989 roku produkuje dozowniki materiałów sypkich z elastycznymi ściankami. W urządzeniach tych wykorzystuje się łagodne masowanie zewnętrznych powierzchni zbiornika tak, że podczas dozowania zapobiega się zbijaniu, zawieszaniu się oraz tunelowaniu, nawet przy najtrudniejszych materiałach. Łagodne działanie nie powoduje degradacji, segregacji czy też aglomeracji. Zewnętrzne masowanie daje całkowite wypełnienie zwojów ślimaka produktem o jednorodnej gęstości. W kombinacji z bardzo dokładną liczbą obrotów ślimaka dozowniki HETHON są kluczem do dokładnego dozowania. Jednak najbardziej optymalnym sposobem dozowania materiałów sypkich jest stosowanie systemu Loss in Weight, dzięki czemu zawartość dozownika HETHON, razem ze zbiornikiem zwiększającym łączną pojemność układu, może być podawana porcjami lub w sposób ciągły z „platformy wagowej”. W ten sposób jest możliwe podawanie ciągłego strumienia materiału do procesu w kg/h. Przy zastosowaniu systemu Loss in Weight podawanie lub dozowanie porcji jest znacznie szybsze niż przy wszystkich innych systemach grawimetrycznych, ponieważ nie traci się czasu na tarowanie wagi.



Oprócz dozowników w ofercie znajdują się dodatkowe zbiorniki ze stali nierdzewnej oraz podajniki giętkie.

Na rynku polskim interesy firmy HETHON reprezentuje firma „BRINPOL”. Od 1996 roku dostarcza dozowniki do różnych gałęzi przemysłu:

- przemysł tworzyw sztucznych
 - podawanie pigmentów do mikserów;
 - podawanie granulatów do wylączarek;
 - dozowanie kredy jako wypełniacza;
 - dozowanie ścierek do głównej linii produkcyjnej;
- przemysł spożywczy
 - podawanie dodatków smakowych, zapachowych, napełnianie słoików, torebek, worków;
 - posypywanie ziołami produktów;
 - wypełnianie worków, torebek mlekiem w proszku;
- przemysł chemiczny
 - dozowanie chemikaliów do procesów;
- przemysł lakierniczy
 - dozowanie pigmentów;

- przemysł kosmetyczny
 - dozowanie dodatków do procesu;
- przemysł szklarski
 - podawanie glinki, emalii, barwników;
- przemysł farmaceutyczny
 - dozowanie produktów wg receptury;
 - wypełnianie produktów sterylnych;
- przemysł gumowy
 - dozowanie wg receptury;
- inne
 - dozowanie tonerów do kopiarek;
 - dozowanie żwiru.

Zalety dozowników oferowanych przez firmę BRINPOL

- dozowanie materiałów zbrylających i zawieszających się;
- system szybkiego demontażu do czyszczenia zbiornika;
- bardzo niskie koszty eksploatacji;
- łatwa wymiana ślimaka i dyszy;
- szczelne łożyska;
- znak CE;
- certyfikat FDA;
- wykonanie ATEX.



Specyfikacja techniczna wybranych modeli dozowników

Model		30	40	60	80
Wydaźność	l/h	0,015-45	0,7-150	25-1500	150-20 000
Pojemność	l/h	1	10	30	90
Wymiary	cm	22 × 23 × 24	40 × 40 × 32	60 × 60 × 42	80 × 80 × 65

**Przedsiębiorstwo Handlowo-Usługowe
BRINPOL Jarosław Brinken**
ul. Królewska 35, 05-502 Bogatki
tel./fax 22-757 36 51
tel. kom. 501 041 986
brinpol@brinpol.com.pl, www.brinpol.com.pl

REKLAMA

Firma HETHON od 1989 r. produkuje dozowniki materiałów sypkich z elastycznymi ściankami. W urządzeniach tych wykorzystuje się łagodne masowanie zewnętrznych powierzchni zbiornika tak, że podczas dozowania zapobiega się zbijaniu, zawieszaniu się oraz tunelowaniu, nawet przy najtrudniejszych materiałach. Łagodne działanie nie powoduje degradacji, segregacji czy też aglomeracji.

Wyłącznym przedstawicielem firmy HETHON na Polskę jest firma BRINPOL, która od 1996 r. dostarcza dozowniki do różnych gałęzi przemysłu:

- **Tworzyw sztucznych** (podawanie pigmentów do mikserów, podawanie granulatu do wylączarek, dozowanie kredy jako wypełniacza, dozowanie ściłek do głównej linii produkcyjnej);
- **Spożywczy** (podawanie dodatków smakowych, zapachowych, napędnianie słoików, torebek, worków, posypywanie ziarnami produktów, wypełnianie worków, torebek mlekiem w proszku);
- **Chemiczny** (dozowanie chemikaliów do procesów);
- **Lakierowniczy** (dozowanie pigmentów);
- **Szklarski** (podawanie glinki, emalii, barwników);
- **Farmaceutyczny** (dozowanie produktów wg receptury, wypełnianie produktów sterylnych);
- **Gumowy** (dozowanie wg receptury);
- **Inne** (dozowanie tonerów do kopiarek, dozowanie żwiru).

Zalety dozowników oferowanych przez firmę BRINPOL:

- dozowanie od 0,015 l/h do 20 000 l/h (w zależności od typu dozownika);
- dozowanie materiałów zbrylających i zawieszających się;
- system szybkiego demontażu do czyszczenia zbiornika;
- bardzo niskie koszty eksploatacji;
- łatwa wymiana ślimaka i dyszy;
- prosty układ poruszania się;
- szczelne łożyska;
- znak CE.

BRINPOL
SINCE 1994

**Specjalista w dostawach urządzeń,
części i narzędzi
do transportu pneumatycznego
i hydraulicznego materiałów**



05-502 Bogatki • ul. Królewska 35 • tel./fax 22-757 36 51 • tel. kom. 501 041 986

www.brinpol.com.pl

Elementy rurociągów transportu pneumatycznego stosowane w przemyśle tworzyw sztucznych

PROORGANIKA

W przemyśle tworzyw sztucznych mamy do czynienia z trzema różnymi rodzajami instalacji transportu pneumatycznego (czyli przenoszenia cząstek produktu w zamkniętym rurociągu za pomocą sprężonego powietrza). W każdej z nich występują podobne elementy rurociągów (rury, łuki, złączki). Właściwe dobranie tych elementów zapewnia bezawaryjną pracę instalacji i wydłuża jej żywotność.

TRANSPORT PODCIŚNIENIOWY

Jest to najczęściej stosowany rodzaj transportu pneumatycznego. Charakteryzuje się on dużą liczbą rurociągów, mniejszymi wydajnościami i odległościami oraz częstszą zmianą produktów. Do transportu podciśnieniowego stosowane są głównie łuki wykonane ze stali nierdzewnej AISI 304 o promieniu $R = 10 \times D$ (standardowe łuki mają promienie gięcia 500, 800 lub 1000 mm) oraz złączki Eurac typu „L” oraz „M”. Łuki z reguły są gięte na zimno z rur o grubości ścianki wynoszącej 1,5 mm lub 2 mm, zakończone obustronnie odcinkami prostymi po 100 lub 200 mm (tak aby można było założyć złączkę). Złączki Eurac typu „L” oraz „M” wykonane są ze stali nierdzewnej AISI 430, mają dwie (typ „L”) lub trzy (typ „M”) śruby M8 (ocynkowane) i uszczelnienie wykonane z czarnego SBR lub białego NBR. Wszystkie złączki mają specjalne nity lub pasek ze stali nierdzewnej, służące do elektrostatycznego połączenia rur. Złączki Eurac stosuje się do łączenia elementów rurociągów (łuków i rur uciętych na równo), przewodów elastycznych oraz rur wykonanych z tworzyw sztucznych.



TRANSPORT NADCIŚNIENIOWY

Ten rodzaj transportu pneumatycznego jest stosowany przy większych wydajnościach i odległościach oraz do bardziej wymagających produktów. Do transportu nadciśnieniowego stosowane są głównie łuki wykonane ze stali nierdzewnej AISI 304 o promieniu $R = 10 \times D$ (standardowe łuki mają promienie gięcia 500, 800, 1000 lub 1200 mm) oraz złączki Eurac typu „HL” oraz „H”. Łuki z reguły są gięte na zimno z rur mających ścianki o grubości 2 lub 3 mm, zakończone obustronnie odcinkami prostymi po 100 lub 200 mm (żeby można było założyć złączkę). W przypadkach produktów bardzo wycierających stosowane są łuki o większej grubości ścianki lub po specjalistycznej obróbce cieplnej (HVA-Niro®). Łuki po specjalistycznej obróbce cieplnej (HVA-Niro®) są 20–30 razy bardziej wytrzymałe na wycieranie od łuków standardowych. Złączki „HL” oraz „H” wykonane są ze stali węglowej ocynkowanej i mają (dla długości 150 mm) w zależności od średnicy trzy śruby M10 lub M12 (typ „HL”



oraz M12 lub M16 (typ „H”). Złączki dla długości $L=200$ mm mają cztery śruby a dla długości $L=250$ mm pięć śrub. Złączki mogą mieć uszczelnienie wykonane z białego NBR lub z czarnego SBR. Wszystkie złączki mają specjalne nity lub pasek ze stali nierdzewnej (służący do elektrostatycznego połączenia rur).

TRANSPORT WENTYLATOROWY

Znajduje on zastosowanie w przypadku niektórych produktów (m.in. wstępnie spienionych granulek polistyrenu) i cechuje się dużo większymi średnicami rurociągów transportowych (np. $D = 200$ mm). Do tego rodzaju transportu pneumatycznego najbardziej optymalnym rozwiązaniem są elementy systemu rurowego Jacob: rury, łuki i trójniki zakończone charakterystycznymi wywijkami i łączone obejmami żłobkowymi. Dla zapewnienia szczelności stosuje się wtedy uszczelki wykonane z NBR, silikonu lub EPDM. System Jacob może być stosowany do ciśnienia 0,5 bar. Świetnie się też sprawdza w instalacjach odpylania. Elementy mogą być wykonane ze stali węglowej malowanej lub ocynkowanej oraz ze stali nierdzewnej.



PRO-ORGANIKA Sp. z o.o.

ul. Rogatkowa 34A, 04-773 Warszawa

tel. +48 22 1234435

proorganika@proorganika.com.pl, www.proorganika.com.pl

INNOFORM® w formule online



Bydgoski Klaster Przemysłowy oraz Targi w Krakowie zapraszają w dniach 20–22 kwietnia 2021 r. na Konferencję Branży Narzędziowo-Przetwórczej INNOFORM® w formule on-line.

Pierwszego dnia odbędzie się międzynarodowa konferencja poświęcona niezwykle istotnym dla branży narzędziowej zagadnieniom ECO-DESIGN oraz Circular Economy. W centrum uwagi znajdują się zmiany w ustawodawstwie Unii Europejskiej, wprowadzające nowe podejście w gospodarowaniu materiałami – Gospodarki Obiegu Zamkniętego. Poruszona zostanie tematyka roli stosowania zasady ECO-DESIGNE na etapie projektowania narzędzi do przetwórstwa tworzyw polimerowych, omówione będą doświadczenia i wyzwania związane z pracą narzędzi podczas przetwarzania tworzyw biodegradowalnych, kwestie środowiskowe na etapie czyszczenia form narzędziowych oraz zagadnienia recyklingu tworzyw niejednorodnych i biodegradowalnych. Uwarunkowania środowiskowe dotyczące branży narzędziowej i przetwórstwa tworzyw polimerowych mogą już wkrótce stać się istotnym czynnikiem przewagi konkurencyjnej i dalszego jej rozwoju. Ponadto pierwszego dnia odbędzie się prezentacja wstępnych wyników pierwszej edycji raportu „Analiza rynku narzędziowego pod kątem przetwórstwa tworzyw polimerowych”, która będzie wstępem do panelu i dyskusji związanej z jej wpływem na rozwój gospodarczy kraju.

Na drugi dzień zaplanowana jest tradycyjnie branżowa e-giełda kooperacyjna. Organizatorem giełdy jest Ośrodek Enterprise

Europe Network przy Toruńskiej Agencji Rozwoju Regionalnego S.A. oraz organizator wydarzenia. Będą to indywidualne spotkania biznesowe, podczas których uczestnicy wymienią się kontaktami i nawiążą współpracę biznesową. Warunkiem udziału jest rejestracja na platformie matchmakingowej i utworzenie na niej wizytówki firmy. Następnie przedsiębiorcy przeglądają utworzone profile, sami decydują, kto jest dla nich potencjalnym partnerem biznesowym i z kim chcą odbyć rozmowę. Z uwagi na pandemię takie spotkania nabierają szczególnego wymiaru, gdyż pozwalają w bezpieczny sposób nawiązać kooperację z partnerami z najdalszych zakątków świata.

Trzeciego dnia organizatorzy zapraszają na prezentacje biznesowe firm przedstawiających najnowsze usługi i produkty powiązane z branżą narzędziową. Udział w tych prezentacjach pozwoli wszystkim zainteresowanym zapoznać się z nowymi trendami oraz rozwiązaniami dostępnymi na rynku.

Szczegółowe informacje na www.innoform.pl.

www.innoform.pl

.....INFORMACJA PRASOWA.....

Silosy i stacje magazynowe

Firma WAKRO oferuje duży wybór silosów o objętości od 9 do 2000 m³ do materiałów sypkich w szerokim zakresie ich właściwości fizycznych. Wykonuje również silosy ze specjalnym wyposażeniem do przechowywania materiałów mogących tworzyć z powietrzem atmosferę o właściwościach wybuchowych.

Firma produkuje silosy ze stali węglowej lub stopowej w wielu konfiguracjach: jednokomorowe, wielokomorowe, z dnem stożkowym lub z dnem aeracyjnym itd. W zależności od potrzeb klienta załadunek silosu może być wykonywany w sposób:

- grawitacyjny – za pomocą podajnika kubełkowego lub taśmowego;
- pneumatyczny – z wykorzystaniem transportu pneumatycznego z cystern samochodu lub układu technologicznego.

Jeśli istnieje konieczność zastosowania urządzeń NO podczas załadunku silosu z autocysterny, to firma projektuje kompletne stanowiska rozładunkowe zgodnie z wymaganiami TDT. WAKRO wykonuje silosy wolnostojące, jak również połączone w grupę silosów i zabudowane na jednej wspólnej konstrukcji wsporczej, tzw. stacje magazynowe. Konstrukcja wsporcza silosu może być w wersji przejezdnej (przystosowana do grawitacyjnego załadunku autocystern lub samochodów otwartych) oraz nieprzejezdnej. Silosy są wyposażone w system bezpieczeństwa, który kontroluje proces napełniania, a także w filtry silosowe, aparaturę kontrolno-pomiarową, przewody załadunkowe oraz systemy spulchniania materiału, montowane na leju w celu ułatwienia opróżniania silosu, i inne rozwiązania uzasadnione ze względu na specyficzne właściwości magazynowanego materiału.



Oprócz silosów standardowych WAKRO wykonuje także silosy o nietypowej konstrukcji, zaprojektowane indywidualnie na podstawie wymagań określonych przez klienta. Wszystkie produkty firmy są wytwarzane zgodnie z systemem zarządzania jakością ISO.

<https://wakro.com.pl/produkty/silosy-magazynowe/>



Agremo Sp. z o.o.
ul. Parkowa 7
49-318 Skarbimierz
Osiedle
agremo@agremo.pl
tel. +48 077 40 29 460
www.agremo.pl

Firma **Agremo** to od ponad ćwierćwiecza ceniony dostawca technologii w zakresie urządzeń do magazynowania i transportu granulatów tworzyw sztucznych. Głównie w oparciu o własne produkty kompletuje silosy oraz ścieżki transportu mechanicznego i pneumatycznego. To polska firma, z polskim kapitałem. Wyposażona w najwyższej jakości park maszynowy, nowoczesne systemy planowania, zarządzania oraz wysoko wykwalifikowaną kadrę dostarcza dla swych klientów wysokiej jakości, funkcjonalne i trwałe urządzenia. Dzięki współpracy z uznanymi uczelniami i instytucjami oraz aktywnej działalności komórki badawczo-rozwojowej typoszereg produktów jest ciągle modernizowany i unowocześniany. Indywidualnie opracowane procedury w zakresie produkcji i kontroli jakości pomagają w uzyskaniu europejskich standardów.



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

Firma **Bagsik** z siedzibą w Gliwicach w swojej ofercie posiada wysoko wyspecjalizowane czujniki ciśnienia oraz temperatury, sita filtracyjne dla każdego zmieniaacza sit. Głównym produktem są pompy oraz filtry. Jesteśmy jedynym przedstawicielem niemieckiej firmy Brabender Technologie GmbH & Co.KG zajmującej się produkcją dozowników oraz systemów wagowych.

W kwestii sprzedaży systemów podwodnej granulacji oraz głowic współpracujemy z firmą IPS Intelligent Pelletizing Solutions GmbH & Co.KG.

Na rynku tworzyw sztucznych istniejemy od 1999 roku.



ul. Królewska 35
05-502 Bogatki
tel. +48 501 041 986
brinpol@brinpol.com.pl
www.brinpol.com.pl

- Dozowniki materiałów sypkich firmy HETHON. Precyzyjne podawanie proszków, granulatów, barwników, ziaren.
- Dozowanie materiałów zbrylających się i zawieszających się.
- Wydajność 0,015–20 000 l/h.
- System szybkiego demontażu do czyszczenia zbiornika.
- Łatwa wymiana ślimaka i dyszy.
- Zastosowanie w przemyśle tworzyw sztucznych, spożywczym, chemicznym, farmaceutycznym, szklarskim, gumowym, lakierniczym, oczyszczalnie ścieków itd.



Dopak Sp. z o.o.
ul. Sokalska 2
54-614 Wrocław
tel. +48 71 358 4000
dopak@dopak.pl
www.dopak.pl

Firma **Dopak Sp. z o.o.** oferuje supernowoczesne maszyny i urządzenia peryferyjne oraz innowacyjne rozwiązania technologiczne do przetwórstwa tworzyw sztucznych: • KRAUSSMAFFEL – roboty i manipulatory • STAR AUTOMATION – uniwersalne roboty, manipulatory • DIGICOLOR – podajniki, suszarki, młyny, dozowniki i mieszalniki, systemy centralnego podawania i suszenia • NEUE HERBOLD – linie do recyklingu tworzyw sztucznych • VIRGINIO NASTRI – transportery taśmowe • ASS – chwytaki do robotów • ROTHFUSS MECHANIK – systemy mocowania form • PLASDAN – wyposażenie do produkcji detali wielokomponentowych • VILLANI GIOVANNI – linie techniczne do optymalizacji procesów produkcyjnych.

Firma Dopak oferuje szybką i fachową pomoc przy wdrażaniu nowych produktów, modernizacji i usprawnianiu dotychczasowych rozwiązań, a także kompleksowe wsparcie techniczne w zakresie oferowanych urządzeń. Świadczy usługi serwisowe gwarancyjne i pogwarancyjne.



GIMATIC POLSKA Sp. z o.o.
ul. Spadowa 13
42-233 Wierzychowisko
tel. +48 34 38 73 052
fax +48 34 38 73 051
info.pl@gimatic.com
www.gimatic.com

Działając w branży automatyki od ponad trzydziestu pięciu lat, **Gimatic S.r.l.** może dziś pochwalić się szeroką gamą produktów dostarczanych i używanych na całym świecie na różnych rynkach. Aby poprawić swoją konkurencyjność na rynku, firma Gimatic zdecydowała nie ograniczać się jedynie do elementów chwytających, ale postanowiła także dostarczać czujniki, komponenty do ramion robotów (EOAT) i rozwiązania mocujące dla robotów. Nowym wyzwaniem stojącym dziś przed Gimatic jest wejście na rynek siłowników elektrycznych prezentowanych pod marką Mechatronika.



HD-DOZOWNIKI S.J.
ul. Pionierów 10
85-886 Bydgoszcz
tel. 52 333 19 79
biuro@hd-dozowniki.pl

Specjalizujemy się w produkcji urządzeń stosowanych w przetwórstwie tworzyw sztucznych, wytwórniach pasz, młynach i mieszalniach. Efektem zastosowania tych urządzeń i wykorzystania możliwości ich współpracy ze sterowaniem wspomaganą maszyną lub linią technologiczną jest wyeliminowanie pracy ludzkiej, stabilizacja procesu technologicznego, co w efekcie daje pewność uzyskania produktu końcowego o najwyższych standardach światowych.

Realizujemy pełen cykl wytwórczy, zaczynający się od pomysłu, a kończący montażem, uruchomieniem i serwisem urządzeń u klienta.

Dozowniki ślimakowe do granulatów, dozowniki ślimakowe do proszków, dozowniki grawimetryczne, ssące urządzenia transportowe, separatory wszystkich metali, pobieracze prób, manipulatory przemysłowe, aplikacje zrobotyzowane.



Huzap GmbH
Marie-Curie-Straße 1
53773 Hennef Deutschland
tel. +49 (0)2242-96999-0
fax +49 (0)2242-96999-29
www.huzap.com, huzap@huzap.com

HUZAP Sp. z o.o.
ul. Konstytucji 61
41-905 Bytom (Polska)
tel. 32 388 03 00
fax 32 282 97 52
www.huzap.pl, huzap@huzap.pl

Nasz program dostaw obejmuje: półautomatyczne i całkowicie zautomatyzowane maszyny pakujące oraz kompletne linie konfekcjonujące dla małych i dużych opakowań, nadciśnieniowe i podciśnieniowe systemy transportowe, dozujące i ważące, kompletne surowcownie i mieszalnie wraz z systemami magazynowania surowców i gotowych wyrobów wraz z dedykowanym sterowaniem i automatyką, wizualizacją oraz raportowaniem i bilansowaniem.

Dodatkowo dostarczamy również części, urządzenia i podzespoły prawie wszystkich zachodnich producentów dla takich komórek jak: biura konstrukcyjne, firmy budowy maszyn, służby utrzymania ruchu i służby techniczne.

Oferujemy nie tylko dogodną cenę, ale przede wszystkim służymy fachowym, technicznym doradztwem. Wynika to z faktu, że firma Huzap nie jest uzależnionym przedstawicielem jakiegoś producenta, tylko jego partnerem w niezależnej współpracy.



LABOTEK POLSKA
ul. Poznańska 1
63-005 Kleszczewo
tel. 61 67 08 867
tel. 664 069 609
fax 61 64 17 667
biuro@labotek.pl
www.labotek.pl

Labotek Polska jest wyłącznym przedstawicielem na rynku polskim znanego i cenionego za jakość i niezawodność duńskiego producenta urządzeń peryferyjnych – firmy Labotek A/S. Labotek w swojej ofercie posiada między innymi centralne systemy suszenia i transportu, indywidualne podajniki próżniowe oraz suszarki do tworzyw sztucznych. Firma Helios System GmbH jest dostawcą stacji rozładowniczych do big-bagów oraz niewielkich suszarek na sprężone powietrze. Reprezentuje również firmę TSM Control Systems, producenta innowacyjnych wielokomponentowych dozowników grawimetrycznych, firmę SISE dostarczającą sterowniki grzanych kanałów, systemy sterowania wtryskiem sekwencyjnym, termostaty wodne i olejowe. Dodatkowo w swojej ofercie posiadamy dozowniki barwnika, transportery taśmowe, młyny stanowiskowe i centralne, separatory i detektory metali oraz mieszałki dynamiczne montowane na końcówce ślimaka w celu poprawy homogenizacji.



Master Colors Sp. z o.o.
ul. Wędkarzy 5
51-050 Wrocław
biuro@mastercolors.com.pl
www.mastercolors.com.pl

Firma **Master Colors** prowadzi sprzedaż i serwis urządzeń. Proponujemy wyłącznie sprawdzony sprzęt renomowanych producentów z Niemiec, Holandii i Włoch. Obecna oferta skupia się na centralnych systemach podawania, dozowania i magazynowania Moretto, termoregulatorach i chillerach Single, systemach recyklingu i pulweryzatorach Pallmann, systemach mocowania, automatyce przezbrajania i transportu form EAS, filtracji tworzyw, czujnikach ciśnienia i temperatury Gneuss, liniach do ekstruzji folii Breyer, barwnikach i pigmentach Deifel oraz automatycznych systemach opróżniania worków Labor Save.

PROORGANIKA

PRO-ORGANIKA Sp. z o.o.
ul. Rogatkowa 34A
04-773 Warszawa
tel. 22 12 34 434
proorganika@proorganika.com.pl
www.proorganika.com.pl

PROORGANIKA jest dynamiczną firmą inżyniersko handlową zajmującą się procesami technologicznymi związanymi z surowcami sypkimi. Jest firmą zajmującą się projektowaniem, sprzedażą urządzeń, kompletacją dostaw i uruchomieniami różnego rodzaju instalacji technologicznych czy to związanych z transportem grawitacyjnym, transportem pneumatycznym produktów sypkich czy też odpylaniem instalacji.

PROORGANIKA jest również przedstawicielem handlowym szeregu renomowanych firm zachodnich takich jak np. firma Jacob Soehne GmbH (największy producent modułowych systemów rurowych).

Misją firmy PROORGANIKA jest: stanowić wiarygodne źródło wiedzy na temat rozwiązywania problemów związanych ze stosowaniem surowców sypkich oraz dostarczać klientom urządzenia i instalacje na najwyższym poziomie.



PHU Wartacz
ul. Kościerzyńska 21-23
51-416 Wrocław
tel. 71 32 55 065
biuro@wartacz.com.pl
www.wartacz.com.pl

Koncern Chen Hsong (czytaj czensong) buduje wtryskarki od 1958 r. i jest drugim na świecie pod względem ilości produkowanych wtryszarek od 40 do 6500 ton. Od 2011 r. ściśle współpracuje z Mitsubishi, japońskim producentem wtryszarek.

P&F WARTACZ w swojej ofercie i magazynach posiada cały szereg młynów, kruszarek, suszarek, podajników i innych urządzeń pomocniczych dla przetwórców tworzyw.

W 2021 roku
rozpoczynamy
4 dekadę
działalności.

Wszystkim klientom
bardzo za to
dziękujemy.



WITTMANN BATTENFELD
Polska Sp. z o.o.
Adamowizna
ul. Radziejowicka 108
05-825 Grodzisk Mazowiecki
tel. 22 7243 807
fax 22 7243 799
info@wittmann-group.pl
www.wittmann-group.pl

WITTMANN BATTENFELD, z siedzibą w Kottingbrunn Austria, jest jednym z wiodących producentów wtryszarek i urządzeń do przetwórstwa tworzyw sztucznych.

W naszej ofercie znajdują Państwo pełną gamę wtryszarek elektrycznych, hydraulicznych, kolonowych, pionowych oraz do wtrysku wielokomponentowego.

Budujemy wtryskarki o siłach zamykania 15–2000 t. Firma oferuje swym klientom pomoc, doradztwo w zakresie technologii wtrysku i innowacyjnych rozwiązań wymagających najwyższej precyzji. Dzięki powiązaniu z WITTMANN GmbH oferujemy kompleksowe dostawy obejmujące: technologie, wtryskarki, automatyzację i urządzenia peryferyjne.

Jesteśmy jedyną firmą mogącą zaoferować obsługę w oparciu o zasadę „Wszystko z jednej ręki”.

W Polsce WITTMANN BATTENFELD reprezentowany jest przez Wittmann Battenfeld Polska Sp. z o.o.



GIMATIC POLSKA Sp. z o.o.
 ul. Spadowa 13, 42-233 Wierzchowsko
 tel. 34 38 73 052, fax 34 38 73 051, tel. kom. 889 535 500
gimatic@gimaticpolska.pl, www.gimatic.com



Magazyny tworzyw sztucznych

Firma Agremo to od ponad ćwierćwiecza ceniony dostawca technologii w zakresie urządzeń do magazynowania i transportu granulatu tworzyw sztucznych. Głównie w oparciu o własne produkty kompletuje magazyny oraz ścieżki transportu mechanicznego i pneumatycznego. To polska firma, z polskim kapitałem. W zakresie dostaw materiałowych Agremo współpracuje ze starannie dobranymi, renomowanymi partnerami, zapewniającymi odpowiednią jakość i standardy. Wyposażona w najwyższej jakości park maszynowy, nowoczesne systemy planowania i zarządzania firma, z wysoko wykwalifikowaną kadrą, dostarcza dla swych klientów wysokiej jakości, funkcjonalne i trwałe urządzenia. Dzięki współpracy z uznanymi uczelniami i instytucjami oraz dzięki aktywnej działalności komórki badawczo-rozwojowej, typoszereg produktów jest ciągle modernizowany i unowocześniany. Indywidualnie opracowane procedury w zakresie produkcji i kontroli jakości pomagają w uzyskaniu europejskich standardów.

Głównymi produktami oferowanymi przez Agremo dla branży tworzyw sztucznych są silosy z lejem zsywowym typu ZT. Oferowane w szerokim zakresie pojemności – od 5 do ponad 1300 m³ – mogą być wykonane zarówno ze stali ocynkowanej, jak i kwasoodpornych. Dostępnych jest wiele elementów wyposażenia opcjonalnego, takich jak zasowy, systemy załadunku, filtry, czy obudowy leja zsywowego. Pozwala to na dowolne skonfigurowanie magazynu, w zależności od potrzeb inwestora.

Agremo oferuje także rozwiązania dotyczące transportu granulatu. Tradycyjnie mogą być one złożone z urządzeń mechanicznych – jak podnośniki kubkowe, przenośniki łańcuchowe, taśmowe czy ślimakowe. Inną opcją jest technologia transportu pneumatycznego realizowana w oparciu o agregaty dmuchawowe Roots'a, odpowiednio dobrane zasowy, przepustnice, zasilacze celkowe, filtry i inne niezbędne elementy. Instalacje wykonywane są z wysokojakościowych stali kwasoodpornych. Gwarantuje to wysoką czystość transportowanego materiału.

W ofercie Agremo znajdziemy również różnego rodzaju systemy kontrolno – pomiarowe, związane z magazynowaniem i transportem surowców. W zależności od potrzeb możemy wyposażyć silosy w pomiar temperatury, systemy ważenia czy sygnalizatory



poziomu. Agremo realizuje zarówno proste układy sterowania, pracujące w trybie włącz/wyłącz, jak i zaawansowane systemy oparte o sterowniki PLC oraz komputery PC. Indywidualnie zaprojektowane szafy sterownicze wraz z oprogramowaniem gwarantują optymalne wykorzystanie urządzeń oraz sprawne i niemal bezobsługowe sterowanie procesami.

Wieloletnie doświadczenie firmy w budowie systemów magazynowo-transportowych, zarówno do przemysłu tworzyw sztucznych, jak i zbożowego czy paszowego, pozwala realizować zadania w sposób optymalny dla inwestora. Dotychczasowe realizacje potwierdzają, że oferowane produkty i rozwiązania technologiczne są wysoko cenione i w pełni spełniają oczekiwania klientów.

Agremo Sp. z o.o.
 ul. Parkowa 7, 49-318 Skarbimierz Osiedle
 tel. 77 40-29-460, 77 41-62-683
 agremo@agrempol.pl
 www.agremo.pl, www.silosy.com

MAGAZYNY GRANULATÓW TWORZYW SZTUCZNYCH

- silosy buforowe
- zbiorniki buforowe
- przenośniki transportu pneumatycznego
- przenośniki pionowe i poziome
- automatyka i sterowanie
- systemy kontrolno-pomiarowe



Agremo Sp. z o.o.

ul. Parkowa 7, 49-318 Skarbimierz Osiedle

tel. 77 40 29 460; 77 41 62 683

e-mail: agremo@agremo.pl

www.agremo.pl

**Metody rozdrabniania a właściwości termiczne i termomechaniczne
wyprasek z polipropylenu**

Sposoby rozdrabniania vs właściwości wyprasek wtryskowych

Milena Trzaskalska, Dominik Grzesiczak, Przemysław Postawa

W artykule omówiono wpływ sposobu rozdrabniania na właściwości termiczne i termomechaniczne wyprasek wtryskowych wytworzonych z polipropylenu. Przemiał uzyskano z wykorzystaniem młyna wolno- i szybkoobrotowego, z którego następnie wytworzono próbki do badań DSC i DMTA. W badaniach DSC stwierdzono, że wypraski wykonane w serii M1 (przemiał z młynka wolnoobrotowego) charakteryzują się wartościami zbliżonymi do wartości uzyskanych dla wyprasek z tworzywa przed przemiałem. W przypadku badań DMTA zauważono, że na skutek rozdrabniania w młynku szybkoobrotowym (seria M2) doszło do rozerwania długich, elastycznych łańcuchów, co przyczyniło się do zmniejszenia właściwości tłumiących oraz zwiększenia sztywności.

Na skutek podnoszenia poziomu życia w nowoczesnych społeczeństwach, szybkiego rozwoju technologicznego oraz stale zwiększającej się konsumpcji drastycznie wzrosło zapotrzebowanie na wyroby z tworzyw polimerowych. Jednocześnie pojawił się problem coraz większego zanieczyszczenia środowiska wynikającego z niewłaściwej gospodarki odpadami, ograniczonych zasobów naturalnych oraz wzrostu cen ropy naftowej [1–3]. Alternatywą dla uniezależnienia się od ropy naftowej, przy jednoczesnym pozbywaniu się ton odpadów, stał się recykling materiałów oraz ponowne wykorzystanie elementów z tworzyw (bez względu na moment cyklu życia produktu) w mniej wymagających aplikacjach [2, 4, 5].

W silnie uprzemysłowionych krajach wprowadzono segregację odpadów w gospodarstwach domowych, natomiast w warunkach przemysłowych, oprócz selekcji, zaczęto stosować kruszarki i młyny przy liniach produkcyjnych. Ich zadaniem jest kruszenie oraz rozdrabnianie wyrobów z tworzyw. Otrzymany w ten sposób przemiał jest dodawany do tworzywa bazowego. Sposób rozdrabniania, kształt i współpraca noży oraz energia kinetyczna wyzwalana w trakcie całego procesu wpływają na właściwości (także reologiczne), dalej przetwarzanego materiału oraz gotowego już wytworu, szczególnie w przypadku wielokrotnego przetwórstwa [6–8].

Jednym z szeroko stosowanych polimerów zaliczanych do grupy poliolefin jest polipropylen PP [9, 10]. Jego udział w rynku tworzyw jest największy, wynosi ok. 19,2% i stale zwiększa się [3, 11]. Dzięki swojemu wszechstronnemu zastosowaniu jest powszechnie wykorzystywany. Można go znaleźć zarówno w gospodarstwach domowych w postaci elementów takich jak panele obudowy lodówek, pralek czy wentylatorów, ale również w bardziej wymagających aplikacjach, np. w branży motoryzacyjnej (zderzaki samochodowe, deski rozdzielcze itp.), spożywczej (opakowania na żywność) czy medycznej (sprzęt laboratoryjny osłony urządzeń) [9–11].

Na skutek powszechnego wykorzystywania PP w różnych sektorach gospodarki pojawił się problem stale zwiększającej się ilości odpadów, zarówno poużytkowych, jak i produkcyjnych [1, 4, 5]. Stąd koniecznym stało się zbadanie właściwości przetwó-

rzonych i reologicznych przemiału oraz mechanicznych i użytkowych gotowych wyrobów otrzymanych z tworzywa z dodatkiem zmielonego polimeru bazowego [12, 13].

Celem pracy było porównanie wpływu sposobów rozdrabniania na właściwości termiczne oraz termomechaniczne wyprasek wytworzonych z polipropylenu PP przy stałych warunkach przetwórstwa.

MATERIAŁY I METODYKA BADAŃ

Do badań wykorzystano tworzywo PP MOPLen HP 456J firmy Basell Orlen. Tworzywa nie poddawano wstępnemu suszeniu, ponieważ worki z polimerem były szczelnie zamknięte i nie nosiły śladów przetarć.

Próbki do badań, w kształcie wiosełek typu A zgodnych z normą PN – EN ISO 527–2:1998 [14], wykonano na wtryskarce Krauss – Maffei KM65 – 160 C4. Parametry przetwórstwa, dobrane na podstawie zaleceń producenta oraz literatury, były następujące [15]:

- temperatura wtryskiwania $T_w = 230^\circ\text{C}$;
- temperatura formy $T_f = 50^\circ\text{C}$;
- prędkość wtryskiwania $V_w = 96 \text{ mm/s}$;
- ciśnienie docisku $p_d = 70 \text{ MPa}$;
- czas wtrysku $t_w = 0,8 \text{ s}$;
- czas docisku $t_d = 10 \text{ s}$;
- czas chłodzenia $t_{chł} = 10 \text{ s}$.

Wytworzone próbki podzielono na trzy serie, gdzie seria I nie była poddawana dalszemu przetwórstwu, wypraski z serii II rozdrobniono przy pomocy młyna wolnoobrotowego Shini SG16N, natomiast kształtki z serii III zmielono przy użyciu młyna szybkoobrotowego Metal – Chem UR160. Przemiał uzyskany w serii II i III wykorzystano do ponownego wykonania próbek według wcześniej określonych warunków przetwórstwa metodą wtryskiwania. Każda z serii liczyła 5 próbek.

Przyjęto następujące oznaczenia poszczególnych serii:

- OP – wypraski wytworzone z polimeru bazowego PP MOPLen HP 456J;
- M1 – próbki uzyskane z przemiału polipropylenu z młyna wolnoobrotowego;

- M2 – próbki uzyskane z przemiału polipropylenu z młyna szybkoobrotowego.

Tak przygotowane w trzech seriach wypraski przeznaczono do badań metodami analizy termicznej DSC (różnicowa kalorymetria skaningowa) oraz DMTA termomechaniczna analiza termiczna.

WYNIKI BADAŃ

Badanie DSC (*differential scanning calorimetry*) przeprowadzono z wykorzystaniem urządzenia DSC Phox 200 PC firmy Netzsch, w zakresie temperatury 25°C–230°C przy prędkości nagrzewania 10K/min.

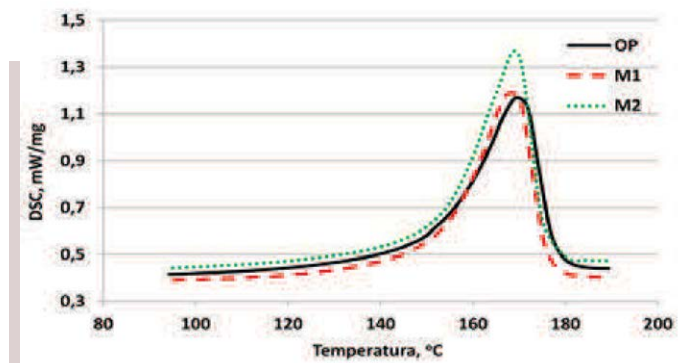
Na rysunku 1 przedstawiono trzy krzywe termograficzne wyprasek z polipropylenu przed oraz po ponownym przetwórstwie.

Charakterystyczne parametry wyznaczone na podstawie przeprowadzonej różnicowej kalorymetrii skaningowej DSC zestawiono w tabeli 1.

Na podstawie analizy wyników z przeprowadzonych badań (rys. 1 i tab. 1) zauważyć można zmianę wartości entalpii topnienia i skorelowanego z nią stopnia krystaliczności. Dla próbek wytworzonych z PP po przemiale w młynku szybkoobrotowym (M2) wartość stopnia krystaliczności zwiększa się o ok. 2,5% w stosunku do wartości uzyskanych wyprasek z PP przed ponownym przetwórstwem (OP). Zawartość fazy krystalicznej w próbkach uzyskanych z PP po zmieleniu w młynku wolnoobrotowym (M1) pozostaje praktycznie na niezmienionym poziomie w porównaniu do kształtek z polimeru bazowego.

Analizując entalpię topnienia próbek, można zauważyć podobną zależność. Również w tym wypadku wypraski wytworzone z przemiału polipropylenu – M2 charakteryzowały się większą wartością entalpii topnienia (o ok. 5,5 J/g) niż próbki wytworzone z PP (OP), dla których entalpia wyniosła 84,94 J/g. Z kolei dla kształtek uzyskanych z przemiału polipropylenu (M1) wartość ta jest nieznacznie większa (85,11 J/g).

Średnia wartość temperatury, w której nastąpił rozpad termiczny uporządkowanej fazy krystalicznej to 169,3°C. Ponadto w przypadku wyprasek z serii M1 i M2 stwierdzono zmniejszenie zakresu, w którym następuje topnienie fazy krystalicznej o ok. 2–2,7°C. Można również zauważyć, że pierwotny materiał wykorzystany do badań ma szerszy niż pozostałe zakres topnienia. W szczególności ważna jest tu temperatura zakończenia rozpadu



Rys. 1. Termogramy DSC wyprasek z polipropylenu przed oraz po recyklingu

fazy krystalicznej. Potwierdza to degradację termiczną i mechaniczną makrocząsteczek materiałów poddanych rozdrabnianiu, czemu towarzyszy skracanie makrocząsteczek polimeru.

Następnie wykonano badanie dynamicznej analizy termicznej DMTA przy pomocy urządzenia Netzsch DMA 242, w zakresie temperatury od –100°C do 150°C, z prędkością ogrzewania 2K/min, z częstotliwością 1Hz i amplitudą 120µm.

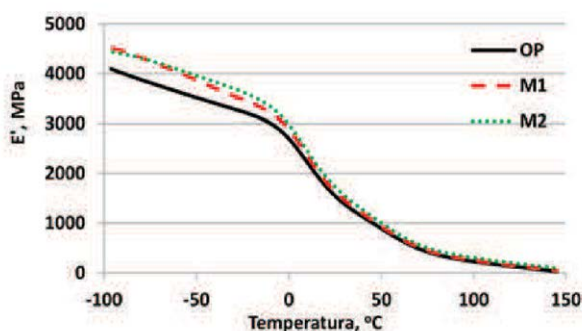
Na rysunkach 2 i 3 przedstawiono zmiany modułu zachowawczego E' oraz tangensa kąta stratności $\tan\delta$ zarejestrowanych podczas w/w badania.

Analizując wykresy modułu zachowawczego E' poszczególnych próbek można zauważyć, że krzywe mają zbliżone do siebie przebiegi (rys. 2). Stwierdzono, że w zakresie temperatury –95°C–20°C krzywa uzyskana dla próbek z serii M1 zasadniczo pokrywa się z krzywą otrzymaną dla próbek z serii M2. Charakterystyczne wartości uzyskanych krzywych są nieznacznie wyższe od wartości uzyskanej dla wyprasek wytworzonych w serii OP np. w temperaturze –95°C wartość modułu zachowawczego dla wyprasek z PP przed zmieleniem wynosi 4095 MPa, tymczasem dla próbek z przemiału jest ona wyższa o ok. 419 MPa (seria M1) i ok. 342 MPa (seria M2).

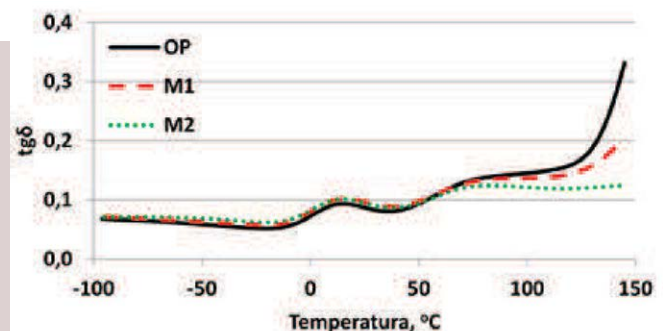
Powyżej temperatury 20°C, będącej jednocześnie temperaturą zeszklenia, przebiegi modułu zachowawczego E' dla wszystkich próbek są porównywalne. Dla próbek z serii OP w temperaturze 0°C wartość modułu zachowawczego E' wynosi około 2697 MPa,

Tabela 1. Wyniki badań DSC

Próbka	Stopień krystaliczności [%]	Entalpia topnienia [J/g]	Maksymalna temperatura topnienia [°C]	Zakres topnienia fazy krystalicznej [°C]
OP	40,64	84,94	169,9	152,7 - 177,2
M1	40,72	85,11	168,3	153,5 - 175,5
M2	43,30	90,49	169,7	153,0 - 175,3



Rys. 2. Wykres zmian modułu zachowawczego E' w funkcji temperatury



Rys. 3. Wykres zmian tangensa kąta stratności w funkcji temperatury

w temperaturze 50°C blisko 891,5 MPa, natomiast w temperaturze 100°C wartość ta maleje do około 230 MPa. W przypadku wyprasek z serii M1, wartości modułu E' przy tych samych wartościach temperatury, tj. 0°C, 50°C, 100°C wynoszą kolejno: 2882,3 MPa, 938 MPa i 253,4 MPa. Natomiast dla kształtek z serii M2 w temperaturze 0°C odnotowano wartość 2980 MPa, w temperaturze 50°C wzrost modułu zachowawczego o około 112 MPa względem próbek z serii OP, a w temperaturze 100°C moduł E' wyniósł 302,7 MPa. Ponadto zauważono, że wypraski z serii M2 cechują najwyższe wartości modułu zachowawczego E' w poszczególnych zakresach temperatury.

W przypadku tangensa kąta stratności tgδ (rys. 3) nie zaobserwowano znaczących zmian w przebiegach krzywych do temperatury 65°C, gdzie dla wszystkich próbek wartość wyniosła 0,12. W temperaturze 20°C tgδ wyniósł 0,1. Największe różnice odnotowano w temperaturze 145°C, gdzie zaobserwowano znaczny wzrost wartości tgδ (do 0,33) dla wyprasek z serii OP. W przypadku wyprasek wytworzonych z przemiatu zauważono niższe wartości tgδ, zwłaszcza dla kształtek z serii M2, gdzie wartość ta została określona na poziomie 0,12, podczas gdy dla próbek z serii M1 wyniosła 0,21.

PODSUMOWANIE

Przeprowadzone pomiary pomogły określić wpływ sposobu rozdrabniania na właściwości termiczne i termomechaniczne wyprasek z polipropylenu. Stwierdzono, że właściwości termiczne wyprasek z przemiatu wytworzonego w młynku wolnoobrotowym są zbliżone do otrzymanych dla próbek z tworzywa przed mieleniem.

Na podstawie analizy przeprowadzonych badań metodą różnicowej kalorymetrii skaningowej (DSC) zauważyć można wpływ warunków rozdrabniania na entalpię topnienia i powiązanego z nią stopnia krystaliczności. Traktując próbki serii OP jako model odniesienia, znaczącą różnicę w przypadku entalpii topnienia i stopnia krystaliczności można dostrzec dla próbek z serii M2 – zmielonej w młynku szybkoobrotowym. W przypadku próbek rozdrobnionych w urządzeniu wolnoobrotowym (seria M1) nie odnotowano istotnych zmian omawianych parametrów. Tego typu (zmiany) różnice mogą świadczyć m.in. o zmniejszeniu długości łańcuchów, które uległy uszkodzeniu w trakcie mielenia.

W przypadku analizy wyników uzyskanych w badaniu DMTA stwierdzono, że wypraski wykonane z przemiatu charakteryzują się wyższą wartością modułu zachowawczego E' oraz niższą wartością tangensa kąta stratności tgδ w stosunku do kształtek wytworzonych z polipropylenu (seria OP). Tego typu zmiany świadczą o większej sztywności materiału. Zwiększenie wartości modułu zachowawczego E' dla wyprasek wytworzonych z przemiatu (seria M1 i M2) może wskazywać na występowanie w strukturze mniejszej ilości długich, elastycznych łańcuchów, które uległy rozdzieleniu na skutek mielenia. Takie zmiany potwierdza również zmniejszenie wartości tangensa kąta stratności tgδ. Zmniejszenie elastyczności na skutek skrócenia łańcuchów wskazuje na gorsze właściwości tłumiące materiału.

LITERATURA

- [1] H.H. Kyung, S.K. Moon: Application to refrigerator plastics by mechanical recycling from polypropylene in waste-appliances, *Materials and Design* 2012, vol. 34, p. 252–257.
- [2] H. Kotiba, K. Mosab, D. Fawaz: Recycling of waste from polymer materials: An overview of the recent works, *Polymer Degradation and Stability* 2013, vol. 98, p. 2801–2812.

- [3] L.Y. Ljungberg: Materials selection and design for development of sustainable products, *Materials and Design* 2007, vol. 28, p. 466–479.
- [4] R.U. Ayres: Metals recycling: economic and environmental implications, *Resources, Conservation and Recycling* 1997, vol. 21, p. 145–173.
- [5] S. Walker: A shattered visage lies sustainable design and local scale, *International Symposium on Environmentally Conscious Design and Inverse Manufacturing Ecodesign '99*, Tokyo 1999.
- [6] J. Flizikowski: Rozdrabnianie tworzyw sztucznych, Wyd. Uczelniane ATR, Bydgoszcz 1998, s. 378.
- [7] A. Tomporowski, A. Mroziński: Modification of grinders of biomaterials used for energy purposes, *Journal of Polish Cimac* 2011, vol. 6, nr 3, p. 327–338.
- [8] J. Flizikowski, M. Macko: Rozdrabnianie tworzyw sztucznych w aspekcie recyklingu odpadów, *Postępy w technologii tworzyw sztucznych, Międzynarodowe Targi Przetwórstwa Tworzyw Sztucznych PTS'2001*, Warszawa 2001.
- [9] M. Żenkiewicz: Tworzywa wielkocząsteczkowe. Polimeryzacja – właściwości – badania, Wydawnictwo Akademii Bydgoskiej, Bydgoszcz, 2002.
- [10] H. Seachtling: Tworzywa sztuczne. Poradnik, Wydawnictwo Naukowo – Techniczne, Warszawa, 2000.
- [11] Raport: Tworzywa sztuczne – Fakty 2015: Analiza produkcji, zapotrzebowania oraz odzysku tworzyw sztucznych w Europie, http://www.plasticseurope.org/documents/document/20151123112635-fakty_o_tworzywach_2015_pl.pdf, (dostęp 21.05.2016 r.).
- [12] B. Nadia, P. Daniel, R. Claude, G. Jacques, A. Said, D. Abdessalam et al.: Recycling effects on the rheological and thermomechanical properties of polypropylenebased composites, *Materials and Design* 2011; vol. 33C, p. 451–458.
- [13] G. Ragosta, P. Musto, E. Martuscelli, P. Russo, L. Zeloni: Recycling of plastics car components: the case of a multilayer item based on polypropylene, *Journal of Material and Science* 2000; vol. 35, p. 3741–3751.
- [14] Norma PN – EN ISO 527–2:1998 Tworzywa sztuczne – Oznaczanie właściwości mechanicznych przy statycznym rozciąganiu.
- [15] H. Zawistowski, Sz. Zięba: Ustawianie procesu wtrysku, Wydawnictwo Plastech, Warszawa, 1995.

Artykuł został opublikowany w czasopiśmie „Przetwórstwo Tworzyw” 2016, T. 22, Nr 4 (172), s. 178–183.

dr inż. Milena Trzaskalska

dr inż. Dominik Grzesiczak

dr hab. inż. Przemysław Postawa prof. PCz

Wydział Inżynierii Mechanicznej i Informatyki

Katedra Technologii i Automatyzacji

Zespół Przetwórstwa Polimerów

Politechnika Częstochowska

Al. Armii Krajowej 19C, 42–201 Częstochowa



Firma Brabender Technologie GmbH & Co. KG. założona została w 1957 roku i jest wiodącym producentem urządzeń i systemów dozowania, ważenia i rozładowywania materiałów sypkich jak również płynów.

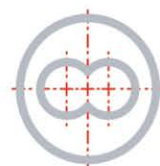
Profil działalności firmy obejmuje:

- Dozowniki grawitacyjne dla trudnych do dozowania materiałów sypkich. W zależności od własności materiału, produkowane są jako jedno- lub dwuślimakowe. Mogą być wykonane również jako dozowniki wolumetryczne (bez użycia wag).
- Wagi taśmowe, które mogą być wykorzystane jako systemy dozowania jak i systemy kontrolno-pomiarowe.
- Systemy pomocnicze do opróżniania Big-Bagów.
- Brabender JetFilter, dla oczyszczania powietrza ze zbiornika jak również odzysku materiałów w postaci pyłu.
- Sterowanie Brabender zapewnia w pełni automatyczną kontrolę dozowania jednego lub wielu dozowników jednocześnie. Posiada wizualizację na panelu dotykowym z pamięcią receptur.

Firma Bagsik, z siedzibą w Gliwicach, jest od 16 lat jedynym i oficjalnym przedstawicielem produktów i usług Brabender Technologie GmbH. Wspieramy Klientów w doborze urządzeń jak również przy codziennych pracach eksploatacyjnych.

Bagsik Sp. z o.o. Sp. k.
ul. Toruńska 8
44-100 Gliwice

Tel: +48 32 334 0000
@: office@bagsik.net



Bagsik
www.bagsik.net



Konkurencyjność produktowa, a zarządzanie energią elektryczną w przedsiębiorstwie

Marcin Zubrycki

Każdy przedsiębiorca wie, że w obecnych jakże trudnych czasach, jeszcze bardziej pożądane są optymalizacje procesów produkcji pozwalające na zwiększenie naszej konkurencyjności. Codziennie walczymy o to, aby produkt końcowy był lepszy lub przynajmniej bardziej atrakcyjny cenowo niż pozostałe na rynku. Szukamy tańszych surowców, dodatkowych dostawców, zmniejszamy koszty transportu, automatyzujemy linie produkcyjne. Ale czy kiedykolwiek próbowaliśmy w sposób zorganizowany i kompleksowy ograniczyć koszty energii elektrycznej lub jej zużycie?

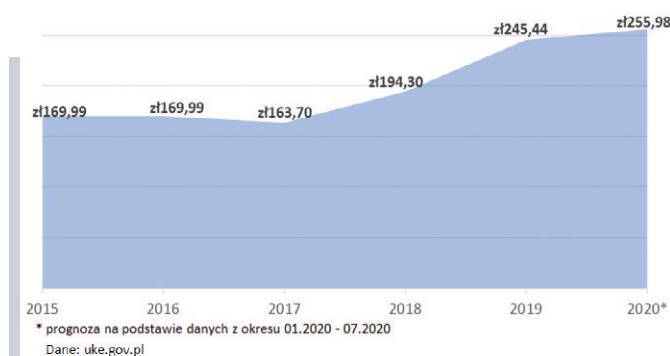
Przemysł związany z szeroko rozumianym przetwarzaniem tworzyw sztucznych jest jednym z bardziej energochłonnych obszarów gospodarki. I nie mówimy o zużyciu energii na jednostkę wytwarzania, ale o znaczącym udziale energii elektrycznej w całym procesie wytwórczym. Oznacza to, że ogólne koszty związane ze zużyciem energii elektrycznej – nie tylko energia czynna, ale również wszelkie opłaty związane z dystrybucją – istotnie wpływają na końcową cenę wytworzonego produktu. Czy powinniśmy energię elektryczną traktować jako jeden z półproduktów w procesie produkcji? Oczywiście, że tak!

Przez ostatnią dekadę ceny energii elektrycznej systematycznie rosły, a punkt krytyczny wydawało się, że został osiągnięty w połowie 2018 roku. Niestety jak widać na wykresie (rys. 1.) od 2 lat notujemy ciągły wzrost cen i wszystko wskazuje na to, że ten trend zostanie utrzymany. Dodajmy do tego nowe opłaty tzw. opłata mocowa oraz opłata OZE i mamy gwarancję, że od 2021 roku rachunki za energię wzrastają o minimum 10%.

Bez zagłębiania się w szczegóły można wymienić kilka kluczowych punktów, które trend rosnącej ceny energii elektrycznej potwierdzają.

POLITYKA KLIMATYCZNA UE

Polityka klimatyczna ma za zadanie wprowadzenie zasad i obowiązków wszystkich krajów członkowskich, które pozwolą na ograniczenie emisji gazów cieplarnianych, zwiększenie udziału w miksie energetycznym energii ze źródeł odnawialnych oraz znaczące zwiększenie efektywności energetycznej przedsię-



Rys. 1. Średnia roczna cena sprzedaży energii elektrycznej na rynku konkurencyjnym [zł/MWh]

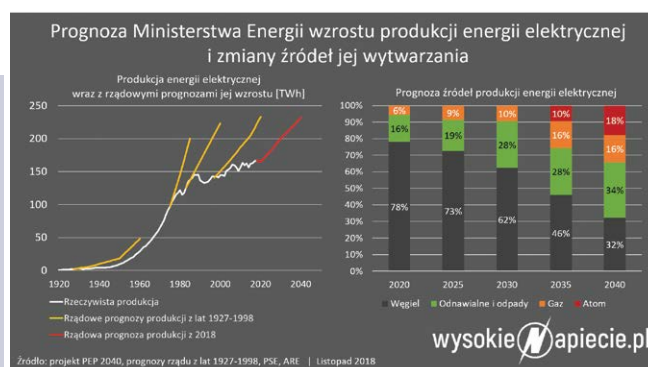
biorstw oraz gospodarstw domowych (więcej informacji: https://ec.europa.eu/clima/policies/strategies/2030_pl).

ZWIĘKSZENIE UDZIAŁU ODNAWIALNYCH ŹRÓDEŁ ENERGII W MIKSIE ENERGETYCZNYM POLSKI

Przyjęte przez UE i zaakceptowane przez Polskę założenia to osiągnięcie „neutralności energetycznej”, czyli maksymalne ograniczenie emisji CO₂ w przemyśle, transporcie i energetyce oraz zrównoważenie tych emisji, których ograniczyć się nie udało poprzez zwiększanie jej pochłaniania, np. dzięki sadzeniu drzew. Jednym słowem w ciągu najbliższych 3 dekad mamy do zrealizowania zadanie, które wymagało od innych państw członkowskich ponad 50 lat zorganizowanej i kosztownej wewnętrznej polityki energetycznej. Poziom ambitności tego przedsięwzięcia pokazuje rys. 2.

RESTRUKTURYZACJA POLSKIEGO GÓRNICTWA

Nie jest tajemnicą, że już od dekad polski przemysł górniczy jest nierentowny – według danych NIK do polskiego górnictwa, jako państwo dopłacamy średnio 5 miliardów złotych rocznie, czyli 500 tysięcy złotych na godzinę. Po drugie odejście od wytwarzania energii z węgla naturalnie powoduje mniejsze zapotrzebowanie na surowiec, co w konsekwencji oznacza albo jeszcze większe straty albo stopniowe wygaszanie wydobycia. Rząd wykonał już pierwsze kroki w kierunku likwidacji większej części kopalni, ale zagwarantował jednocześnie finansową niezmienną w tym obszarze praktycznie do 2050 roku.



Rys. 2. Prognoza Ministerstwa Energii wzrostu produkcji energii elektrycznej i zmiany źródeł jej wytwarzania

Co w praktyce te wszystkie zobowiązania oznaczają dla przedsiębiorców?

Nic innego jak dodatkowe koszty w postaci podatków oraz innych opłat dodatkowych. Większość z nich zawarta będzie (lub już jest) w rachunkach za energię elektryczną. Ktoś przecież przynajmniej w części musi pokryć koszty zobowiązania Polski do oczekiwań środowiskowych UE.

KOMPLEKSOWE PODEJŚCIE DO REDUKCJI KOSZTÓW

Wszystkie zmiany, które będziemy obserwować na rynku energii i rynkach z nim związanych nigdy wcześniej nie były tak jednoznacznym argumentem, aby zacząć w sposób zorganizowany i profesjonalny zarządzać kosztami energii elektrycznej – przekonuje Marcin Zubrycki prezes AnywhereTo. Przede wszystkim trzeba zrozumieć, na co mamy wpływ bezpośredni i co możemy zrobić, aby docelowo ograniczać koszty jednego z najważniejszych surowców w produkcji przemysłowej.

Przede wszystkim konieczne jest podejście kompleksowe. Dziś odpowiednie zarządzanie daje najlepsze efekty tylko wtedy, kiedy zagospodarujemy każdą możliwą przestrzeń w procesie produkcji. Czemu zatem nie zrobić tego samego w przypadku energii elektrycznej? Żeby zrozumieć, co w praktyce to oznacza, trzeba podzielić obszary działania na 3 kategorie. Świadomie pomijam obszar termomodernizacji budynków i urządzeń, bo jest to temat na oddzielny artykuł.

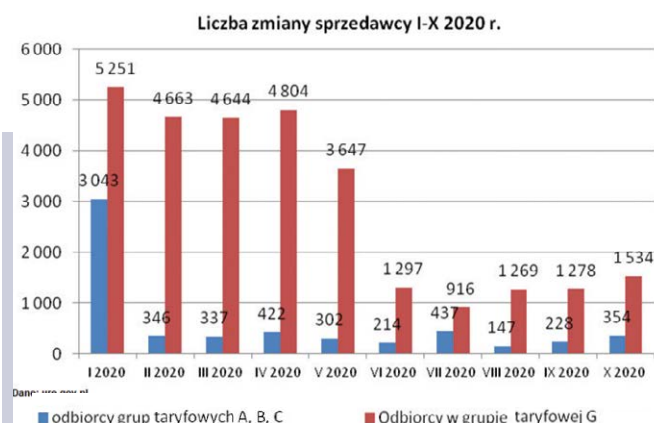
Poniżej skupimy się na kilku głównych obszarach, które stosunkowo łatwo wdrożyć i nie wywierają znaczącego wpływu na już istniejące procesy produkcji.

- Stawka za energię czynną (czyli za realnie zużytą energię elektryczną) wyrażana w pln za MWh

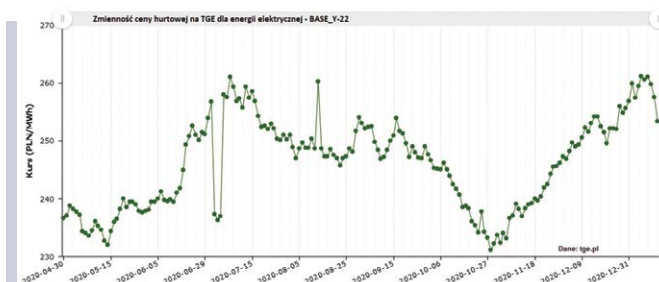
Po pierwsze bądź świadomym konsumentem i przed podpisaniem nowej umowy porównaj warunki przynajmniej u jeszcze jednego sprzedawcy. Od lat rynek energii dla taryf biznesowych jest uwolniony, co oznacza, że każdy przedsiębiorca, może skorzystać z oferty dowolnego sprzedawcy energii elektrycznej w Polsce. Niestety, jak pokazują dane z URE, mamy długą drogę do przebycia w kwestiach świadomości i wiedzy na temat optymalizacji stawek za energię czynną (rys. 3)

Rzeczywistość pokazuje, że jedynie ok. 14% klientów w taryfach A, B i C decyduje się na zmianę sprzedawcy. W większości sytuacji jest to równoznaczne z tym, że płacą oni za energię elektryczną zdecydowanie więcej niż mogliby płacić.

Po drugie umowę na kolejny rok lub lata podpisujemy wtedy, kiedy cena na Towarowej Giełdzie Energii jest zbliżona do naszych oczekiwań. Często powtarzającym się błędem jest czekanie z nową umową na koniec obecnego zobowiązania,



Rys. 3. Ilość zmian sprzedawcy w I-X 2020 r.



Rys. 4. Zmienność ceny kontraktowanej na rok 2022 na Towarowej Giełdzie Energii

co niestety w większości wypadków kończy się znacznie wyższą stawką za MWh, niż można było wynegocjować. Przykładem może być stawka hurtowa za energię kontraktowaną na rok 2022. Różnica pomiędzy minimum, a maksimum to ponad 30 pln za MWh (rys. 4). Dla przedsiębiorstwa, które zużywa 1000MWh to różnica rzędu 30 tys. pln rocznie – i wynikająca tylko i wyłącznie z okresu, w którym decydujemy się podpisać umowę na rok 2022.

Warto również pamiętać, że na rynku istnieje kilka modeli kupna energii elektrycznej i ten najbardziej popularny, w którym kupujemy energię na cały rok z góry z jednakową stawką, wcale nie musi być najbardziej optymalny. Wszystko uzależnione jest od specyfiki pracy w przedsiębiorstwie i profilu zużycia energii elektrycznej w ciągu całej doby.

- Opłaty przesyłowe, czyli część dystrybucyjna

Najbardziej dotkliwą opłatą w tej części jest tzw. opłata mocowa. Pojawi się w rachunkach za energię od 01.01.2021 i robi największe zamieszanie wśród przedsiębiorców. Zaska-

REKLAMA

Chcesz zaoszczędzić nawet 25% na kosztach energii elektrycznej?

GWARANTUJEMY

- Najniższą stawkę za energię czynną
- Własne źródło energii: fotowoltaika, kogeneracja
- Optymalizacja kosztów przesyłu energii

ZADZWOŃ DO NAS

+48 22 250 80 99

+48 576 204 085

NAPISZ DO NAS

Biuro@anywhereto.pl

WWW.ANYWHERETO.PL

kujące jest to, że przy przeprowadzonych ankietach wśród 140 przedsiębiorców płacących powyżej 20 tysięcy zł miesięcznie za energię elektryczną tylko 20% było świadomych nowej opłaty na rachunku. Jej wysokość została ustalona na 76,20 zł za każdą MWh zużytą od poniedziałku do piątku w godzinach 07:00 – 22:00. Warunki takie oznaczają, że opłata dotknie większość przedsiębiorstw dla znaczącego wolumenu zużywanej energii, co przełoży się na wzrost wartości całego rachunku za energię elektryczną od 7% do 20%. Symulacje opłat obrazuje rys. 5.

Dodatkowymi elementami, które warto prześledzić są m.in.:

- opłata za ustaloną moc umowną (wyrażona w kW) – tu bardzo często spotykanymi kosztami jest opłata za zbyt dużą wartość mocy umownej, której nigdy nie wykorzystamy, a płacimy za nią co miesiąc lub odwrotnie kary za przekroczenie wartości mocy umownej, które są zdecydowanie bardziej odczuwalne. Opłata za przekroczenie ustalonej z Zakładem Energetycznym wartości mocy umownej to 10-krotność opłaty cennikowej (za przekroczenie 1 kW mocy płacimy karę równą opłacie na 10 kW);
- opłaty za przekroczenie energii biernej pojemnościowej oraz indukcyjna. Energia bierna indukcyjna to inaczej energia bierna pobrana. Energia bierna pojemnościowa to inaczej energia bierna oddana. Zarówno energia indukcyjna, jak i energia pojemnościowa mają tę samą jednostkę miary: kVAh (czyt. kilowatogodzina). W tym przypadku Zakład Energetyczny pozwala na udział ww. energii jednak wyznacza limity, których przekroczenie równoznaczne jest z naliczeniem kary. Wartość kar przy dużych urządzeniach jak silniki, transformatory czy nawet duża ilość oświetlenia typu LED może powodować naliczanie kar w wysokości kilku, a nawet kilkunastu tysięcy złotych miesięcznie.

Większością wymienionych opłat można zarządzać w taki sposób, aby ich wartość była zredukowana do minimum. Opłatami za moc umowną bez problemu zarządzimy sami, znając specyfikę pracy naszych urządzeń. Warto również pamiętać, że mamy prawo ustalić roczny harmonogram wartości mocy umownej, tak aby jej poziom uzależnić od sezonowości pracy przedsiębiorstwa. W przypadku opłaty mocowej oraz kompensacji energii biernej temat nie jest już taki prosty i jednoznaczny i najlepszym rozwiązaniem będzie skorzystanie z pomocy eksperckiej firm, które profesjonalnie zajmują się optymalizacją kosztów.

• Własne źródło wytwórcze energii elektrycznej

W obecnych czasach powinniśmy zadać sobie pytanie „kiedy”, a nie „czy” uniezależniać się od energii elektrycznej kupowanej na rynku. Mamy wiele możliwości, aby produkować własną energię elektryczną, ale nie zawsze w wystarczającej ilości, aby zapewnić sobie 100% pokrycie zapotrzebowania. Nie ma to jednak znaczenia w obecnej sytuacji rynkowej i nawet częściowa produkcja własna jest opłacalna nie tylko finansowo, ale również z perspektywy odpowiedzialności społecznej oraz uczestniczenia w rozwoju OZE. Pod uwagę powinny być brane dwa najbardziej efektywne kosztowo źródła wytwarzania, tj. fotowoltaika oraz kogeneracja lub trigeneracja.

Fotowoltaika obecnie przeżywa ogólnopolski boom zw. ramach rozwoju OZE, ale przede wszystkim dlatego, że jest po prostu opłacalna. Przy obecnych cenach energii instalacja fotowoltaiczna zaczyna na siebie zarabiać po 4–5 latach. Przez ten okres elektrownia słoneczna praktycznie nie powoduje dodatkowych kosztów, ponieważ przy np. wykorzystaniu leasingu rata finansowa będzie w wysokości równej uzyskanej oszczędności na opłatach za energię elektryczną. Oznacza to, że inwestycja cha-

	Przetwórstwo tworzyw sztucznych		
	Zakład I	Zakład II	Zakład III
Zużycie (MWh/rok)	1000	1000	1000
Tryb pracy	praca 7-22, 6 dni w tygodniu	praca na 2 zmiany, 5 dni w tygodniu	praca na 3 zmiany, 7 dni w tygodniu
Ilość energii, której dotyczyć będzie opłata mocowa	81%	70%	54%
Dodatkowy roczny koszt w części dystrybucyjnej (od 01.01.2021)	61 722 zł	53 340 zł	41 148 zł

Rys. 5. Symulacja kosztów opłaty mocowej w zależności od organizacji pracy w zakładzie

rakteryzuje się ok. 20% rentownością roczną, która finansowana jest z wygenerowanych oszczędności. Występują też pewne ograniczenia jak wielkość powierzchni, na której może powstać instalacja lub możliwości przyłączenia do sieci dystrybucyjnej, ale nawet przy minimalnych warunkach własna elektrownia słoneczna jest opłacalna.

Kogeneracja/trigeneracja to prawdopodobnie najlepsze źródło energii elektrycznej, ale jednocześnie posiadające największe wymagania. Na czym polega kogeneracja? To, w najprostszym tłumaczeniu, proces, w którym ciepło oraz energia elektryczna wytwarzane są jednocześnie, co umożliwia znacznie efektywniejsze wykorzystanie energii pierwotnej niż w przypadku niezależnej produkcji. I właśnie ciepło jest produktem, które powinno móc zostać wykorzystane w przedsiębiorstwie w procesie technologicznym lub odprowadzone do sieci ciepłowniczej. Możemy przy użyciu systemów trójgeneracji energię ciepłą zamienić w chłód (temperatura ok. 6 stopni Celsjusza), ale nadal należy je spożytkować w procesach produkcyjnych. W przeciwnym razie wykorzystanie jedynie energii elektrycznej jest ekonomicznie niezasadne. Obecnie działalność systemów kogeneracyjnych wspierana jest systemem dopłat poprzez tzw. premie gwarantowane, co znacząco poprawia rentowność inwestycji. Szacuje się, że przy optymalnym działaniu procesu kogeneracji inwestycja zwraca się w 2–3 lata.

PODSUMOWANIE

W złożonych obszarach, a takim jest obszar zarządzania energią elektryczną, nie ma jednoznacznego i uniwersalnego scenariusza, który można uruchomić jako standard w większości przedsiębiorstw. Aby znaleźć miejsca do poprawy, przygotować odpowiednie rozwiązania, zarówno techniczne jak i finansowe, trzeba poświęcić czas oraz posiadać odpowiednią wiedzę ekspercką. Warto zadać sobie pytanie: Czy na moją pozycję rynkową wpływa koszt energii elektrycznej? Jeśli „nie”, to nie różni się więcej niż obecnie. Jeśli „tak”, to zacznijmy korzystać z możliwości, jakie daje rynek. Nawet jeśli dziś tego nie potrzebujemy, to rozważmy, co będzie za 2–3 lata, skoro już dziś w Polsce mamy najwyższe ceny energii elektrycznej w Europie (rys. 6).

Przewagę konkurencyjną budujemy latami, dlatego droga do jej osiągnięcia w perspektywie kosztu surowca, jakim jest energia elektryczna, jest tylko jedna – optymalizacja kosztów zakupu oraz własne źródło wytwórcze uniezależniające nas od nieprzewidywalnego rynku hurtowego energii, na który coraz mniejszy wpływ ma rynek, a coraz większy polityka.



tworzywa.pl



NIE MA
ŚWIATA

BEZ
TWORZYW

Wykorzystanie metody przyrostowej w prototypowaniu

Adrianna Borysiewicz, Paulina Gonera, Dominika Łęgowik, Tomasz Dembiczak

W artykule przedstawiono chronologię wykonania fizycznego prototypu przez studentów Akademii im. Jana Długosza w Częstochowie. Przedstawiono zaprojektowane modele przestrzenne w myśl zasady od pomysłu do produktu. Opisano metodę szybkiego prototypowania z wykorzystaniem techniki druku 3D, dobór filamentów oraz parametrów druku.

Coraz szybszy postęp technologiczny oraz rozwój przemysłu sprawia, iż producenci zmuszeni są stale udoskonalać techniki produkcyjne i zmniejszać koszty wytwarzania, aby móc być konkurencyjnym na rynku. Od początku XX wieku dokładność obróbki oraz pomiarów wzrosła niemal 4 razy, wszystko to jest zasługą rozwoju kształtowania przyrostowego [1]. Technika ta polega na automatyzacji procesów wytwarzania za pomocą drukarek 3D oraz obrabiarek wyposażonych w układy sterowania numerycznego. Technologia druku 3D polega na warstwowym wytwarzaniu przedmiotów za pomocą modeli trójwymiarowych zaprojektowanych w środowisku CAD. Dynamiczny rozwój drukarek 3D pozwolił w znacznym stopniu zmniejszyć koszty oraz czas wytwarzania prototypów a co za tym idzie, zwiększyć dokładność wytwarzanych w procesie produkcji przemysłowej części oraz urządzeń. Drukarki 3D pomimo zaawansowanej technologii nie są drogie. Wykorzystywane są głównie do szybkiego prototypowania, począwszy od osób prywatnych aż po wielkie zakłady produkcyjne, stosowanie ich usprawnia system doskonalenia projektów [2].

METODY SZYBKIEGO PROTOTYPOWANIA

Szybkie prototypowanie znane też pod nazwą *rapid prototyping* to addytywne metody i technologie, które umożliwiają zaprojektowanie przedmiotu lub danego modelu 3D w architekturze CAD. Model zapisany w systemie CAD jest kolejno konwertowany do formatu STL, który jest domyślnym dla technologii szybkiego prototypowania. Dzięki jej zastosowaniu możliwe jest zarówno stworzenie modeli poglądowych, jak i całych układów funkcjonalnych. Rozwój technologii szybkiego prototypowania sprawił, że pojawiło się wiele odrębnych i różniących się metod. Do najważniejszych i ciągle rozwijających należą [1]:

- FDM (*Fused Deposition Modeling*) polega na osadzaniu uplastycznionego materiału za pomocą dwudyszowej głowicy. Materiał jest osadzany na platformie roboczej, obniżającej się stopniowo wraz z nakładaniem kolejnych warstw tworzących model, zgodnie z elektronicznym modelem w formacie STL. Dysza nakładając materiał, porusza się nad platformą w płaszczyźnie XY, platforma wykonuje ruch przestawiający wzdłuż osi Z;
- SLA (stereolitografia) polega na punktowym utwardzaniu ciekłego materiału (żywicy epoksydowej lub akrylowej) przy użyciu wiązki laserowej małej mocy. Naświetlona promieniowaniem ultrafioletowym żywica fotoutwardzalna ulega polimeryzacji – utwardzeniu. Po nałożeniu i utwardzeniu jednej warstwy, proces jest powtarzany dla kolejnej i tak aż do wyprodukowania całego modelu;
- POLYJET jest to metoda podobna do metody SLA z tą różnicą, że nie ma konieczności dodatkowego utwardzania war-

stwa po warstwie. Utwardzanie jest wykonywane dopiero po zakończonym procesie za pomocą światła UV. Dzięki temu jest możliwe uzyskanie cienkiej warstwy, co wpływa na gładkość powierzchni danego elementu;

- SLS (*Selective Laser Sintering*) w tej metodzie na stół roboczy nakładane są warstwy proszku, a następnie są one utwardzane za pomocą procesu spiekania światłem laserowym. W technologii tej używa się materiałów ceramicznych i metali taki jak np. stal, brąz.

ZASTOSOWANIE W PRAKTYCE TECHNIK DRUKU 3D

Druk 3D ma szeroki wachlarz zastosowań. Nowoczesna metoda wytwarzania prototypów i modeli znajduje uznanie nie tylko w firmach produkcji przemysłowej dążących do udoskonalenia swoich produktów, ale także w modzie, medycynie czy energetyce. Do głównych obszarów zastosowania druku 3D możemy zaliczyć [3]:

- przemysł maszynowy świetnie wykorzystuje możliwości druku 3D do zmniejszenia kosztów produkcji, ponieważ w przeciwieństwie do tradycyjnych metod produkcji ubytkowej, gdzie usuwa się niepotrzebną część materiału, druk 3D zużywa tylko tyle materiału, ile niezbędne jest do wyprodukowania danego elementu bądź modelu [3];
- motoryzacja również coraz częściej korzysta z tej technologii do zmniejszenia kosztów produkcji oraz ograniczenia czasu prototypowania elementów konstrukcyjnych. Większość przypadków zastosowania druku 3D w motoryzacji, odnosi się do pojedynczych części między innymi pokryw silnika czy rur wydechowych, z tego rozwiązania korzystają najbardziej znane marki samochodowe takie jak Volkswagen, Volvo, Ford czy Opel. Odnotowano również przypadek wyprodukowania technologią druku 3D całego samochodu, pojazd o nazwie Urbee powstał w Kanadzie, jest bardzo ekologiczny i może rozwinać prędkość nawet do 110 km/h pomimo swojej jednocylindrowej, ośmionkowej jednostki napędowej [3];
- w architekturze i budownictwie druk 3D stał się nieodłącznym elementem w projektowaniu domów, mieszkań, a także całych budynków dzięki możliwości produkowania makiet architektonicznych. W Chinach rozpoczęto również produkcję całych gotowych domów z materiałów pochodzących z recyklingu przeznaczonych dla mniej zamożnej części społeczeństwa, ponieważ koszt wydruku takiego domu nie przekracza 4000 USD [3];
- medycyna rozwija się w kierunku wykorzystywania technologii druku 3D. Niesie to ogromne nadzieje dla ludzi niepełnosprawnych oraz ciężko chorych. Obecnie szybkie prototypowanie wykorzystywane jest między innymi do produkcji protez zastę-

pujących kończyny ruchu, protez stomatologicznych, produkowania całych funkcjonujących prawidłowo narzędzi [3];

- edukacja obejmująca wiedzę z zakresu szybkiego prototypowania w wielu krajach między innymi Japonii, Stanach Zjednoczonych, Australii czy Wielkiej Brytanii rozpoczyna się już od poziomu szkół gimnazjalnych. Rozwija ona przede wszystkim kreatywność, a dla nauczycieli, którzy korzystają z makiet i modeli 3D, jest dużym udogodnieniem i pomocą dydaktyczną ze względu na fakt, iż dużo łatwiej przyswaja się wiedzę w praktyce niż w teorii [3].

KONSTRUKCJA I EKSPLOATACJA DRUKARKI 3D

Budowa drukarek 3D na przestrzeni lat zmieniała się wielokrotnie, w dużej mierze różnice w budowie współczesnych drukarek wynikają z tego, czy drukarka ma konstrukcję zamkniętą, czy otwartą (rys. 1), od jakiego producenta pochodzi, jak również czy ma służyć głównie do prototypowania większych czy mniejszych modeli.

W budowie każdego urządzenia są jednak elementy stanowiące podstawę technologiczną każdej drukarki 3D, możemy do nich zaliczyć między innymi:

- stelaż podtrzymujący wszystkie elementy drukarki;
- stół, na którym drukowany jest zaprojektowany model przestrzenny, stół podgrzewany o standardowych wymiarach 150×150 mm;
- ekstruder jest to mechanizm popychania filamentu, gdzie docisnięty do radełka filament jest popychany w głąb głowicy;
- prowadnice pozwalające przemieścić podłoże oraz ekstruder w określonej przestrzeni drukowania;
- silniki krokowe odpowiadające za przemieszczanie ekstrudera oraz podłoża po prowadnicach;
- panel sterujący służący do monitorowania pracy drukarki, informujący o postępach oraz posiadający możliwość ręcznego ustawienia parametrów i kalibracji [5].

Materiałem stosowanym podczas drukowania 3D jest filament (rys. 2). Jest to odpowiednik tuszu używanego w klasycznych drukarkach. Pod względem kształtu filament przypomina nić nawiniętą na szpulę [6].

Temperatura drukowania w głównej mierze zależy od rodzaju filamentu oraz szybkości drukowania. Przy zwiększonej prędkości druku, temperatura dyszy powinna być ustawiona przy górnej granicy. We współczesnych małych drukarkach 3D używa się zazwyczaj tylko dwóch rodzajów filamentów, choć obecny rynek oferuje ich o wiele więcej, są to ABS i PLA [6]. Filamenty sprzedawane są w różnych wariantach długości, grubości oraz koloru. Obecnie w sprzedaży mamy dostępne takie filamente jak [1, 6]:

- Polilaktyd (PLA) jest to jeden z dwóch najpopularniejszych rodzajów filamentów do drukarek 3D domowego użytku, jest to materiał miękki i elastyczny, dostępny w wielu kolorach oraz wariantach przezroczystych czy matowych. Filament PLA produkowany jest z roślin takich jak kukurydza czy ziemniaki;

- Laywoo-d3 charakterystyczny filament, który swoim wyglądem oraz zapachem przypomina drewno, ponieważ niemal połowa jego struktury to właśnie przetworzone drewno oraz polimerowe spoiwo. Filament ten może przybierać różną jasność w zależności od temperatury druku;
- HIPS, czyli inaczej polistyren wysoko udurowiony, to stosunkowo tani filament używany do tworzenia ostatecznych wersji modeli lub jako materiał podporowy. Wydrukowane elementy filamentu HIPS posiadają gładką powierzchnię, co oznacza brak widocznych linii tworzących warstwy druku;
- Laybrick to filament o kruchej i łamliwej strukturze, który wyglądem przypomina piaskową skałę. W zależności od temperatury druku może mieć powierzchnię szorstką lub całkowicie gładką;
- Nylon charakteryzuje się elastycznością oraz wysoką odpornością na uszkodzenia mechaniczne. Minusem tego materiału jest duża tendencja do odkształcenia i kurczenia się;
- ABS, czyli kopolimer akrylonitrylo-butadienowo-styrenowy, prawie najczęściej stosowany filament w druku 3D. Z tego tworzywa produkowane są klocki LEGO. Materiał ten charakteryzuje się dużą paletą barw.

ZAŁOŻENIA PROJEKTOWE

W ramach zajęć dydaktycznych Projekt Inżynierski II na kierunku Inżynieria Bezpieczeństwa Akademii im. Jana Długosza w Częstochowie studenci pracowali w grupach. Grupy liczyły w składzie po trzy osoby. Każdy uczestnik zespołu miał do wykonania następujące zadania:

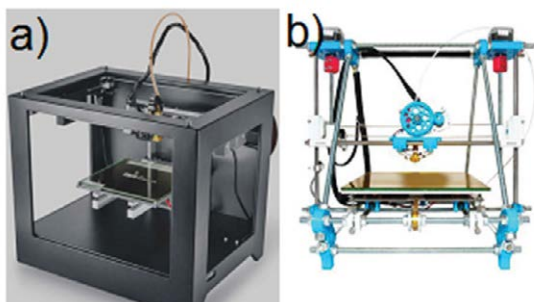
- praca zespołowa w celu omówienia własnych pomysłów;
- wykonanie wstępnych szkiców ręcznych;
- analiza wykonanych szkiców;
- wykonanie modelu przestrzennego na podstawie opracowanych szkiców;
- analiza modeli przestrzennych i wybór najlepszego pomysłu;
- wykonanie fizycznego prototypu najlepszego pomysłu według ustaleń zespołu.

Celem projektu było wykonanie fizycznego prototypu kubka. Do osiągnięcia założonego celu, w pracy wykorzystano program komputerowy do modelowania przestrzennego SolidWorks 2016 oraz drukarkę 3D firmy DEXER. Proces prototypowania podzielono na trzy etapy.

W pierwszym etapie powstały szkice koncepcyjne. Na rysunkach 3–5 przedstawiono szkice wykonane ręcznie.

W etapie drugim powstały modele przestrzenne naszkicowanych kubków. Na rysunku 6 przedstawiono wirtualne prototypy kubków.

W etapie trzecim wykonano fizyczny prototyp kubka przy wykorzystaniu drukarki 3D. Drukarka znajduje się na wyposażeniu pracowni prototypowania 3D w Instytucie Techniki i Systemów Bezpieczeństwa. Drukarka wyposażona jest w stół nagrzewany



Rys. 1. Drukarka 3D: a) z obudową zamkniętą, b) z obudową otwartą [4]



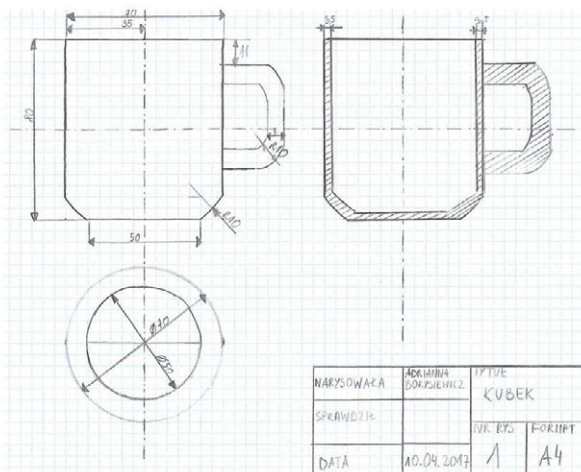
Rys. 2. Filament typu PLA [6]

do temperatury 100°C o obszarze drukowania 200×200×200 mm. Posiada dwie głowice drukujące o średnicy 0,4 mm, średnica stosowanych filamentów wynosi 1,75 mm.

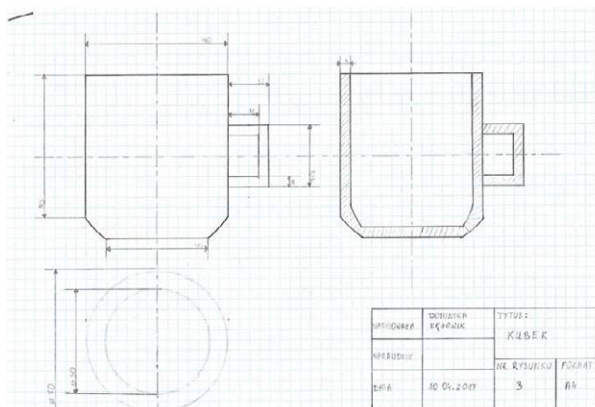
Proces drukowania 3D możliwy jest po wprowadzeniu parametrów technologicznych oraz wygenerowaniu G-Code. Do tego celu służą slicery; są to programy komputerowe z rodziny programów CAM.

Do przygotowania procesu drukowania fizycznego prototypu wykorzystano darmowy program Cura 15.04. 3, wprowadzając parametry technologiczne druku dla filamentu PLA oraz wygenerowano G-Code.

- wysokość warstwy 0,2 mm;
- grubość powłoki 1,2 mm;
- grubość spodu 1,2 mm;



Rys. 3. Przykładowy szkic wg pierwszej koncepcji [opracowanie własne]



Rys. 5. Przykładowy szkic wg trzeciej koncepcji [opracowanie własne]

- gęstość wypełnienia 20%;
- prędkość drukowania 40 mm/s;
- temperatura drukowania 210°C (tj. temperatura głowicy drukującej);
- temperatura stołu 80°C.

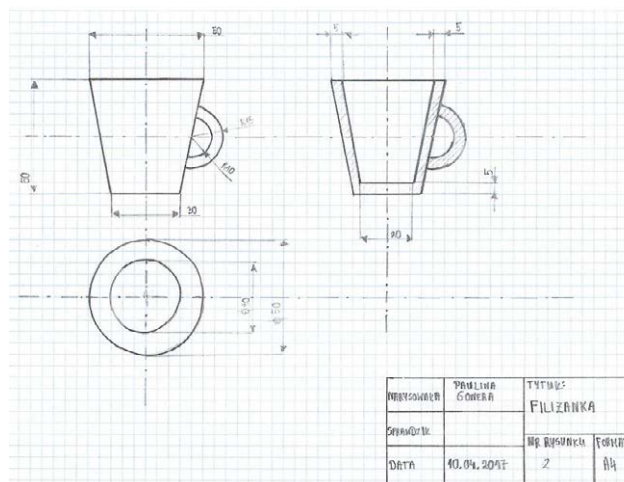
Na rysunku 7 przedstawiono okno programu Cura z czytanim modelem w formacie pliku STL. Na rysunku 8 przedstawiono wczytany model z wprowadzonymi parametrami druku i wygenerowanym G-Code.

W programie Cura możliwa jest wizualizacja procesu drukowania 3D. Na rysunku 9 przedstawiono widok budowania modelu, który składa się z 260 warstw, oszacowano czas drukowania na 2 godziny i 36 minut, określono zużycie filamentu na 26 gramów.

Etapy powstawania fizycznego prototypu od pomysłu do produktu przedstawiono na rysunku 10.

PODSUMOWANIE

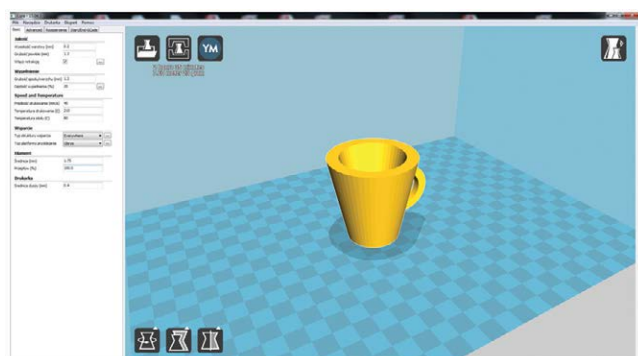
W przemyśle drukarki 3D są wykorzystywane m.in. do tworzenia modeli prototypów w celu analizy projektowo-konstrukcyjnej



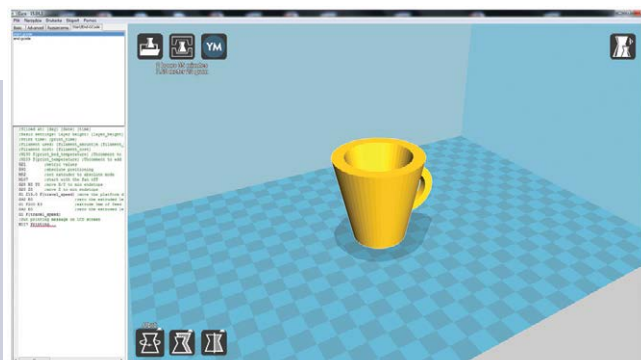
Rys. 4. Przykładowy szkic wg drugiej koncepcji [opracowanie własne]



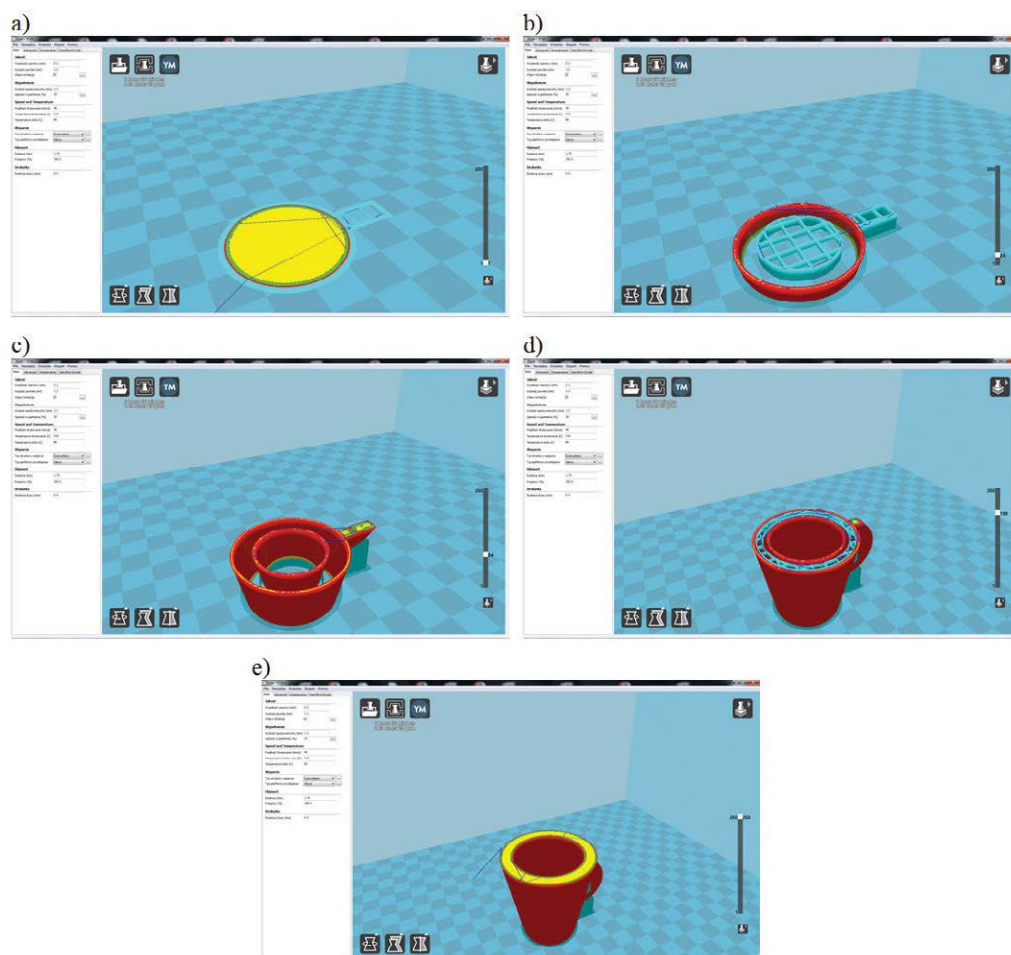
Rys. 6. Widok modeli zaprojektowanych kubków [opracowanie własne]



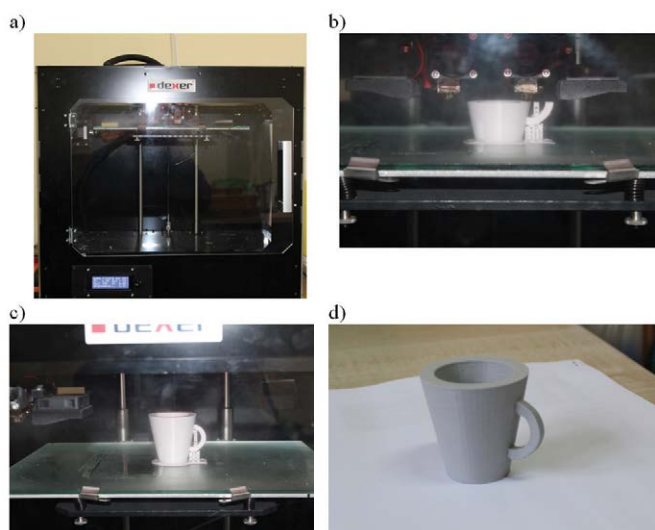
Rys. 7. Wprowadzone parametry technologiczne druku w programie Cura dla filamentu PLA [opracowanie własne]



Rys. 8. Wygenerowany w taki sposób G-Code wprowadzany jest na nośniku karty SD do drukarki [opracowanie własne]



Rys. 9
Widok poszczególnych etapów procesu drukowania:
a) obrys podstawy,
b) wypełnienie pustych przestrzeni między ściankami,
c) budowa ścianki oraz podpory na ucho,
d) zaawansowany etap drukowania,
e) zakończenie procesu drukowania
[opracowanie własne]



Rys. 10. Szybkie prototypowanie zaprojektowanego kubka
[opracowanie własne]

danego detalu wprowadzanego do produkcji przemysłowej po raz pierwszy. Wykorzystanie drukarek w szybkim prototypowaniu pozwala na wyeliminowanie błędów konstrukcyjnych, co związane jest z obniżeniem kosztów produkcji.

Cel projektu został zrealizowany z wykorzystaniem nowoczesnych technik szybkiego prototypowania.

Opracowany model fizyczny prototypu jest tylko początkową fazą projektowo-konstrukcyjną. Wprowadzenie kubka na rynek wymaga opracowania opłacalnej technologii jego produkcji. Nie jest opłacalne wykorzystanie drukarki 3D w produkcji seryjnej, ponieważ czas drukowania jest zbyt długi.

Projekt Inżynierski II na kierunku Inżynieria Bezpieczeństwa pierwszego stopnia był dla studentów cennym doświadczeniem pracy w zespołach i ogromną szansą nabycia praktycznych umiejętności projektowo-konstrukcyjnych, szczególnie istotnych w momencie rozpoczęcia życia zawodowego.

LITERATURA

- [1] P. Siemiński, G. Budzik: Techniki przyrostowe – Druk3D. Drukarki 3D, Oficyna Wydawnicza Politechniki Warszawskiej 2015 r.
- [2] Z. Weiss, R. Konieczny, M. Rojek, D. Stępiak: Projektowanie Technologii Maszyn w Systemach CAD/CAM, Wydawnictwo Politechniki Poznańskiej 1996 r.
- [3] <http://www.cadxpert.com.pl/zastosowania-druku-3d-cadxpert.html> [18.12.2017].
- [4] <http://www.naszeoko.pl/budowa-drukarek-3d/> [20.12.2017].
- [5] ABC Drukowania 3D Propox opracowanie w formacie PDF.
- [6] <http://imged.pl/filmenty-pla-do-drukarek-3d-1-75-mm-21588794.html> [15.01.2018].

Artykuł został opublikowany w Pracach Naukowych Akademii im. Jana Długosza w Częstochowie. Technika, Informatyka, Inżynieria Bezpieczeństwa, 2018, T. 6, s. 45–56.

Adrianna Borysiewicz

Paulina Gonera

Dominika Łęgowik

dr inż. Tomasz Dembiczak

Wydział Nauk Ścisłych, Przyrodniczych i Technicznych
Uniwersytet Humanistyczno-Przyrodniczy
im. Jana Długosza w Częstochowie
Al. Armii Krajowej 13/15, 42-200 Częstochowa

Efekt Plus z nową linią technologiczną

Zakład Produkcji Foliai Efekt Plus to jeden z czołowych producentów folii stretch w Europie, który, z myślą o klientach i spełnianiu ich oczekiwań, stale inwestuje w rozwój i wprowadza nowe innowacyjne produkty. Niedawno firma poinformowała na swojej stronie internetowej, że rozpoczęło prace montażowe nowej linii technologicznej, która będzie zlokalizowana w hali produkcyjnej na terenie Parku Naukowo Technologicznego – Rzeszów – Dworzysko. Moce produkcyjne nowej inwestycji będą wynosić 20 tys. ton rocznie, a po zakończeniu i uruchomieniu linii, możliwości produkcyjne firmy będą wynosić 165 tys. ton folii stretch rocznie.

Zakup i instalacja nowej linii produkcyjnej jest kolejnym krokiem firmy Efekt Plus, mającym na celu unowocześnienie parku maszynowego. Nowa linia technologiczna pozwoli na powiększenie asortymentu firmy o 13-warstwową folię pre-stretch, która dostępna będzie pod nazwą Eco Performance Pre-Stretch. Warto zaznaczyć, że będzie to pierwsza na świecie folia pre-stretch produkowana bezpośrednio na linii produkcyjnej. Dotychczas folie tego rodzaju były produkowane na przewijarkach.

W przypadku folii pre-stretch, produkowanej przez Zakład Produkcji Foliai Efekt Plus, innowacyjna linia produkcyjna, wysokiej jakości surowce, przeszkolona kadra pracowników oraz szczegółowe testy laboratoryjne będą gwarancją osiągnięcia wysokich parametrów jakościowo-wytrzymałościowych tego produktu.

Warto wspomnieć, że Eco Performance Pre-stretch to ruch w kierunku Eco i Ekonomii. Nowy produkt firmy Efekt Plus w porównaniu do standardowej folii stretch, pozwoli zredukować zużycie folii podczas owijania towaru o około 30%. W ten sposób firmy mogą ograniczyć ilość zużytej folii i jednocześnie oszczędzić na kosztach zabezpieczania towaru. Dodatkowo folie będzie można w 100% poddać recyklingowi.

Więcej informacji na temat tego innowacyjnego produktu znajdą Państwo na stronie www.folia-stretch.pl.



www.folia-stretch.pl

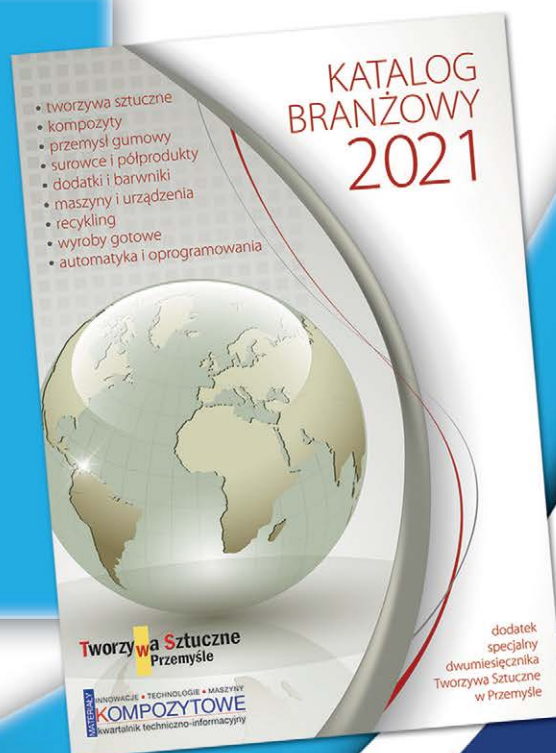
REKLAMA

WYCHODZĄC NAPRZECIW PAŃSTWA OCZEKIWANIOM
PRZYGOTOWUJEMY KOLEJNĄ EDYCJĘ
KATALOGU BRANŻOWEGO 2021,
KTÓRY BĘDZIE POMOCNĄ WSKAZÓWKĄ PRZY WYBORZE
PRODUKTÓW I GOTOWYCH ROZWIĄZAŃ FIRM.

- KATALOG TO SPIS FIRM UPORZĄDKOWANYCH
TEMATYCZNIE I ALFABETYCZNIE.
- ZAPRASZAMY PAŃSTWA DO ZAMIESZCZANIA
WPISÓW ORAZ REKLAM W KATALOGU BRANŻOWYM 2021.
- CENA WPISU WYNOŚI 40 ZŁ NETTO.
- REKLAMY I WPISY DO KATALOGU NALEŻY PRZESŁAĆ DO KOŃCA ROKU.
- KATALOG W FORMIE DRUKOWANEJ ORAZ DO POBRANIA
ZE STRONY INTERNETOWEJ CZASOPISMA.

KATALOG BRANŻOWY 2021

ul. Żorska 1/45, 47-400 Racibórz
tel. 32-733 18 01, kom. 570 498 067
email: katalog@tworzywasztuczne.biz, redakcja@tworzywasztuczne.biz
www.tworzywasztuczne.biz



dodatek
specjalny
dwumiesięcznik
Tworzywa Sztuczne
w Przemśle

Zastosowanie analizy Pareto-Lorenza oraz diagramu Ishikawy do analizy przyczyn powstających niezgodności w procesie produkcji artykułów gospodarstwa domowego

Przyczyny niezgodności w procesie produkcji artykułów gospodarstwa domowego

Dominika Strycharska, Mariusz Salwin, Jan Lipiak, Michał Andrzejewski

W artykule omówione zostały elementarne kwestie dotyczące audytu wewnętrznego, przedstawiono również narzędzia zarządzania jakością takie jak diagram Pareto-Lorenza oraz diagram Ishikawy. Przeprowadzone analizy pozwoliły na zidentyfikowanie najbardziej istotnych wad występujących w produkowanych wyrobach. Pogłębiona analiza najczęściej występującej niezgodności, jaką są przebarwienia, pozwoliła określić przyczyny jej powstawania oraz zaproponować odpowiednie działania naprawcze.

Obecnie przedsiębiorstwa produkcyjne dużą uwagę skupiają na zagadnieniach związanych z wydajnością produkcji, wadliwością wytworzonych wyrobów, redukcją kosztów oraz maksymalizacją zysków. Ciągły rozwój technologii produkcji powoduje, że przedsiębiorstwa stosują audyty i oceny wykorzystywanej technologii. Związane jest to przede wszystkim z chęcią wprowadzania ciągłych usprawnień, które dają możliwość uzyskiwania lepszych wyników finansowych, pozyskania nowych klientów oraz ciągłego rozwoju przedsiębiorstwa.

W każdym przedsiębiorstwie można dostrzec różnego rodzaju uchybienia i niezgodności związane z wadliwymi produktami, parametrami procesu produkcyjnego, stanem wykorzystywanych maszyn, nieprawidłowo funkcjonującymi drogami komunikacyjnymi czy też brakiem wiedzy.

Celem pracy było znalezienie przyczyn błędów w produkcji oraz propozycja działań mających na celu ich eliminację.

AUDYT WEWNĘTRZNY

Audyt jest niezależną oceną danego procesu, produktu, projektu, systemu bądź organizacji. Audytowany przedmiot badany jest pod względem zgodności z ustalonymi wzorcami, standardami, listami kontrolnymi, normami, wewnętrznymi przepisami organizacji (procedury, polityki) lub przepisami prawa. Audyt przeprowadzany jest przez niezależnych specjalistów (zewnętrznych bądź wewnętrznych). Pojęcie audytu wykorzystywane jest w sektorze publicznym i prywatnym [3, 7]. Obecnie audyt jest przeprowadzany w ukierunkowany sposób i raczej ma na celu usprawnienie działania organizacji, aniżeli na wskazanie błędów i nieprawidłowości.

Jednym z celów audytu w procesie zarządzania jakością jest ocena potrzeby doskonalenia lub podjęcia działań korygujących [8]. Należy jednak wyraźnie podkreślić, że audyt wewnętrzny nie jest specjalnym rodzajem kontroli. Jego zadaniem jest bezstronna ocena realizacji przyjętych założeń i zobowiązań. Dlatego ważne jest, aby był przeprowadzany przez osoby nie ponoszące bezpośredniej odpowiedzialności za obszar systemu poddawany audytowi [4]. Poprzez wykonywanie zaplanowanych audytów we-

wnętrznym uzyskuje się obraz aktualnego stanu systemu zarządzania w przedsiębiorstwie, co pozwala na zapobieganie ewentualnym odchyleniom w przyszłości. Ponadto audyt dostarcza kierownictwu odpowiedzi na pytanie, czy procesy technologiczne lub usługi realizowane są zgodnie z założeniami w dokumentacji i wymaganiami odbiorcy.

W przypadku informacji o niezgodnościach uzyskiwanych od odbiorców i użytkowników, istnieje możliwość przeprowadzenia audytu wewnętrznego pozaplanowego, którego zadaniem jest ustalenie przyczyn ujawniających się niezgodności i ich eliminacja. Rezultatem prawidłowo przeprowadzonych wewnętrznych audytów jest wzrost zaufania przedsiębiorstwa do samego siebie.

WYBRANE NARZĘDZIA ZARZĄDZANIA JAKOŚCIĄ

Metoda Pareto-Lorenza zaliczana jest do tradycyjnych narzędzi zarządzania jakością, została ona stworzona przez V. Pareto, który był włoskim ekonomistą i socjologiem. Według niej 20-30% przyczyn występujących niezgodności powoduje aż 70-80% skutków. Inną nazwą to prawo 20-80 lub metoda ABC. Diagram ten wprowadza hierarchię czynników, które bezpośrednio wpływają na badane zjawisko [2, 5]. Tworzenie diagramu polega na [2, 5]:

- zebraniu informacji o konkretnym problemie;
- uporządkowaniu występujących przyczyn problemu według częstotliwości, z jaką występują;
- przedstawieniu wartości skumulowanych na wykresie kolumnowym;
- zaznaczeniu linii ilustrującej skumulowany udział procentowy;
- zaznaczeniu punktów, które odpowiadają za wartości skumulowane i połączeniu ich za pomocą linii (nazywana jest ona Krzywą Lorenza);
- dokładnym przeanalizowaniu i wyciągnięciu odpowiednich wniosków.

W wyniku przeprowadzonej analizy możliwe staje się zaproponowanie działań zapobiegawczych w stosunku do wąskiej grupy precyzyjnie wyselekcjonowanych przyczyn. Umożliwia to redukcję liczby wystąpień określonych rodzajów wad bez konieczności podejmowania kosztownych działań.

Diagram Ishikawy (przyczynowo-skutkowy) stanowi obecnie bardzo popularne narzędzie w zarządzaniu jakością. Jego nazwa pochodzi od nazwiska autora, jednak czasami z uwagi na swój kształt jest także zwany schematem rybiej ości lub schematem jodełkowym [6]. Jak większość narzędzi japońskich cechuje się on prostotą oraz dużą skutecznością [10]. Istotą diagramu Ishikawy jest graficzna prezentacja wzajemnych powiązań pomiędzy skutkami mogącymi je wywoływać różnorodnymi przyczynami. Odpowiednia wizualizacja z jednej strony wspiera proces poszukiwania przyczyn, z drugiej strony zapewnia zachowanie uporządkowanej struktury pomiędzy zidentyfikowanymi elementami [9]. Stosując metodę Ishikawy, należy postępować według następujących kroków:

- dokładna identyfikacja problemu i zapisanie go na głównej osi diagramu;
- rozpoznanie głównych przyczyn zidentyfikowanego problemu oraz zaznaczenie ich na osiach dochodzących do głównej osi diagramu;
- rozpoznanie przyczyn szczegółowych w ramach zidentyfikowanych wcześniej grup przyczyn i zaznaczenie ich na osiach dochodzących do osi głównych przyczyn.

CHARAKTERYSTYKA BADANEGO PRZEDSIĘBIORSTWA

Firma Plast istnieje od 1991 roku i zajmuje się produkcją artykułów gospodarstwa domowego. Wyroby produkowane są z tworzyw sztucznych wysokiej jakości. Zachowują swoje właściwości bez względu na warunki atmosferyczne. Produkty pakowane są zgodnie z wymogami, jakie dyktuje nam rynek handlowy. Przedsiębiorstwo oferuje możliwość realizacji zamówienia w krótkim czasie, według określonych standardów odbiorców takich jak: własne logo na oznakowaniu towaru, dowolna kolorystyka wyrobów, jak również opracowanie graficzne i druk etykiet. Odbiorcami towarów są pojedyncze hurtownie i sieci handlowe. Wieloletnia produkcyjno-handlowa działalność i zdobyte doświadczenie zapewniają klientom profesjonalną obsługę, a nieustanne unowocześnianie parku maszynowego sprawia, że produkty firmy są dla klienta atrakcyjne pod względem walorów użytkowych, estetycznych, jak również cenowych. Przedsiębiorstwo to osiąga sukces dzięki temu, że dostarcza klientom wyroby i usługi zgodne z ich potrzebami i oczekiwaniami, w sposób przynoszący im satysfakcję.

AUDYT WYDZIAŁU TWORZYW SZTUCZNYCH

Audyt wewnętrzny został przeprowadzony na wydziale tworzyw sztucznych. Ta komórka firmy pracuje na trzy zmiany i ma największe problemy z nieterminowością dostaw do klientów, a także z dużą liczbą wadliwych produktów, co w konsekwencji skutkuje zwrotami. Wszystkie wspomniane kwestie mogą powodować osłabienie kondycji finansowej przedsiębiorstwa oraz

negatywnie wpływać na jej wizerunek. Dlatego też na tym wydziale został przeprowadzony audyt. Warto zaznaczyć również, iż pozostałe działy firmy działają bez większych problemów, co potwierdzają oceny klientów.

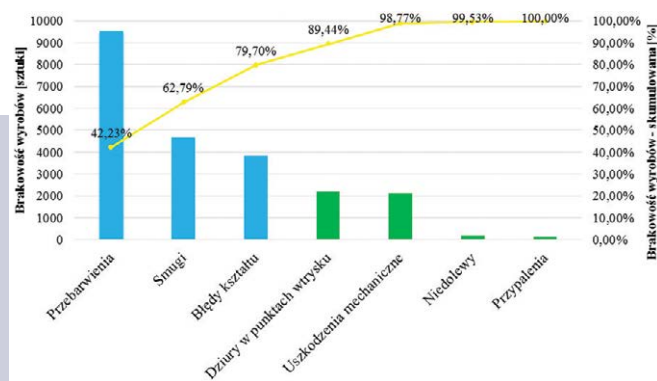
Audyt ten został przeprowadzony w celu zidentyfikowania wszelkich nieprawidłowości występujących w procesie produkcji oraz powstających niezgodności. Umożliwi on poznanie zdolności produkcyjnych firmy oraz dokonanie oceny procedur, a także potrzeb przedsiębiorstwa.

Aby zidentyfikować przyczyny błędów w produkcji na wydziale tworzyw sztucznych, wykorzystana została analiza Pareto-Lorenza oraz diagram przyczynowo-skutkowy Ishikawy.

Analiza Pareto-Lorenza pozwoli na dokonanie klasyfikacji ważności problemów produkcyjnych, natomiast diagram Ishikawy da możliwość wyszukania ich przyczyn. Otrzymane dzięki tym analizom oceny wykorzystane zostaną w działaniach doskonalących oraz zapobiegawczych. Wprowadzenie tych działań pozwoli wyeliminować przyczyny problemów produkcyjnych, które mają najistotniejszy wpływ na obecną sytuację związaną z wadliwymi wyrobami.

ANALIZA DANYCH

W celu identyfikacji najczęściej występujących niezgodności mających negatywny wpływ na jakość produkowanych artykułów gospodarstwa domowego z tworzyw sztucznych w badanym przedsiębiorstwie zastosowano diagram Pareto-Lorenza. Metoda ta należy do technik prowadzących do zidentyfikowania najważniejszych cech (zdarzeń, przyczyn) mających najistotniejszy wpływ na proces produkcji i jakość. Dzięki temu można proponować i wdrożyć działania zmierzające do poprawy poziomu jakości procesów lub wybranych cech jakościowych wyrobów materialnych i usług [1].



Rys. 1 Diagram Pareto-Lorenza dla niezgodności występujących w procesie produkcji tworzyw sztucznych
Źródło: Opracowanie własne na podstawie danych z firmy

Tabela 1. Niezgodności występujące podczas procesu produkcji

Lp.	Niezgodności wykryte w wyrobach	Ilość	Ilość skumulowana	Procent wystąpień [%]	Procent skumulowany [%]
1.	Przebarwienia	9534	9534	42,23%	42,23%
2.	Smugi	4643	14177	20,57%	62,79%
3.	Błędy kształtu	3816	17993	16,90%	79,70%
4.	Dziury w punktach wtrysku	2200	20193	9,74%	89,44%
5.	Uszkodzenia mechaniczne	2106	22299	9,33%	98,77%
6.	Niedolewy	173	22472	0,77%	99,53%
7.	Przypalenia	105	22577	0,47%	100,00%
	Razem	22577		100,00%	

Źródło: Opracowanie własne na podstawie danych z firmy

Ilościową analizę poszczególnych niezgodności powstających podczas produkcji przedstawiono w tabeli 1. Ponadto wyznaczono procentowy udział poszczególnych niezgodności w ich całkowitej liczbie oraz skumulowane liczby i udziały procentowe tych niezgodności.

Na podstawie danych zawartych w tabeli 1 zbudowano diagram Pareto-Lorenza (rys. 1). Analizując dane przedstawione na rys. 1, należy stwierdzić, iż nie przedstawiają one jednoznacznego rozkładu 80 na 20. Ponieważ z danych tych wynika, że za 62,8% ogólnej liczby niezgodności odpowiada 28,6% rodzajów wad: przebarwienia i smugi, dlatego w pierwszej kolejności to nimi należy się zająć.

Na pozostałe pięć rodzajów wad powstających w produkowanych tworzywach sztucznych przypada tylko 37,2% w odniesieniu do ogólnej liczby niezgodności. Analizując uzyskane wyniki, możemy określić kierunek działań korygujących mających na celu wyeliminowanie lub ograniczenie dwóch podstawowych rodzajów wad.

Kolejnym etapem przeprowadzanego w przedsiębiorstwie audytu jest określenie przyczyn, które wpływają na powstające w procesie produkcji niezgodności za pomocą diagramu Ishikawy.

W analizowanym przedsiębiorstwie wyodrębniono pięć grup, które stanowią przyczyny powstawania niezgodności w produkcji, możemy do nich zaliczyć: maszyny, formy wtryskowe, parametry i technologię, ludzi i materiał.

Diagram Ishikawy został wykorzystany do analizy przyczyn powstawania niezgodności w wyrobach. Pozwala on zgromadzić informacje dotyczące przyczyn badanego, negatywnego zjawiska, ale również stwarza możliwości na zidentyfikowanie obszarów ze strefy związanej z procesem zarządzania określonymi organizacjami, u których dokonanie pewnej poprawy lub korekty jest naj-

bardziej wskazane, biorąc pod uwagę potencjalne skutki błędu, który został popełniony.

Na potrzeby artykułu wykonano i przedstawiono diagram Ishikawy dla najczęściej występującej niezgodności, jaką są przebarwienia (rys. 2).

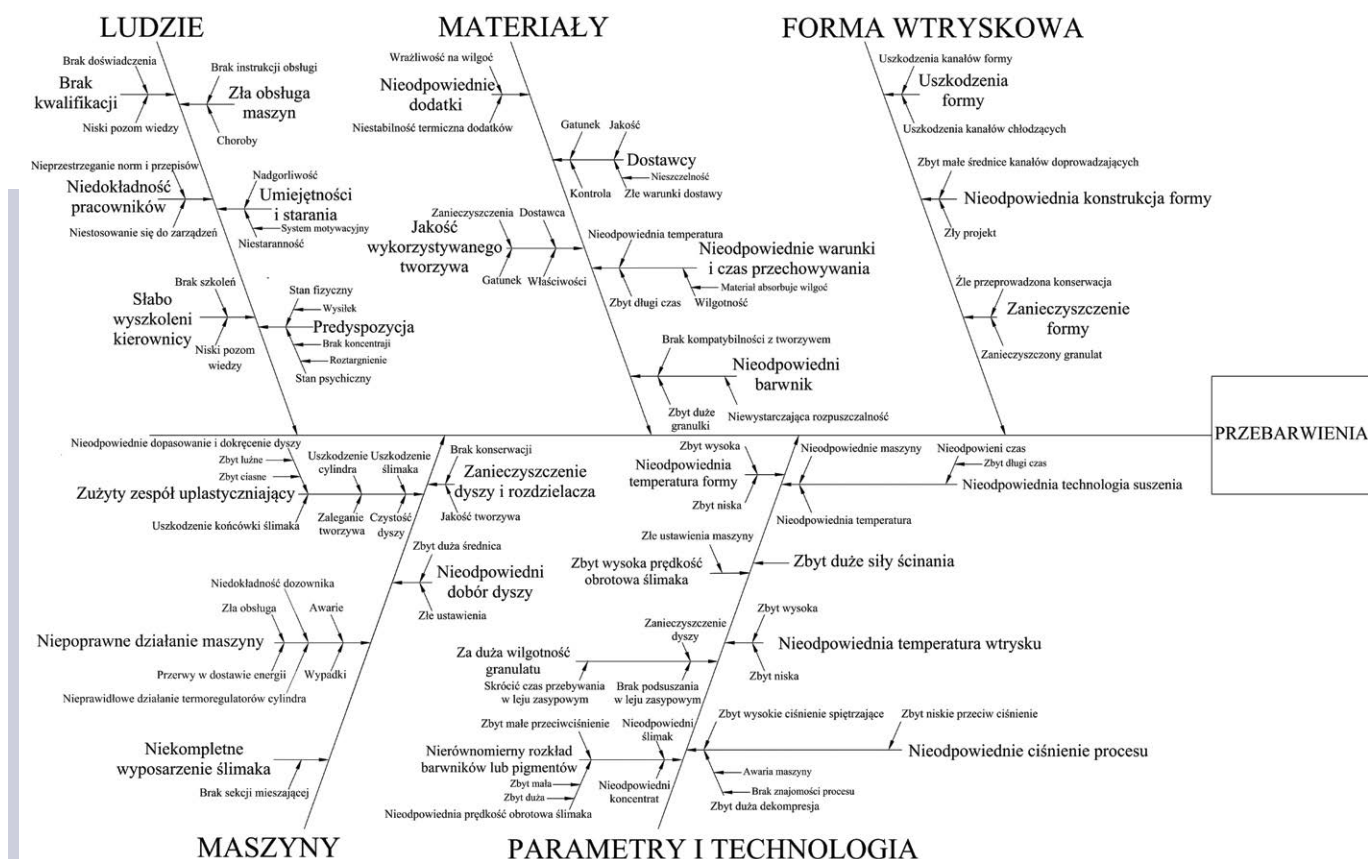
Wypełnienie diagramu Ishikawy doprowadziło do uszeregowania czynników wpływających na przebarwienia występujące na produkowanych tworzywach sztucznych.

Określone zostały przyczyny główne i podprzyczyny, które wskazują kierunki podjęcia działań doskonalących jakość produkcji oraz ułatwiają rozwiązanie problemu. Ponadto zaproponowano szereg działań korygujących.

W celu wyeliminowania problemów związanych z ludźmi należy przeszkolić kadrę kierowniczą, tak aby zdobyli oni potrzebną wiedzę, którą będą mogli wykorzystywać w praktyce. Natomiast pracownicy produkcji powinni zostać przeszkoleni w zakresie obsługi maszyn wykorzystywanych w procesie technologicznym. Szkolenia te wpłyną na podniesienie kwalifikacji pracowników, jak również na znajomość i przestrzeganie założonych norm i zarządzeń.

Kolejną przyczyną, która ma wpływ na powstawanie przebarwień, jest materiał. Aby wyeliminować problemy z nim związane, należy korzystać z usług sprawdzonych dostawców, którzy dostarczają materiały, dodatki oraz barwniki odpowiedniej jakości oraz wykonywać ich szczegółową kontrolę. Duży wpływ na jakość materiału mają również nieodpowiednie warunki i czas jego przechowywania oraz dosuszania. Dlatego należy zmienić lokalizację ich magazynowania na miejsce wewnątrz hali lub zainstalować systemy dające możliwość jego dosuszania i wentylacji oraz systemów pomiarowych, które monitorują warunki panujące wewnątrz silosu.

Aby ograniczyć przyczyny powstawania analizowanej niezgodności, które związane są z zastosowaną w procesie produkcji



Rys. 2 Diagram Ishikawy dotyczący niezgodności występującej w artykułach gospodarstwa domowego - przebarwienia.
Źródło: Opracowanie własne na podstawie danych z firmy

formą wtryskową, należy przeprowadzać częste kontrole wizualne oraz konserwacje form, które pozwolą uniknąć niechcianych usterek, a także pozwolą na dłuższe wykorzystanie tych formy w procesie produkcji. Ponadto należy dokonać odpowiedniego doboru materiału służącego do wykonania stosowanych w produkcji form wtryskowych.

Następną przyczyną, która ma wpływ na powstawanie przebarwień, są wykorzystywane maszyny. W celu jej wyeliminowania należy poddać regeneracji lub wymienić zespół uplastyczniający, który stanowi istotny element wtryskarki oraz przeprowadzać systematyczne konserwacje i kontrolę maszyn w celu ograniczenia niechcianych usterek.

Aby wyeliminować problem, który dotyczy stosowanych parametrów i technologii, należy rozwiązać kwestie związane z nierównomiernym rozkładem barwników lub pigmentów, w tym celu trzeba dokonać kontroli prędkości obrotowej ślimaka. Jeżeli prędkość ta jest nieodpowiednia, należy ją umiejętnie dostosować, w przypadku gdy będzie to problematyczne, należy zastanowić się nad koniecznością wymiany wykorzystywanego ślimaka na ślimak ze strefą mieszającą. Ponadto należy dokonać zmiany technologii suszenia wykorzystywanego materiału oraz odpowiednio dostosować czas i ilość tego materiału. Możliwe, iż niezbędne będzie wprowadzenie podsuszania w leju zsywowym wtryskarki.

PODSUMOWANIE

W nowoczesnej organizacji zarządzanie jakością jest istotnym elementem jej skutecznego funkcjonowania, gdyż w obecnych czasach ogromne znaczenie ma zadowolenie klienta, czyli wytwarzanie takich produktów, które posiadają wysoką jakość.

W celu zidentyfikowania wszelkich nieprawidłowości występujących w procesie produkcji artykułów gospodarstwa domowego z tworzyw sztucznych został przeprowadzony audyt analizowanego przedsiębiorstwa. Ponadto został opracowany diagram Pareto-Lorenza oraz diagram Ishikawy, w celu identyfikacji oraz klasyfikacji ważności problemów produkcyjnych i ujawnienia przyczyn ich powstania. Analizując uzyskane wyniki badań, należy stwierdzić, że przedsiębiorstwo to powinno wyeliminować dwa podstawowe rodzaje wad (przebarwienia, smugi), które odpowiadają za 62,8% ogólnej liczby niezgodności. Na potrzeby artykułu dokonano analizy przyczyn powstawania najczęściej występującej niezgodności, jaką są przebarwienia. Przedstawiono również szereg działań zapobiegawczych, których wdrożenie pozwoli na ograniczenie liczby produkowanych artykułów gospodarstwa domowego.

LITERATURA

- [1] S. Borkowski, R. Ulewicz: Zarządzanie produkcją. Systemy produkcyjne. Sosnowiec, Humanitas, 2009.
- [2] J.J. Dahlgaard, K. Kristesen, K. Kanji: Podstawy zarządzania jakością, Warszawa, PWN, 2001.
- [3] S. Dubisz: Uniwersalny słownik języka polskiego. Warszawa: PWN, 2003.
- [4] A. Hamrol, W. Mantura: Zarządzanie jakością. Teoria i praktyka, Warszawa – Poznań, PWN, 1998.
- [5] A. Jazdon, Doskonalenie zarządzania jakością. Bydgoszcz: Oficyna Wydawnicza Ośrodka postępu Organizacyjnego Sp. z o.o., 2001.
- [6] E. Krzemień: Zintegrowane zarządzanie – aspekty towaroznawcze: jakość środowisko, technologia, bezpieczeństwo. Katowice – Warszawa, Wydawnictwo Śląsk, 2004.
- [7] J. Pieńkos: Słownik łacińsko-polski. Łacina w nauce i kulturze, Warszawa, Wydawnictwa Prawnicze, 1996.
- [8] M. Urbaniak: Zarządzanie jakością. Teoria i Praktyka. Warszawa, Difin, 2004.
- [9] S. Wawak: Zarządzanie jakością. Teoria i praktyka, Gliwice, Helion, 2002.
- [10] R. Zalewski: Zarządzanie jakością w zakładach przetwórstwa rolno-spożywczego, Toruń, Dom Organizatora TNOiK, 1998.

Artykuł został opublikowany w czasopiśmie „Systemy Wspomagania w Inżynierii Produkcji”, 2018, Volume 7, issue 3.

dr inż. Dominika Strycharska

Politechnika Częstochowska
Wydział Inżynierii Produkcji i Technologii Materiałów
Katedra Zarządzania Produkcją i Logistyki
Al. Armii Krajowej 19, 42-200 Częstochowa

mgr inż. Mariusz Salwin

Politechnika Warszawska, Wydział Inżynierii Produkcji
Instytut Organizacji Systemów Produkcyjnych
ul. Narbutta 86, 02-524 Warszawa

dr inż. Jan Lipiak – Prezes

Medfar-2 Zakład Tworzyw Sztucznych
Kobierne 6, 05-311 Kobierne
Etigraf Sp. z o.o. Głowackiego 52, 05-071 Sulejówkę

mgr inż. Michał Andrzejewski – Prezes

Kalmar-Pac, ul. Oksywska 38, 01-694 Warszawa

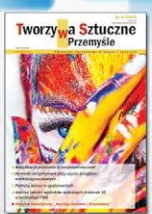
REKLAMA

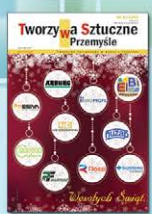





Serdecznie dziękujemy wszystkim naszym CZYTELNIKOM oraz REKLAMODAWCOM, a także AUTOROM ARTYKUŁÓW za 10-letnią współpracę oraz obdarzenie nas zaufaniem.

Zamów prenumeratę
www.tworzywasztuczne.biz



Wtryskarki i wtryskownie



- *Organizacja i modernizacja wtryskowni*
- *Wykorzystanie metody TIG do regeneracji i naprawy form wtryskowych*
- *Przygotowanie procesu produkcyjnego formy wtryskowej*
- *Stosowanie fotopolimerowych form wtryskowych do produkcji małoseryjnej w strukturze Przemysł 4.0*

Spis treści

WTRYSKARKI

Umacniamy naszą pozycję w segmencie maszyn elektrycznych	III
Zintegrowany system prostej automatyzacji firmy Sumitomo (SHI) Demag	IV
Zużycie energii przez wtryskarki	VI
Dlaczego pieniądze uciekają przez olej?	VIII

WTRYSKOWNIE

Organizacja i modernizacja wtryskowni	X
Tworzywa to Plastoplan	XIV

FORMY WTRYSKOWE

Wykorzystanie metody TIG do regeneracji i naprawy form wtryskowych	XVI
Czyszczenie i konserwacja form wtryskowych z użyciem produktów Ambersil	XX
Technologia dla układów chłodzenia	XXII
Preparaty chemiczne bez gazu pędnego – ekonomiczne rozwiązanie dla oszczędnych	XXIII
Przygotowanie procesu produkcyjnego formy wtryskowej	XXIV
Wszystko o...: e-Akademia Plastigo	XXVI
Formowanie wtryskowe gumy i silikonu oszczędza zasoby naturalne	XXVIII
Stosowanie fotopolimerowych form wtryskowych do produkcji małoseryjnej w strukturze Przemysł 4.0	XXIX

Dodatek specjalny nr 7 dwumiesięcznika „Tworzywa Sztuczne w Przemysle”

Redaktor wydania:
Katarzyna Mazur
tel./fax 32 733 18 01
e-mail: katarzyna.mazur@tworzywasztuczne.biz

Skład i layout: Lucyna Franczyk
Korekta: Tomasz Sput

Redakcja nie odpowiada za treść ogłoszeń i nie zwraca materiałów niezamówionych. Zastrzegamy sobie prawo skracania i adiustacji tekstów. Przedrukowywanie materiałów lub ich części tylko za zgodą pisemną redakcji.

www.tworzywasztuczne.biz

**W każdym wydaniu dwumiesięcznika
dodatek tematyczny!**

ZAPRASZAMY

Umacniamy naszą pozycję w segmencie maszyn elektrycznych



Firma KraussMaffei bazując na dwóch dekadach doświadczenia w produkcji wtryskarek z napędami elektrycznymi, konsekwentnie rozszerza ofertę maszyn elektrycznych, które aktualnie dostępne są już w zakresie sił zwarcia formy od 250 kN do 4000 kN, a docelowo do 6000 kN. A wraz z rozwojem rynku, maszyny elektryczne są oferowane klientom w coraz bardziej atrakcyjnych cenach.

Typoszereg PX to maszyny z elektrycznym napędem głównych osi: kolanowy układ zamykania, plastyfikacja i wtrysk. Innowacją w maszynach tego typu jest wbudowany agregat serwohydrauliczny do napędu wyrzutnika, dojazdu i docisku agregatu wtryskowego, a także do napędu hydraulicznych funkcji w formie wtryskowej, tj. rdzeni hydraulicznych lub dysz. Czyni to maszynę bardzo uniwersalną i dostosowaną do obsługi większości form wtryskowych. Dzięki temu wtryskarki elektryczne PX stanowią bardzo ciekawą alternatywę dla wszechobecnych wtryskarek z napędami hydraulicznymi.

Główną zaletą maszyn PX jest niskie zużycie energii, które wynika z zastosowania wysokoefektywnych silników serwoelektrycznych dla poszczególnych ruchów osi, a także dzięki odzyskowi energii z hamowania. W tym miejscu należy również nadmienić, że wtryskarka nie wymaga chłodzenia oleju hydraulicznego, które jest związane ze znacznym poborem energii.

Nie ma bardziej precyzyjnej wtryskarki niż wtryskarka z elektrycznym napędem wtrysku. W tym aspekcie, w połączeniu z wysoką odpornością na zużycie, maszyny firmy KraussMaffei nie mają sobie równych na rynku. Precyzja parametrów musi iść w parze z powtarzalnością. I tu naprzeciw wymaganiom użytkowników w zakresie wąskich granic tolerancji, idealnej powtarzalności parametrów, wychodzi KraussMaffei ze swoją innowacyjną opatentowaną funkcją APC – *Adaptive Process Control*. Po włączeniu tej funkcji maszyna sama automatycznie reguluje główne parametry wtrysku w oparciu o informacje o lepkości tworzywa. Jak wykazały wieloletnie obserwacje, lepkość tworzywa zmienia się w zależności od partii tworzywa, udziału przemiału, warunków atmosferycznych itp. Takie zmienne warunki produkcji, bez ingerencji personelu, dotychczas rzutowałyby na stabilność wymia-



rową i jakość wyprasek. Jakże więc wielkim i potrzebnym przełomem okazało się wprowadzenie funkcji APC, w której wtryskarka sama automatycznie i bezpośrednio w tym samym cyklu, kiedy zachodzi zmiana warunków, potrafi zmodyfikować wymagane parametry. Co ważne, funkcja APC jest dedykowana do wszystkich tworzyw termoplastycznych, jak również do tworzyw termoutwardzalnych, w tym ciekłego silikonu.

Funkcja APC to ważny, ale nie jedyny przejaw czwartej rewolucji przemysłowej 4.0. w asortymencie firmy KraussMaffei. Na uwagę zasługuje również funkcja DataXplorer, narzędzie analityczne rejestrujące od 500 do nawet 800 sygnałów z wtryskarki co 5 milisekund, dostarczając w ten sposób bogaty zbiór danych i wykresów do dokumentacji i kontroli procesów produkcyjnych.

Po więcej nowości z oferty firmy KraussMaffei zapraszamy do doradców techniczno-handlowych firmy Dopak Sp. z o.o., wyłącznego przedstawiciela firmy KraussMaffei w Polsce w zakresie wtryskarek i rozwiązań automatyzacyjnych.



Dopak Sp. z o.o.
ul. Sokalska 2, 54-614 Wrocław
tel. +48 71 35 84 000
dopak@dopak.pl, www.dopak.pl

Zintegrowany system prostej automatyzacji firmy Sumitomo (SHI) Demag

W pełni elektryczne, energooszczędne wtryskarki Sumitomo (SHI) Demag z serii IntElect zintegrowane z pełną automatyzacją do wszechstronnych zastosowań w produkcji formowania wtryskowego.

Sumitomo (SHI) Demag, globalny ekspert w dziedzinie formowania wtryskowego z wieloletnim doświadczeniem, zawsze stawia na kompetentne i niezawodne rozwiązania proponowane klientom. Tym razem japońsko-niemiecki producent wtryskarek proponuje kompletne, w pełni zintegrowane gniazdo produkcyjne Handle & Place ze zintegrowanym robotem, wszystkim tym, którzy cenią sobie kompleksowe, wydajne rozwiązania, usprawniające i podnoszące efektywność produkcji.

System prostej automatyzacji Handle & Place to kompleksowe gniazdo produkcyjne zbudowane na bazie energooszczędnych, w pełni elektrycznych wtryskarek z najnowszej serii IntElect2 o sile zwarcia do 130 t, które charakteryzują się niezwykłą precyzją i niewielkimi rozmiarami.

W konfiguracji Handle & Place maszyna IntElect2 jest skomunikowana z robotem 3-osiowym, wykonującym standardowe czynności, jak: usuwanie detalu z formy, przenoszenie go, a następnie odkładanie na transporterze taśmowym, który również jest połączony na stałe z całą konstrukcją. Cała automatyzacja jest zabezpieczona obudową robota, zintegrowaną z resztą elementów gniazda, tworząc tym samym kompletny, wydajny system o kompaktowych rozmiarach, usprawniający produkcję przy wykorzystaniu niewielkiej ilości miejsca na hali produkcyjnej.

Zintegrowana konstrukcja Handle & Place została zaprojektowana w ten sposób, aby wokół maszyny wciąż pozostawało wiele miejsca na podłączenie dodatkowych peryferii. Sama instalacja oraz uruchomienie systemu automatyzacji przechodzi sprawnie i szybko, gdyż klient otrzymuje gotowe gniazdo, w całości zmontowane, z poprowadzoną i podłączoną komunikacją w całej konstrukcji. Wystarczy więc jedynie uruchomić instalację i można ruszać z produkcją.

Wymiana danych między sterowaniem robota a systemem NC5 plus zapewnia pewny proces produkcji. Roboty SDR w zintegrowanej automatyzacji skonfigurowane są do niezawodnej komunikacji z systemem sterowania NC5 plus przez złącze wymiany danych. Aby ułatwić komunikację, interfejs robota zintegrowany jest z wyświetlaczem panelu sterowania NC5 plus. Dane robota zapisywane



są razem z programem maszyny w katalogu form. Dzięki temu wszystkie dane produkcji i funkcje mogą być kontrolowane przez sterowanie NC5 plus. Zintegrowana w maszynie opcjonalna drukarka może być w łatwy sposób wykorzystana do wydruku programu robota. Przechowywanie danych programu robota z powiązaniem programem ustawiania maszyny i danymi katalogu znacząco ułatwia także wymianę formy oraz skraca ponowną konfigurację. Takie udogodnienia powodują, że praca na maszynie jest nieskomplikowana oraz bardziej przystępna dla operatora.

Pełna integracja wszystkich elementów gniazda oraz płynna komunikacja między nimi obsługiwana z poziomu jednego panelu NC5plus sprawia, że system zintegrowanej automatyzacji jest łatwy w obsłudze i nie wymaga od użytkownika specjalistycznej wiedzy z zakresu automatyzacji, aby móc wykorzystać jego cały potencjał i zwiększyć efektywność produkcji całego procesu.

Kompletna automatyzacja zawsze jest dostarczana klientom wraz z certyfikatem zgodności CE dla pełnego zakresu dostawy. Oznacza to, iż klient otrzymuje sprawdzone, bezpieczne narzędzie gotowe do pracy bez konieczności ponoszenia dodatkowych kosztów. Zintegrowany system automatyzacji Handle & Place najlepiej sprawdza się przy produkcji detali technicznych w branży automotive lub consumer, gdzie czas cyklu wynosi powyżej 12 sekund. Każde gniazdo jest też na tyle elastyczne, że można zmodyfikować je względem przyszłych planów produkcyjnych.

Sumitomo (SHI) Demag
Plastics Machinery Polska Sp. z o.o.
ul. Jagiellońska 81/83
42-200 Częstochowa
tel. +48 34 370 95 40

60.000...

Liczy się elektryczne doświadczenie

Będąc jednym z największych producentów wtryskarek elektrycznych na świecie, zapewniamy kompetentne i niezawodne wsparcie naszym klientom. Dzięki sprzedanej liczbie ponad 60,000 wtryskarek elektrycznych na całym świecie firma Sumitomo (SHI) Demag ustala standardy w dziedzinie efektywności energetycznej oraz precyzyjnego

przetwórstwa tworzyw sztucznych. Jesteśmy globalnym ekspertem w dziedzinie formowania wtryskowego z wieloletnim doświadczeniem, Sumitomo (SHI) Demag jest reprezentowana na wszystkich kontynentach oferując kompletną obsługę sprzedaży i serwisu.



Zużycie energii przez wtryskarki



Temat zużycia energii przez wtryskarkę od kilku lat stał się ważnym punktem rozmów podczas doboru maszyn. Wielu producentów maszyn i urządzeń do przetwórstwa tworzyw zapewnia, że ich konstrukcje są energooszczędne, co daje im przewagę nad urządzeniami konkurencji. Pytanie jak zainteresowany zakupem wtryskarki jest w stanie zweryfikować takie zapewnienia?

Przez wiele lat poszukiwano dobrego sposobu opisu zużycia energii przez wtryskarkę. Nie jest bowiem łatwo porównać maszyny o różnych siłach zamykania, różnych układach plastyfikujących, pracujących z różnymi parametrami. Każdy z producentów stosuje swoje własne typoszerokie maszyny. Oferuje maszyny o różnych średnicach ślimaków i ślimaki o różnych stosunkach L/D. Próby znalezienia metody porównania doprowadziły do stworzenia wskaźnika wyrażającego w sposób pośredni zużycie energii dla danej konstrukcji. Zużycie energii przez wtryskarkę zostało określone w kWh na kilogram przetworzonego tworzywa. Opracowano metodykę pomiaru tak wyrażonego zużycia energii i zamknięto całość w normie EUROMAP 60. Wraz z wprowadzeniem normy EUROMAP 60 pojawiła się możliwość porównania konstrukcji różnych maszyn. Niestety Norma EUROMAP 60, pomimo że jest od kilku lat znana, nie spotkała się z entuzjastycznym przyjęciem wszystkich producentów wtryskarek. Wielu z nich woli bazować na sloganach reklamowych niż na wynikach pomiarów. Często stosowana jest argumentacja, że uzyskany zgodnie z normą EUROMAP 60 wynik zużycia energii nie da odpowiedzi, ile energii będzie pobierać wtryskarka w realizowanym procesie produkcyjnym. Argumentacja ta jest słuszna o tyle, że rzeczywiste zużycie energii w procesie nie zależy tylko od konstrukcji maszyny, ale w dużej mierze jest wynikiem parametrów procesu. Norma EUROMAP 60 daje jednak pojęcie o zdolności wtryskarki do „oszczędzania energii”. Tak jak pojęcie „cyklu suchego” nie odpowie Państwu na pytanie, z jakimi czasami będzie pracować wtryskarka w Państwa procesie. Ale czas cyklu suchego da informację, czy dana wtryskarka może spełnić Państwa oczekiwania w zakresie szybkości ruchów jednostki zamykającej. Tak samo podane wg Normy EUROMAP 60 zużycie wyrażone w kWh/kg tworzywa da Państwu informację, czy kupowana wtryskarka może być konkurencyjna w tym zakresie w stosunku do maszyn oferowanych przez innych dostawców.

Wraz z wdrożeniem normy EUROMAP 60 pojawiły się możliwości porównania napędów różnych konstrukcji. Jak duże różnice mogą wystąpić obrazuje przykład wtryskarki Wittmann Battenfeld HM 110/210. Seria HM była produkowana dość długo i była kilkakrotnie modyfikowana. Dla wtryskarki HM 110/210 ślimak 25 mm z napędem poprzez pompę DFR zużycie energii wynosi 2,39 kWh/kg. Ta sama maszyna, ale z napędem DFEE uzyskała 1,53 kWh/kg. Natomiast maszyna ta z napędem energooszczędnym SmartPower bazującym na silniku serwoelektrycznym potrzebowała 1,00 kW/h. Ta sama wtryskarka hydrauliczna w zależności od zastosowanego w niej układu napędowego może charakteryzować się tak dużą różnicą zużycia energii. A przecież do dyspozycji mamy nie tylko maszyny o różnych systemach napędowych, ale też i różnych konstrukcjach. Tej samej wielkości wtryskarka

elektryczna ze ślimakiem 25 mm wg Normy EUROMAP 60 potrzebuje tylko 0,89 kWh/kg.

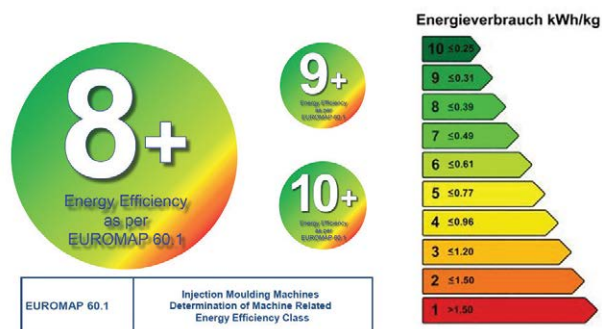
W ocenie zużycia energii maszyny należy zwrócić uwagę nie tylko na wielkość siły zamykania, wielkość jednostki wtryskowej, ale też na średnicę ślimaka. Ta sama maszyna dla danej jednostki wtryskowej będzie miała bowiem różne zużycie energii.

Typ wtryskarki	Wtryskarka elektryczna EcoPower 110/350			
średnica ślimaka [mm]	25	30	35	40
klasa energetyczna	3+	5+	7+	8+
zużycie energii wg EUROMAP 60	0,98	0,66	0,47	0,37

By ułatwić szybkie porównanie różnych konstrukcji wprowadzono w kolejnym etapie tzw. klasy energetyczne. Dzięki stworzonej w ten sposób klasyfikacji możliwym stało się oznaczanie maszyn w sposób wizualny.

W materiałach prospektowych niektórych producentów maszyn pojawiła się wtedy informacja o klasie energetycznej wtryskarki. Firma Wittmann Battenfeld jako jedna z pierwszych na rynku przeprowadziła certyfikację swych wtryskarek pod kątem energetycznym i od roku 2014 w prospektach naszych maszyn, dla każdej oferowanej konstrukcji, znajdują Państwo informację o klasie energetycznej.

Dziś, planując nową inwestycję w zakresie wtryskarek mogą Państwo dokonać wyboru. Mogą Państwo zaufać sprzedawcy danej firmy, który będzie Was przekonywać, że oferowana przez niego maszyna pozwala na 70% obniżenie kosztów energii. Mogą też Państwo zachować się pragmatycznie i poprosić o dane pomiaru zużycia energii dla danej maszyny wg EUROMAP 60. Wybór należy do Państwa.



WITTMANN BATTENFELD Polska Sp. z o.o.
Adamowizna, ul. Radziejowicka 108
tel. 022 724 38 07, fax 022 724 37 99
05-825 Grodzisk Mazowiecki
info@wittmann-group.pl, www.wittmann-group.pl

Wittmann

Battenfeld

enjoy
INNOVATION

Wittmann Battenfeld Polska

05-825 Grodzisk Mazowiecki

Adamowizna, ul. Radziejowicka 108

tel. 0048 22 724 38 07, fax. 0048 22 724 37 99

e-mail: info@wittmann-group.pl, www.wittmann-group.pl



EcoPower
55 – 500 t

www.wittmann-group.com

Dlaczego pieniądze uciekają przez olej?

Paweł Gula



Sprawnie pracująca hydraulika w maszynach stanowi o ciągłości produkcji i dochodach właścicieli. Wydatki na utrzymanie ruchu często jednak traktowane są jak zło konieczne. Dla przedsiębiorców podstawowymi składnikami kosztów w produkcji są: surowce, energia, nakłady pracy i środki produkcji. Często prawidłowe utrzymanie maszyn i unikanie zaniedbań w tej dziedzinie jest na drugim planie. Prowadzi to do niechcianych postojów i nieprzewidywalnych awarii. Zmorą szefów służb utrzymania ruchu i produkcji są wyśrubowane plany, wysoka dyspozycyjność maszyn i niekoniecznie wystarczające działania prewencyjne. Dążenie przedsiębiorców do oszczędności ma konsekwencje w stratach z tytułu awarii. Kary za niedotrzymane terminy dostaw i zagrożona realizacja zysków ze sprzedaży mogą przewyższyć pozorne oszczędności.

JAK SIĘ PRZED TYM ZABEZPIECZYĆ?

Wieloma składowymi utrzymania ruchu daje się zarządzać przy wyraźnym ograniczeniu kosztów. Olej w układach hydraulicznych jest takim czynnikiem. Jego utrzymywana ciągle wysoka czystość gwarantuje prawidłową pracę maszyn i stwarza możliwość użytkowania układów hydrauliki w bardzo dobrej kondycji ponad normatywne rezerwy. Częstość wymian zaworów proporcjonalnych, uszczelnień i wkładów filtrów pełnoprzepływowych, a także bezproblemowy start po przestoju, równomierność pracy i powtarzalność cykli wtryskarek, to najczęstsze składniki kosztów, na które dokładne oczyszczanie oleju ma bezpośredni wpływ. Wyraźnie wydłuża się też żywotność samego oleju. I wbrew oportunistom, nie jest to żaden mit.

Zagłębienie się w naturę zanieczyszczeń, jakie dostają się do oleju i efektów ich zgubnej dla maszyn działalności pozwala zrozumieć ten mechanizm.

Często nadmierną uwagę skupia się na dużych cząstkach, zaniedbując to, że poważne zagrożenie dla maszyn stanowią cząstki najdrobniejsze i woda oraz zanieczyszczenia miękkie w postaci produktów starzenia oleju.

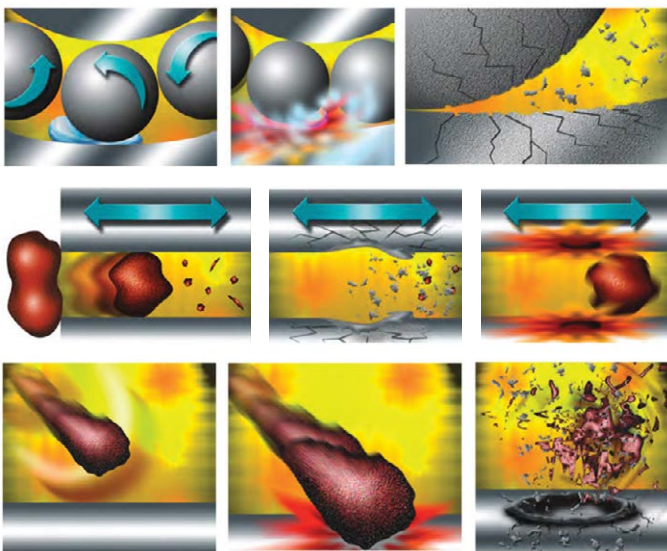


W wyniku dużych obciążeń cząstki są rozdrabniane na coraz mniejsze, przez co w oleju przybywa mułów i osadów. Między zanieczyszczeniami i kwasami obecnymi w oleju zachodzą reakcje katalizowane nawet niewielkimi ilościami wody obecnej w oleju. Nieusuwane na bieżąco produkty utleniania oleju, żywice i pokosty zalepiają dokładne pasowania serwozaworów, zakleszczają ruchome elementy, uszkadzają uszczelnienia, a nieusuwane z oleju przywierają do metalowych powierzchni i skleją twarde zanieczyszczenia mechaniczne jak w papierze ściernym. Ponadto z drobinami tworzą złoży w przestrzeniach układów hydraulicznych, których nie można usunąć tradycyjną filtracją. Tylko odpowiednie wkłady filtrów off-line współpracujące z filtrami

awaryjnymi wtryskarek mogą usuwać z układu wszystkie groźne zanieczyszczenia.

Higiena oleju oznacza ciągłą dbałość o układ olejowy bocznikowym filtrem dokładnego oczyszczania typu off-line. Wtedy można ograniczyć rutynowe analizy oleju do niezbędnie koniecznej ilości. Olej w tak utrzymanym układzie hydraulicznym będzie czystszy niż w nowej dostawie i przydatny kilkakrotnie dłużej.

Rzadsze wymiany oleju, filtrów pełnoprzepływowych i komponentów maszyn to zmniejszenie śladu węglowego i dodatnie punkty w audycie proekologicznym poddostawców. Wyjątkowo duża pojemność wkładów filtrów dokładnych CJC zapewnia najkorzystniejszy przelicznik wydatków poniesionych na usunięcie jednego kilograma zanieczyszczeń z oleju w eksploatacji.



Nasze doświadczenie mówi, że stosowanie filtrów CJC w układach olejowych wtryskarek pozwala uzyskać do 45% oszczędności w kosztach obsługi maszyn. Wartością tą nie pogardzi żaden właściciel wtryskarek.

Paweł GULA
C.C. Jensen Polska Sp. z o.o.



od 1990 r.

*Człowiek z nowymi pomysłami jest wariatem,
dopóki nie odniesie sukcesu.*

Mark Twain



firmy P&F WARTACZ PHU

*Wszystkim naszym klientom
za owocną współpracę, okazywane zaufanie
i wspieranie naszej aktywności na rynku PTS
z każdym Państwa kolejnym zamówieniem,
bardzo dziękujemy.*

*Z wdzięcznością i wyrazami szacunku
Paweł i Filip Wartacz
Właściciel i sukcesor firmy*



Wrocław, Grudzień 2020

Organizacja i modernizacja wtryskowni

Łukasz Wierzbicki

Zmiany mające miejsce w gospodarce światowej, razem z silną konkurencją przedsiębiorców i popytem na klientów, wymuszają na producentach poszukiwanie optymalnego rozplanowania procesu produkcyjnego. Zmiany te dotknęły też przetwórców tworzyw sztucznych. Optymalizacja nowoczesnej wtryskowni zaczyna się jeszcze przed jej uruchomieniem i trwa ona przez cały okres jej użytkowania.

Formowanie wtryskowe jest efektywnym, wielkomasowym i ekonomicznym procesem produkcji złożonych wyrobów z tworzyw sztucznych. Mnogość zastosowań wtryskiwanych wyprasek obserwujemy w każdej dziedzinie techniki i życia codziennego. Uniwersalność technologii pozwala produkować wypraski zarówno o rozmiarach zębatego kółka z zegarka naręcznego, jak i wyroby o gabarytach podkładu kolejowego. Wagowo są to wyroby od setnych grama po nawet kilkudziesięciokilogramowe.

Organizacja wtryskowni zależy od kilku kwestii, w tym:

- od jej wielkości, określonej przez: ilość przetwarzanego surowca, liczby maszyn, ilość produkowanych wyrobów czy gabaryty wyprasek;
- od asortymentu produkcji (wielkości i złożoności produktu, ilości stopni montażu, różnorodności produkowanych jednocześnie detali);
- od rodzaju stosowanych surowców podstawowych;
- od struktury organizacyjnej zakładu.

Struktura organizacyjna rozumiana jest jako ogół ustalonych zależności funkcjonalnych i hierarchicznych między elementami zakładu, zgrupowanymi w komórki, działy i jednostki organizacyjne w sposób umożliwiający osiąganie celów, którymi w przypadku wtryskowni jest sprawna produkcja i osiągnięcie wymaganego poziomu jakości detalu. W strukturze zakładu można wyróżnić następujące wtryskownie [1]:

- wtryskownia stanowi dział podstawowy zakładu, w skład którego wchodzi także wydziały pomocnicze, takie jak: wydział remontowy, dział kontroli i magazyny. Taka sytuacja dotyczy przede wszystkim zakładów, świadczących usługi na rzecz innych producentów. Firmy takie często korzystają z udostępnionych im przez zlecniodawcę form i wykonują tylko usługę wykonania detalu;
- wtryskownia jest jednym z kilku równorzędnych działów produkcyjnych, które przetwarzają tworzywa sztuczne różnymi metodami. Taka forma wtryskowni była charakterystyczna dla zakładów produkujących opakowania. Ze względu na coraz nowsze obostrzenia Unii Europejskiej w zakresie opakowań jednorazowych – taki układ jest już w zaniku;
- wtryskownia stanowi wydział podstawowy wśród innych wydziałów produkcyjnych wchodzących w skład zakładu produkcyjnego wyrobów gotowych z tworzyw sztucznych, takich jak np. dział projektowania, obróbka wyprasek, montaż, zdobienie, wykańczanie, konfekcjonowanie itp.;
- wtryskownia jest jednym z wydziałów produkcyjnych w zakładzie przemysłu elektronicznego, elektrycznego, metalowego,

szklarskiego lub innych. Struktura ta może wynikać z profilu produkcyjnego zakładu i wymaganych detali z tworzyw sztucznych, w wyniku montażu finalnego wyrobu (np. obudowy przełączników w zakładach przemysłu elektrycznego). W tym wypadku często zapada decyzja o likwidacji działu i zlecenia usługi wtrysku firmie zewnętrznej. Drugim powodem istnienia takich działów jest wykorzystanie wtórne tworzyw, na przykład z demontażu (np. zakłady utylizacji akumulatorów). W takim wypadku produkcja wyprasek jest tylko dodatkową i często marginalną funkcją całego zakładu.

Za kluczowe czynniki wpływające na organizację wysokosprawnej wtryskowni wymienia się głównie dwa aspekty: poziom automatyzacji i robotyzacji oraz drogi transportu surowców, produktów i półproduktów.

Poziom automatyzacji ważny jest szczególnie w aspektach: kontroli oraz regulacji parametrów procesu; urządzeń umożliwiających scentralizowaną kontrolę liczby i jakości gotowych wyprasek oraz czasu pracy i postojów maszyn wtryskowych; przyrządów kontrolujących ilość oraz temperaturę materiału wejściowego; mechanizacji wymiany form, stacji wstępnego podgrzewania form, automatyzacji i kontroli transportu do poszczególnych stanowisk pracy materiału wyjściowego. Równie istotny jest poziom robotyzacji, który może dotyczyć oddzielania układów wlewowych od wyprasek, wyciągnięcia wypraski z gniazd formy czy robotyzacji niektórych zadań transportowych.

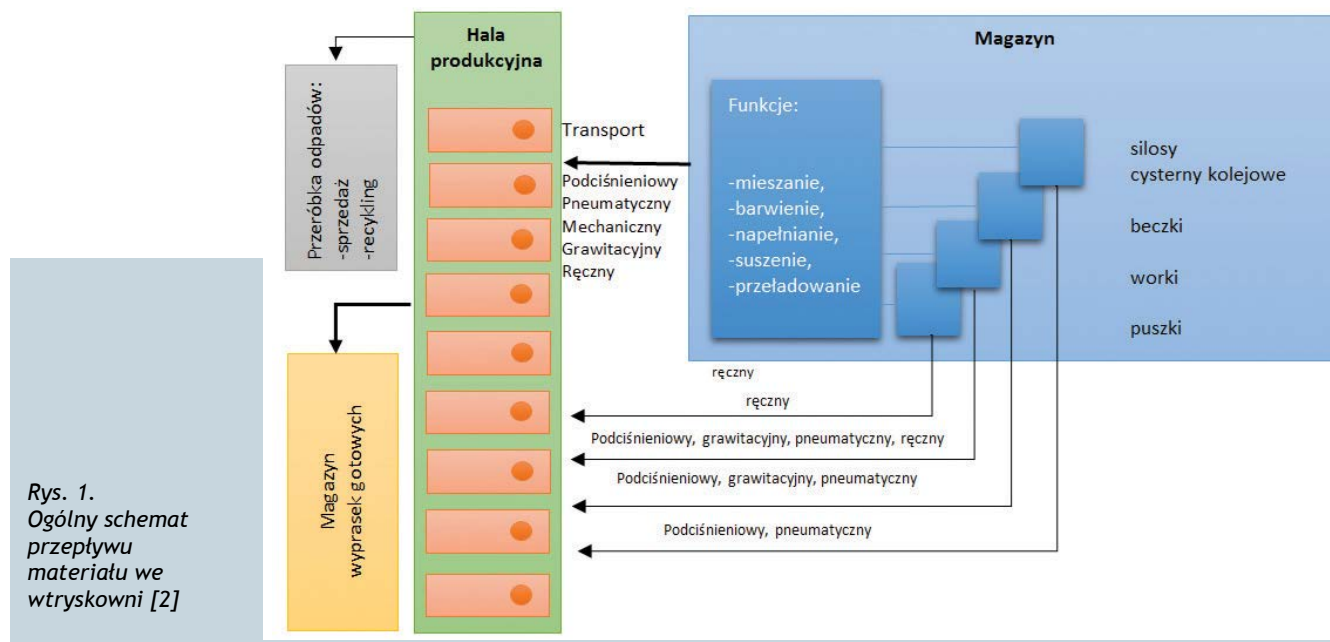
Automatyzacja i robotyzacja, choć w znaczący sposób zwiększa wydajność produkcji, wiąże się ze znaczącymi inwestycjami. Ponadto oprócz samej wartości urządzeń, konieczna jest modernizacja wtryskowni umożliwiająca instalację magistrali danych, czujników czy robotów.

Na organizację wtryskowni dość istotnie wpływają drogi transportu surowców, wyprasek i innych zasobów rzeczowych. Jest to obszar, który umożliwia za pomocą stosunkowo małych nakładów, poprawę warunków pracy oraz wydajności.

Analizując przepływ zasobów materiałowych i rzeczowych w zakładzie produkcyjnym, na pewno wypatrzymy obszary potencjalnych ulepszeń.

Za pomocą narzędzi analizy możemy zidentyfikować najbardziej krytyczne ogniwa lokalnego łańcucha transportu zasobów oraz sposób, w jaki poszczególne procesy produkcyjne wpływają na sprawność pracy w zakładzie. Wśród wyników takiej analizy, możemy spodziewać się:

- uproszczenia procesu technologicznego poprzez połączenie dwóch lub większej liczby operacji;



Rys. 1.
Ogólny schemat
przepływu
materiału we
wtryskowni [2]

- zmiany kolejności operacji;
- ograniczenia czasu trwania poszczególnych czynności;
- skrócenia dróg transportowych;
- skrócenia czasu transportu;
- zmiany miejsca wyposażenia [3].

Pierwsze zastosowania, takich narzędzi, możemy obserwować już w latach 80. ubiegłego wieku. Pionierem takiego podejścia do zarządzania produkcją, i to od razu na skalę międzynarodową, były zakłady Toyoty. Podstawową ideą przyświecającą kadrze menadżerskiej było wykorzystanie „mniej wszystkiego”. Hasło to odnosiło się niemal do każdego aspektu pracy zakładu, a więc: mniej wysiłku ludzkiego, mniej godzin pracy inżynierów, mniej przestrzeni w fabryce, co wymaga gromadzenia mniej zapasów, mniej usterek oraz mniejsze/krótsze drogi transportowe. Wszelkie zasoby miały być wykorzystywane w sposób efektywny. Taki sposób zarządzania produkcją, z czasem zaczęto nazywać „Lean management”, „Lean manufacturing” czy zwyczajowo „lean”. Polskie tłumaczenie terminu – „szczupłe” zarządzanie czy produkcja – okazało się niezbyt fortunne. Dzisiaj koncepcja „lean” jest stosowana w wielu różnych obszarach w odniesieniu do ulepszeń procesów produkcyjnych i organizacji pracy, także w zakładach przetwórstwa tworzyw sztucznych [4].

PRZYKŁAD WTRYSKOWNI TWORZYW TERMOUTWARDZALNYCH

Kształtowanie tworzyw utwardzalnych metodą wtryskiwania różni się znacząco od formowania termoplastów zakresem parametrów przetwórstwa. Tworzywa utwardzalne mają zdecydowanie gorszą przetwarzalność w porównaniu z termoplastami. Ich dopuszczalny zakres parametrów formowania, określony przez czas i temperaturę, jest węższy. Przekroczenie parametrów powoduje zbyt wczesne utwardzenie przetwarzanego tworzywa, co może doprowadzić do przestojów produkcji wynikających z konieczności rozbierania i czyszczenia układu uplastyczniającego. Charakterystycznym aspektem przetwórstwa wtryskiwaniem tworzyw termoutwardzalnych jest uzyskanie bardzo małej lepkości pod wpływem ogrzewania. Niechcianym następstwem dobrego płynięcia materiału jest jego wnikanie między płaszczyzny podziału formy, rdzenie ruchome i inne wolne przestrzenie w konstrukcji gniazda formującego. Proces ten trwa aż do momentu gwałtownego wzrostu lepkości w czasie

sieciovania tworzywa. W wyniku tego zjawiska powstaje grat, który znacząco obniża jakość gotowej wypraski, a także może być źródłem skażeń personelu obsługującego wtryskarkę. Proces usuwania gratu – gratowanie – można przeprowadzić ręcznie przy użyciu noży, cyklina itp. [5]. Gratowanie wykonane w ten sposób jest mało ekonomiczne i znajduje zastosowanie jedynie w niewielkich zakładach. Bardziej rozwiniętą technicznie metodą, a również bardziej ekonomiczną, jest gratowanie przy użyciu strumienia miękkiego granulat. Konieczność wprowadzenia procesu gratowania jest jedną z najistotniejszych różnic pomiędzy wytwarzaniem wyprasek z tworzyw termoplastycznych i termoutwardzalnych [6, 7].

Rozważania dotyczące rozmieszczenia wtryskowni oraz wspomagających jej wydziałów należy rozpocząć od ogólnego planu przedsiębiorstwa [2], który pozwoli usadowić nasz przykład, w jednym z czterech schematów wcześniej wymienionych. Osadzenie hali produkcyjnej w konkretnym kontekście zakładu, umożliwia określenie jej roli: na ile jest to ważny oddział dla zakładu, czy są spodziewane nakłady na park maszynowy itp.

Rozpatrywaną wtryskownię można przypisać wariantowi pierwszemu. Zakład realizuje głównie produkcję zleconą lub czasem wytwarza własne detale. Centralną częścią zakładu są hale wtryskowe, hale maszyn i urządzeń pomocniczych oraz magazyn form, które stanowią całość strefy produkcyjnej. Pozostałe strefy, które można wyróżnić to: część składowo-magazynowa oraz część pozaprodukcyjną, w skład której wchodzi budynek administracyjny i socjalne.

Wracając do samej hali wtryskowni, to podstawowymi urządzeniami jest kilkanaście wtryskarek, różnych marek. Oprócz tego, stosowane są urządzenia piaskująco-gratujące, gratownice oraz komora do dotwardzania i stabilizacji cieplnej wyprasek.

Poza podstawowymi urządzeniami wtryskownia została wyposażona w urządzenia pomocnicze, takie jak roboty usuwające wlewki czy komora do wygrzewania niektórych wyprasek. Hala produkcyjna wyposażona jest w system odciągów mających na celu odprowadzanie pyłów oraz gazów powstałych w trakcie wtryskiwania tworzyw. Odciągi zakończone okapami zainstalowane są nad każdą wtryskarką, a powstałe zanieczyszczenia są odciągane scentralizowaną instalacją.

Oczywistym jest, że instalacje doprowadzające media, drogi transportowe i ewakuacji, jak i ustawienie wszystkich maszyn ►

i urządzeń musi być zgodne z wymaganiami stosownych przepisów o ochronie przeciwpożarowej, norm z zakresu bezpieczeństwa i higieny pracy, ochrony środowiska oraz innych wiążących dokumentów [8].

Proces technologiczny realizowany jest na podstawie wymagań sformułowanych w zleceniu klienta. Wymagania te technolog przekłada na szereg wytycznych dotyczących stosowanego materiału, parametrów procesu wtryskiwania, pozostałych procesów technologicznych, ale także warunków przechowywania surowca, jak i gotowych wyprasek. Sam proces technologiczny prowadzony jest na podstawie zlecenia produkcyjnego.

Zamówiony przez dział zamówień surowiec jest składowany w odpowiednich warunkach w magazynie. Bezpośrednio przed rozpoczęciem procesu surowiec zostaje przewieziony na halę produkcyjną. Następuje założenie formy, do której przyporządkowana jest karta pracy formy i przygotowanie maszyny do pracy, czyli między innymi pomiar temperatury formy, ustalenie wszystkich parametrów na podstawie karty technologicznej, a następnie wtrysk kontrolny. Surowiec wykorzystywany w procesie produkcyjnym zostaje dostarczony do leja zasypowego transportem pneumatycznym.

Po procesie wtryskiwania następuje odcięcie wlewka przez ramię robota, a elementy zostają zapakowane w metalowe skrzynki i przewiezione do komory wygrzewającej, gdzie następuje wygrzewanie w podwyższonej temperaturze. Rolą procesu jest dotwardzenie wyprasek, co pozwala na skrócenie czasu przebywania ich w formie, gdyż proces sieciowania kończony jest w komorze wygrzewającej. Następuje również stabilizacja termiczna wyprasek, przez co w czasie eksploatacji obserwowane zmiany wymiarowe i kształtu są mniejsze. Kolejnym etapem jest mechaniczne gratowanie. Ma ono na celu usunięcie wypływek powstałych w procesie wtrysku, które w przypadku tworzyw utwardzalnych są ostre i niebezpieczne. Mniejsze detale są gratowane na przepływowej gratownicy, natomiast większe wypraski oczyszczane są z wypływek w urządzeniu piaskująco-gratującym. Zazwyczaj jako materiał gratujący stosowane są standardowe granulaty tworzyw termoplastycznych, granulaty z łupin orzechów i ziaren, rzadziej granulaty tworzyw utwardzalnych. Granulat jest wyrzucany z dyszy, z dużą szybkością, na powierzchnię wyprasek. Duża energia uderzenia powoduje odłamanie gratu od wypraski [7]. Jako środek gratujący używany jest w tym procesie poliamid. Po procesie gratowania elementy zostają przewiezione na kolej-

ne stanowisko, gdzie zostają montowane elementy dodatkowe bądź następuje dodatkowa obróbka ubytkowa. Kolejną czynnością jest oczyszczenie detalu z pyłu przy użyciu wyciągu oraz pakowanie detali.

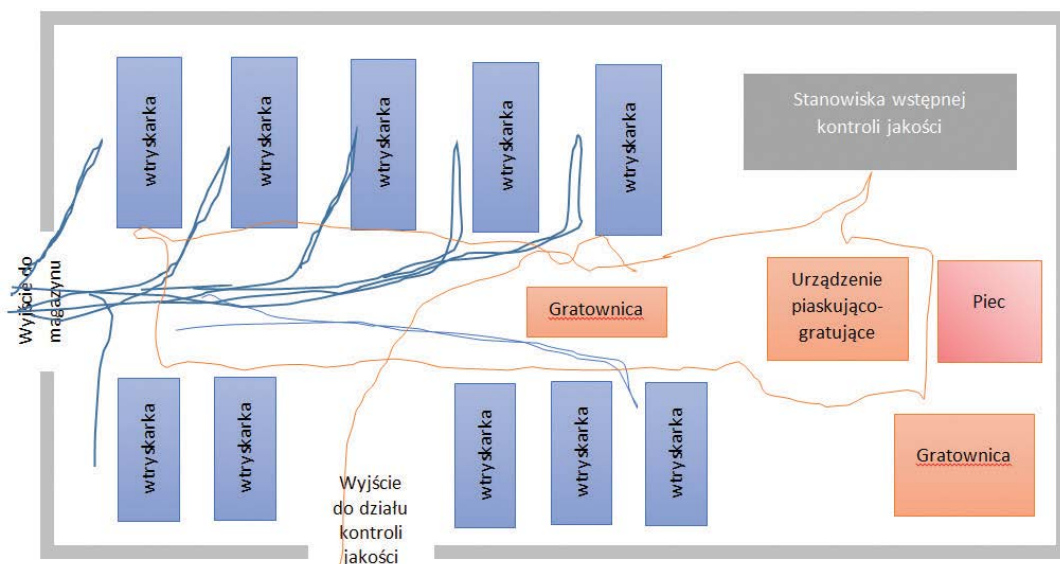
Każdemu etapowi produkcji towarzyszy kontrola jakości. Jest ona ściśle związana z kontrolą: prawidłowego działania maszyn, jakości surowców, jakości wyprasek po każdej operacji, ostateczną kontrolą wyrobów gotowych oraz kontrolą warunków ich przechowywania. Jej wyniki, informujące o jakości materiałów, stanie środków produkcji, o efektywności organizacji, kwalifikacjach załogi, przyczynach powstawania wadliwych wyrobów, niezawodności i rodzajach uszkodzeń, stanowią cenną informację o obszarach możliwych do zmodernizowania. Pracami tymi zajmuje się dział kontroli jakości.

ANALIZA UKŁADU WTRYSKOWNI

Jak już wspomniano modernizacja istniejącego procesu produkcyjnego wymaga stosowania odpowiednich narzędzi analitycznych. Od najprostszych, jakim jest diagram przepływu, po bardziej skomplikowane. Diagram przepływu nazywany jest schematem blokowym, algorytmem lub schematem powiązań. Jego zastosowanie umożliwia rozpoznanie właściwego toku lub sekwencji zdarzeń poszczególnych etapów przebiegu procesu produkcyjnego, lub może ilustrować sam proces przemieszczania się zasobów, czasu trwania operacji czy poziomu zasobów. Diagram przepływu charakteryzuje się sformalizowaną ikonografią oraz logicznym uporządkowaniem.

Innym narzędziem do wizualizacji przepływu zasobów jest tzw. schemat lub diagram „spaghetti”. Narzędzie to działa zasadniczo w następujący sposób - wszystkie rozpatrywane przepływy, są rysowane jako linie na planie hali produkcyjnej, fabryki itp. Powstaje obraz złożony z sieci różnych przepływów przecinających się wzajemnie. Możliwymi rozpatrywanymi aspektami mogą być przepływy rzeczowe, przepływy informacji czy potoki ludzkie. Następnie można zmierzyć dystanse przepływów, aby uzyskać wyobrażenie o transporcie odbywanym na badanym obszarze. Następny krok polega na poszukiwaniu możliwości optymalizacji i skrócenia potoków przepływu.

Na rysunku 2 przedstawiono przebiegi jedynie, jakie trzeba wykonać podczas zmian formy oraz jakie wykonuje pracownik kontroli jakości. W realiach rzeczywistych trzeba by było analizować przebieg wypraski od każdej wtryskarki. Pierwszy ogład



Rys. 2.
Przykład analizy drogi montażu formy (niebieska linia) oraz kontroli jakości (czerwona linia)

układu wtryskowni nie należy do optymalnych. Nawet przykład dróg transportu form i kontroli jakości powoduje kolizje pracowników. Konieczność przejścia pracowników działu kontroli jakości przez halę produkcyjną, by skontrolować formy czy surowce w magazynie na pewno jest problematyczna dla pracowników obu działów.

Pobieżna analiza wskazuje na niedostateczną wielkość hali, powodującą zmniejszenie światła przejść w obszarze przestrzeni działania gratownic. Z drugiej strony trudno wyobrazić sobie inny układ maszyn i stanowisk w hali tej wielkości. Jednym z możliwych rozwiązań byłoby przeniesienie stanowiska wstępnej kontroli jakości poza obszar hali produkcyjnej. Jednakże opisane stanowisko pełni ponadto funkcję dodatkową jako stanowisko ewentualnej obróbki ręcznej wyprasek.

PODSUMOWANIE

W celu prawidłowej organizacji pracy wtryskowni niezbędne jest prowadzenie procesu produkcyjnego na podstawie odpowiedniej dokumentacji, która zawiera wszystkie niezbędne dane do prawidłowego przebiegu procesu technologicznego. Dane pozyskane z działu kontroli jakości pozwalają na wskazanie obszarów możliwych do modernizacji. Maszyny i urządzenia powinny być rozmieszczone we wtryskowni w sposób umożliwiający jak najlepsze wykorzystanie posiadanej powierzchni produkcyjnej. Jednakże przede wszystkim powinny zapewniać płynność procesu produkcyjnego oraz bezpieczeństwo pracy. W celu usprawnienia pracy przykładowej wtryskowni należy zwrócić szczególną uwagę na problem związany z niedostateczną wielkością hali, ulepszyć system odprowadzania zapyleń, a także rozwiązać problemy związane z międzystanowiskowym transportem.

LITERATURA

- [1] Ł. Wierzbicki, J. Stabik: Organizacja i realizacja procesu wtryskiwania tworzyw termoutwardzalnych, Tworzywa Sztuczne w Przemśle. Dodatek „Wtryskarki”, Nr 2/2015
- [2] A. Smorawiński: Technologia wtrysku, Wydawnictwo Naukowo-Techniczne, Warszawa 1989.
- [3] A. Smorawiński: Wtrysk elastomerów, Wydawnictwo Plastech, Warszawa 2001.
- [4] B. M. Vieira Maia: Analysis And Improvement Of The Injection Molding Production Process And Related Tasks. Pilitecnico do Porto 2018
- [5] P. Cichosz, M. Kuzinovski: Metody wykonywania fazek i gratowania krawędzi, Mechanik 7 (2011).
- [6] <http://pl.wikipedia.org/wiki/Gratowanie>.
- [7] B. Zabrzewski: Postęp w technologii gratowania, Wyposażenie i organizacja wydziału wtrysku, Wydawnictwo Plastech, Warszawa 1995.
- [8] J. Iwko: Bezpieczeństwo i higiena pracy na stanowisku operatora wtryskarki. Poradnik przetwórcy tworzyw sztucznych, PlastNews 11'2010.
- [9] A. Zwierzyński: Nowoczesne technologie wtryskiwania, Mechanik 11 (2000).
- [10] W. Michaeli, H. Greif, G. Kretschmar, F. Ehrig: Training in Injection Molding, Hanser Publishers, Munich 2001.
- [11] D.M. Bryce: Plastic Injection Molding – Manufacturing startup and management, Society of Manufacturing Engineers, Dearborn 1999.

dr inż. Łukasz Wierzbicki

Wydział Transportu i Inżynierii Lotniczej Politechniki Śląskiej

REKLAMA

Perfekcja kryje się w detalach **BISTAR**

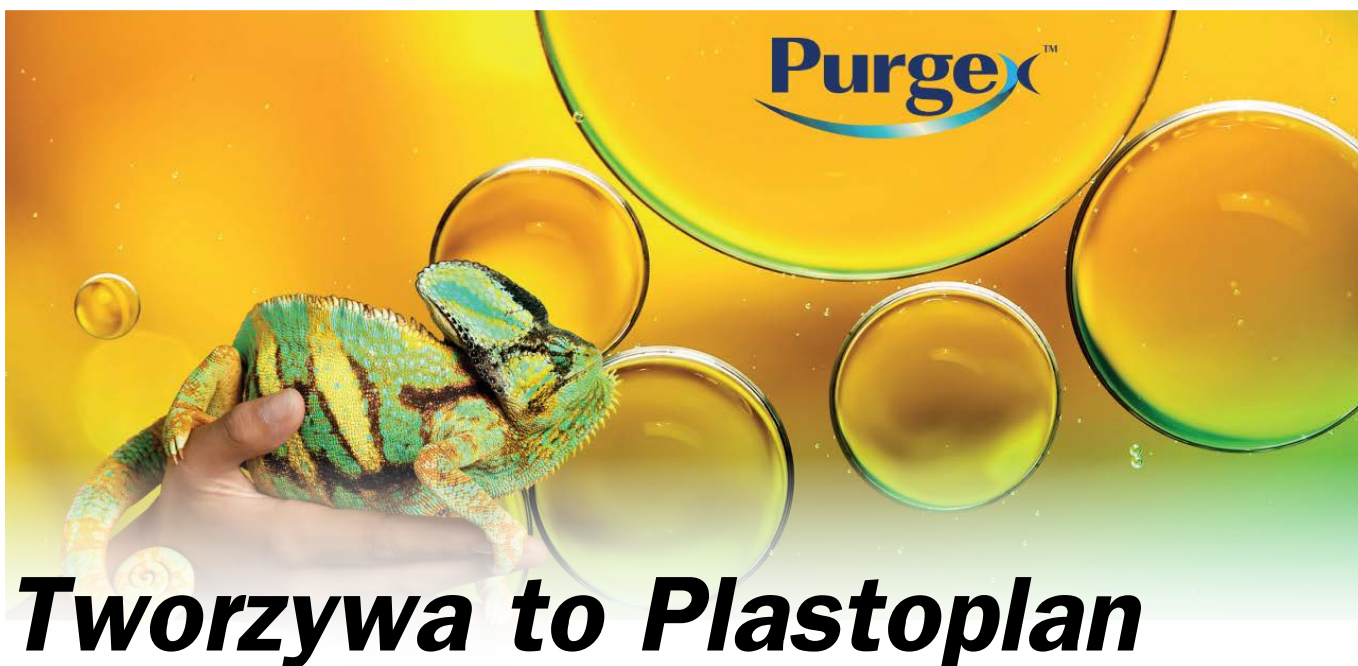
Działając na rynku tworzyw sztucznych od prawie 25 lat, jesteśmy w stanie zapewnić naszym klientom najlepszą jakość.

Posiadamy niezbędne zaplecze, sprzęt oraz wiedzę. Zapraszamy do współpracy.

- wtrysk: PA, PBT, POM, ABS, PS, SAN, PE, PP, PVC;
- wytłaczanie: PC, PC + TPE, PVC, PMMA.



P. W. BISTAR s.k., ul. Nowosielska 2a, 15-617 Białystok
tel. 85 664 33 23, www.bistar.com.pl



Tworzywa to Plastoplan

GRANULATY CZYSZCZĄCE W PRZETWÓRSTWIE TWORZYW SZTUCZNYCH – ZASTOSOWANIA

Najwyższa jakość, redukcja ilości odpadów, wysoka wydajność, brak postojów produkcyjnych, krótki czas przebrojenia maszyny – to wyzwania, z którymi na co dzień stykają się przetwórcy tworzyw sztucznych. Charakter produkcji wymusza niejednokrotnie częste zmiany form, surowców i kolorów, a to generuje straty materiałów i czasu, wzmożoną kontrolę jakości, dużą ilość odpadów. Dobrym rozwiązaniem tych problemów jest odpowiednie ustawienie przejść kolorów i tworzyw w planie produkcyjnym. Dodatkowymi czynnikami, które utrudniają planowanie produkcji oraz utrzymanie wysokiej jakości i wydajności są zjawiska fizykochemiczne zachodzące w układzie plastyfikującym i w formie. Tworzywa sztuczne oraz dodatki do nich podczas przetwórstwa podlegają działaniu wysokiej temperatury i ciśnienia. W czasie produkcji następuje powolny proces termicznego rozkładu tych surowców, szczególnie w miejscach, gdzie przepływ tworzywa jest utrudniony bądź lokalnie zatrzymany. Takie przypalenia są źródłem zanieczyszczeń i wad wyprasek.

Granulaty czyszczące maszyny do przetwórstwa tworzyw sztucznych znacząco redukują ilość wadliwych wyprasek, a przede wszystkim ułatwiają i przyspieszają operacje zmiany kolorów i surowców, przygotowanie maszyn do przebrojenia. Wartym podkreślenia jest fakt, że regularne stosowanie tych materiałów zapobiega narastaniu przypaleń i eliminuje konieczność rozbierania maszyny i jej manualnego czyszczenia.

PURGEX – GLOBALNA MARKA

Pierwsze granulaty czyszczące Purgex zostały wyprodukowane w roku 1992. Od samego początku firma Neutrex produkuje je wyłącznie we własnym zakładzie w Huston, USA. Stosowanie najwyższych reżimów produkcyjnych i wysokie nakłady na badania i rozwój pozwoliły opracować gamę granulatów czyszczących o najwyższej jakości i skuteczności. Ich przydatność potwierdziły tysiące klientów na całym świecie, zarówno w branży motoryzacyjnej, jak i w produkcji wyrobów medycznych, elektroniki, AGD, opakowań i innych.



PLASTOPLAN POLSKA – DOSTAWCA SPRAWDZONYCH ROZWIĄZAŃ

Spółka Plastoplan Polska od początku swojej działalności oferuje granulaty czyszczące Purgex. Ich szeroka oferta obejmuje zarówno gatunki dedykowane do przetwórstwa tworzyw masowych (PE, PP, PVC, PS), typowych tworzyw technicznych (np. ABS, PC, PA), jak też wysokosprawnych tworzyw konstrukcyjnych (PPS, PEEK i inne). Nasi doradcy pomagają w doborze właściwych gatunków oraz biorą udział w testach, służąc swoją wiedzą i doświadczeniem. Granulaty czyszczące są dostępne od ręki z magazynów krajowych. Dostarczamy do klientów dowolne ilości w ciągu 1–2 dni.

Zapraszamy do zapoznania się z ofertą na www.plastoplan.pl, prosimy o kontakt poprzez e-mail biuro@plastoplan.pl.

Plastoplan 
Tworzywa

Plastoplan Polska Sp. z o.o.

Al. Księcia Józefa Poniatowskiego 1, 03-901 Warszawa

tel. 22 295 92 31

www.plastoplan.pl, biuro@plastoplan.pl



Wtryskarki **tederic** energooszczędność, szybkość, precyzja

Ponadto oferujemy:

- peryferia do wtryskarek
- roboty i automatyzację
- budowę form wtryskowych bez ograniczeń gabarytów i wagi
- usługi wtrysku



InAutom Poland Sp. z o.o.

☎ 52 506 56 65
✉ biuro@inautom.pl
🌐 inautom.pl

ul. Zbożowa 28,
86-010 Koronowo,
Poland

Wykorzystanie metody TIG do regeneracji i naprawy form wtryskowych

Jacek Ślania, Łukasz Chłopczyński

W artykule omówiono regenerację form wtryskowych przy zastosowaniu procesów spawalniczych. Przedstawiono kryteria wyboru procesu. Zaprezentowano zastosowanie procesu TIG. Omówiono stosowane techniki naprawy form wtryskowych. Przedstawiono błędy mogące wystąpić podczas ich naprawy i regeneracji przy zastosowaniu procesów spawalniczych.

W obecnych czasach przemysł przetwórstwa tworzyw sztucznych przeżywa trwający od początku XX wieku rozkwit. Wraz z rozwojem technologii, wprowadzania do produkcji coraz to nowszych, udoskonalonych metod wtrysku, jak i używanych w tych procesach zróżnicowanych materiałów wzrosło również zapotrzebowanie na ilość przedsiębiorstw zajmujących się regenerowaniem i naprawianiem form wtryskowych. Ze względów ekonomicznych oczywiście ten odłam przemysłu jest złotym środkiem zarówno dla firm dokonujących regeneracji i naprawy, jak i firm które zlecają ten proces – taniej i oszczędniej jest oczywiście przedłużyć okres żywotności formy poprzez drobne korekty wprowadzane w razie potrzeb, niż konstruować nową formę od podstaw (choć zawsze jest to regułą) [1–3].

NAPRAWA I REGENERACJA FORM PRZEZ NAPAWANIE

W przemyśle przetwórstwa tworzyw sztucznych występują dwa główne procesy spawalnicze wykorzystywane do napraw form wtryskowych: TIG i spawanie laserem.

Niewielka część zakładów przemysłowych posiada urządzenia spawalnicze do napraw form wtryskowych. Większość zakładów zleca naprawę form wtryskowych w formie podwykonawstwa firmom zajmującym się wyłącznie naprawą lub regeneracją form poprzez spawanie. Wynika to z podejścia ekonomicznego i prowadzenia firm w ściśle wyspecjalizowanych branżach. W więk-

szości firmy te wyposażone są tylko w urządzenia spawalnicze do spawania metodą TIG, ale wraz z rozwojem coraz więcej z nich wyposażonych jest w urządzenia do spawania laserem. Te dwa procesy są najbardziej odpowiednie i najbardziej komplementarne do wykonania napraw form. W wyjątkowych sytuacjach niektóre firmy stosują również napawanie plazmowe.

WYBÓR PROCESU NAPAWANIA

W celu wyboru procesu stosowanego do naprawy lub regeneracji form wtryskowych przeprowadzono porównanie na podstawie 10 kryteriów, uważanych za najważniejsze w odniesieniu do procesu naprawy i wpływu na eksploatację formy (tab. 1).

NAPAWANIE METODĄ TIG

Łuk spawalniczy jarzący się między nietopliwą elektrodą, a materiałem spawanym topi powierzchnię materiału. W spawaniu TIG nie jest konieczne stosowanie materiału dodatkowego. Elementy spawane można łączyć przez przetopienie rowka spawalniczego. Jeżeli jednak stosowany jest materiał dodatkowy, jest on wprowadzany do jeziora w sposób ręczny. Spoiwo zwykle jest dostępne w postaci pręta o długości 1 m i odpowiednio dobranej średnicy. Proces spawania TIG odbywa się w otoczeniu gazu ochronnego chemicznie obojętnego, najczęściej argonu lub mieszanki argonu i helu, wypływającego z dyszy uchwytu elektrodowego. Gaz osłonowy chroni jezioro spawalnicze i elektrodę

Tabela 1. Kryteria wyboru procesu spawania do naprawy lub regeneracji form wtryskowych

	Kryteria	TIG	PLAZMA	LASER
I	Czas przeprowadzenia procesu naprawy lub regeneracji	■■■■■	■■■■□	■■□□□
II	Przenoszenie sprzętu spawalniczego	■■■■■	■■■■□	■□□□□
III	Elastyczność w dostępie do złożonego kształtu geometrycznego	■■■■□	■■■■□	■■■□□
IV	Elastyczność procesu w wykonywaniu spawania złożonych kształtów	■■■■□	■■■□□	■■■□□
V	Koszt za godzinę użytkowania sprzętu	■■■■■	■■■■□	■■□□□
VI	Wygląd spoiny i zgodność z materiałem podstawowym	■■■□□	■■■■□	■■■■■
VII	Metalurgiczna jakość spawania i wpływ na materiał bazowy	■■■□□	■■■□□	■■■■■
VIII	Miara niezawodności i wykonalności procesu (zależne od operatora)	■■□□□	■■■□□	■■■■■
IX	Konfiguracja urządzenia. Czas potrzebny do rozpoczęcia procesu spawania	■■■■■	■■■■■	■■□□□
X	Konieczność wstępnej i/lub poprocesowej obróbki cieplnej	■□□□□	■■■□□	■■■■■

■■■■■ Bardzo dobrze; ■■■■□ Dobrze; ■■■□□ Znośnie; ■■□□□ Źle; ■□□□□ Bardzo źle; ■□□□□ Nie do przyjęcia

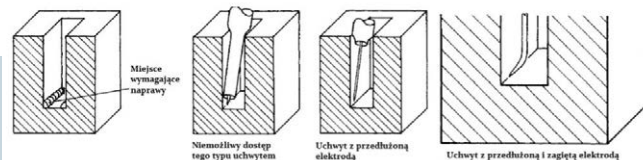


Rys. 1. Rodzaje uchwytów TIG

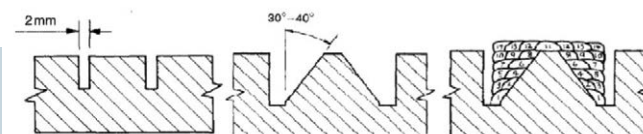
przed utlenieniem, ale nie ma wpływu na proces metalurgiczny. Spawanie metodą TIG charakteryzuje stabilność łuku elektrycznego, dzięki czemu jest to proces kontrolowany i dokładny. Urządzenie do spawania metodą TIG jest przenośne i łatwe w obsłudze. Czas wymagany do rozpoczęcia procesu spawania (napawania), zależy tylko od rodzaju naprawy. Uchwyty spawalnicze występują w formie różnych ustawień geometrycznych elektrody (rys. 1), co jest bardzo pomocne przy skomplikowanych elementach form wtryskowych lub miejscach trudno dostępnym (rys. 2). Ponieważ jest to proces ręczny, posiada dużą elastyczność, co umożliwia pracę w miejscach trudno dostępnych. Występują jednak uszkodzenia, do których dostęp może być niemożliwy. Wtedy elementy formy, które muszą być naprawione, są wykonywane na nowo zgodnie ze specyfikacją, lub wykonywane jest usunięcie fragmentu formy i odbudowywane w całości przez napawanie – w przypadku gdy są to niewielkie elementy (rys. 3).

WYBÓR TECHNIKI NAPRAWY FORMY WTRYSKOWEJ

Proces naprawy form wtryskowych rozpoczyna się od oceny stopnia zużycia formy wtryskowej, ustalenia zakresu regeneracji,



Rys. 2. Naprawa elementu formy wtryskowej w miejscu z utrudnionym dostępem



Rys. 3. Naprawa niedostępnego miejsca dla spawania procesem TIG

wytypowania krawędzi, usterek, ubytków w formie, a następnie uruchomienia prac regeneracyjnych.

Rozróżnić można cztery główne techniki naprawcze:

- odbudowa powierzchni przez napawanie (rys. 4);
- spawanie pękniętego elementu formy (rys. 5);
- odbudowa krawędzi przez napawanie (rys. 6);
- odbudowa elementów (rys. 7).

Dobór techniki naprawy zależy przeważnie od rodzaju naprawy do wykonania oraz w mniejszym stopniu od innych czynników, takich jak estetyka, koszty i ograniczenia geometryczne. Gdy naprawa jest wymagana we wnętrzu lub trudno dostępnym miejscu w formie wtryskowej, możliwe jest podcięcie (wycięcie) elementu i odbudowa.

REKLAMA

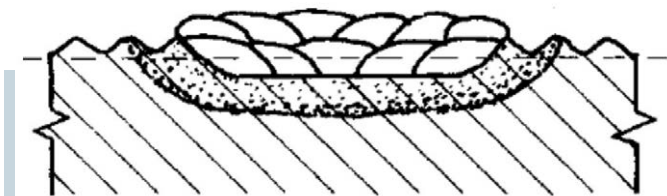




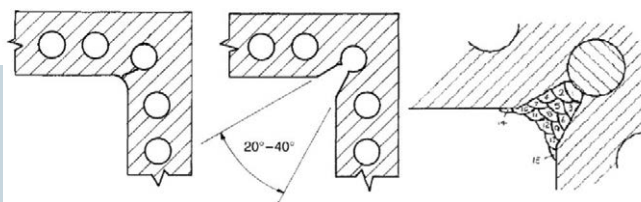
- Projektowanie i produkcja form wtryskowych do 16 ton
- Wtrysk detali z tworzyw sztucznych do 9 kg
- Szybkie prototypowanie i skanowanie 3D
- Krótkie terminy realizacji

Aplex Sp. z o.o. ZPChR, Aplex Tools Sp. z o.o. Sp.k.
 ul. Podmiejska 4, 85-453 Bydgoszcz, tel. +48 52 372 21 49, 585 10 89, 349 06 97 w.16
 aplex@aplex.info, www.aplex.info

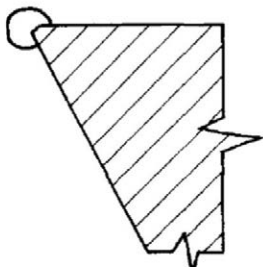




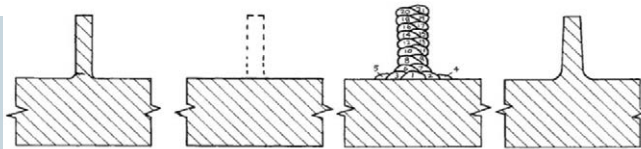
Rys. 4. Napawanie powierzchni



Rys. 5. Spawanie pękniętego elementu formy



Rys. 6. Odbudowa krawędzi przez napawanie



Rys. 7. Odbudowa elementów

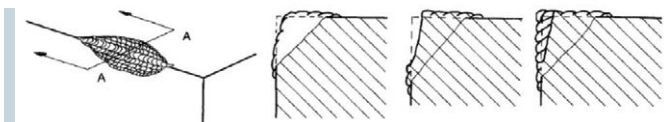
Jeżeli ilość materiału potrzebna do odbudowy jest duża, preferowana jest również odbudowa elementu. Minimalizuje się w ten sposób wielkość naprężeń wprowadzonych podczas spawania (rys. 7).

BŁĘDY POPEŁNIANE PODCZAS NAPRAW I REGENERACJI FORM WTRYSKOWYCH

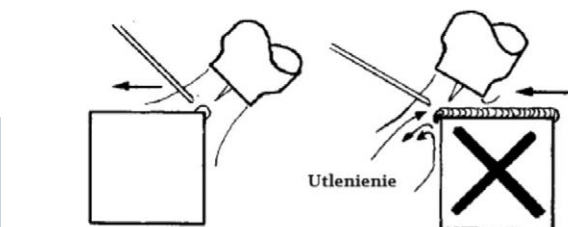
Proces naprawy i regeneracji form wtryskowych należy do bardzo precyzyjnych procesów. Elementy regenerowane lub naprawiane należy odwzorowywać w sposób jak najbardziej zbliżony do oryginału lub specyfikacji. Wynika to z wpływu olbrzymich sił podczas procesu zamykania formy na wtryskarce. Elementy niewłaściwie wykonane mogą przyczynić się do wytworzenia produktu w procesie wtrysku o niesatysfakcjonujących właściwościach lub w najgorszym wypadku zniszczenia formy lub jej elementów, jeżeli jej elementy nie zostaną odpowiednio dopasowane.

Jednym z takich błędów w wykonaniu jest niewłaściwe zaplanowanie ilości i sekwencji wykonywania napoin. Podczas odbudowywania fragmentu formy wymagane jest nałożenie napoiny jako naddatek materiału w celu późniejszej obróbki materiału do wymaganego kształtu (rys. 8).

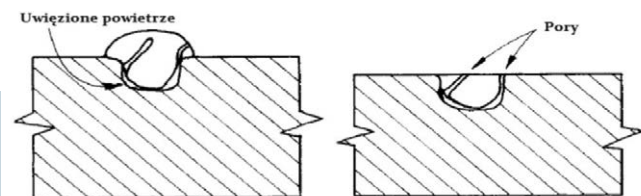
Podczas pracy słabo wykwalifikowanych spawaczy często można dostrzec również niewłaściwy sposób ułożenia napoiny i jej utlenienie (rys. 9). W celu uniknięcia tego typu nieprawidłowości



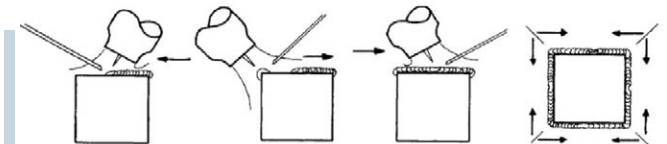
Rys. 8. Element odbudowywany bez naddatku materiału oraz etapy poprawy odbudowy



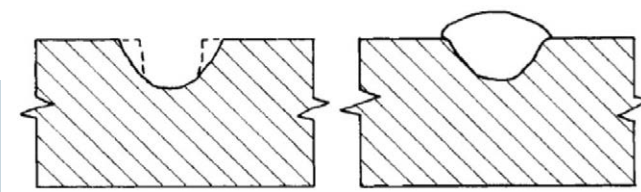
Rys. 9. Utlenienie spoiny przez niewłaściwy sposób jej układania



Rys. 11. Pory w spoinie spowodowane niewłaściwie przygotowaną powierzchnią



Rys. 10. Zaplanowany prawidłowy sposób kolejności ułożenia spoin



Rys. 12. Prawidłowe przygotowanie powierzchni spawanej - efekt spoina bez niezgodności

cji. W procesie naprawy i regeneracji należy położyć szczególny nacisk na wiedzę i szkolenia spawaczy. Wyeliminuje to potencjalne błędy podczas napraw, które generują dodatkowe koszty przez konieczność poprawy lub zniszczenia formy. Zastosowanie procesu napawania w procesie naprawy form zmniejsza całkowity koszt eksploatacji w trakcie cyklu życia formy. Należy jednak pamiętać, że prawidłowe zaplanowanie przeglądów i regeneracji elementów na formach wtryskowych zapobiega zniszczeniom powstałym w trakcie eksploatacji.

LITERATURA

- [1] J. Hollenbeck: Micro welding: Applications beyond mold repair. Mold Making Technology, październik 2001.
- [2] S. Malkasian a al.: Micro-dimensional welding is putting some moldmakers ahead of their competition, Mold Making Technology, luty 2000.
- [3] S. Thompson: Handbook of mold, tool and die repair welding, Abington Publishing, England, 1999.

- [4] <http://www.eltrex.net.pl/uchwyty-spawalnictwo-tig,c24.html>.
- [5] M. Bober, K. Tobota: Badanie istotności wpływu podstawowych parametrów napawania plazmowego na geometrie napoin, Przegląd Spawalnictwa, vol. 87, nr 9, 2015, str. 24-28.
- [6] S. Morel: Powłoki dla ochrony przed zużyciem elementów maszyn i urządzeń, Przegląd Spawalnictwa, vol. 87, nr 9, 2015, str. 65-69.

Artykuł został opublikowany w czasopiśmie „Przegląd Spawalnictwa” 2016 R. 88, nr 8, s. 53–55.

dr hab. inż. Jacek Słania, prof. PCz
mgr inż. Łukasz Chłopczyński
 Politechnika Częstochowska

REKLAMA

TECHNIKPLAST
MICHAŁ WIŚNIEWSKI

Wtryskarki
doskonałej jakości

SPRZEDAŻ WTRYSKAREK WELLTEC/NPC/SSF
OSPRZĘT DO PRZETWÓRSTWA TWORZYW SZTUCZNYCH

- pośrednictwo w sprzedaży wtryskarek, robotów i osprzętu PTS;
- kontrolery grzanych kanałów do 72 stref ToPower;
- podajniki tworzywa, młyny, termostaty do form, klemy;
- roboty 3-osiowe - integracja, szkolenia, sprzedaż;
- roboty FANUC - integracja z wtryskarkami, programowanie, sprzedaż;
- aplikacje GOLEM MES dla przemysłu przetwórstwa tworzyw sztucznych, CNC, druk;
- szkolenia z przetwórstwa tworzyw sztucznych, obsługi wtryskarek i robotów.



ul. Bolimowska 51A, 99-400 Łowicz, tel. +48 693 150 054
 biuro@technikplast.pl, www.technikplast.pl

REKLAMA



materiały & maszyny
technologiczne

Nowy tytuł – kontynuacja i nowe tematy

Zapraszamy na naszą stronę internetową
www.materiałyimaszyny.pl

Czyszczenie i konserwacja form wtryskowych z użyciem produktów Ambersil

Tomasz Bielecki

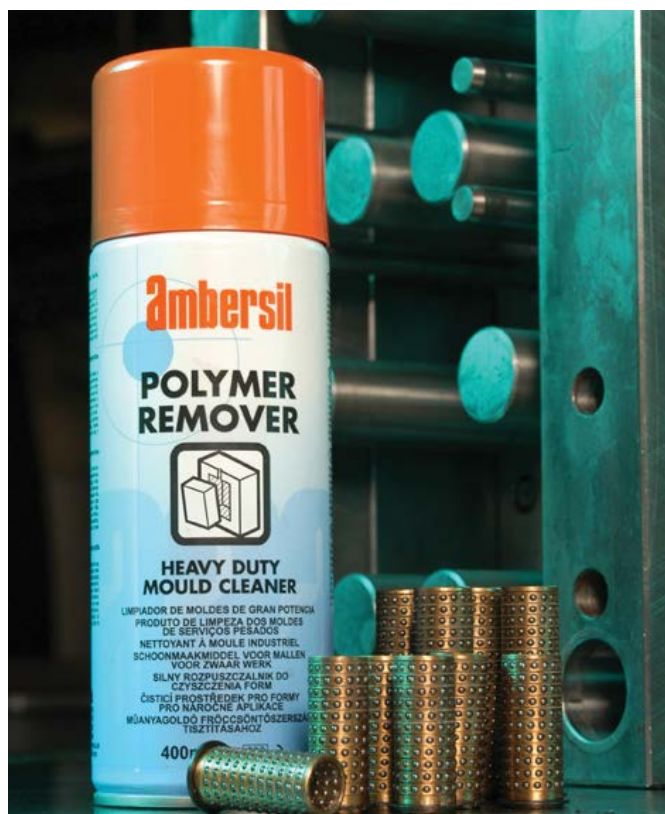
Formy wtryskowe są bardzo kosztownym elementem procesu produkcji wyrobów z tworzyw sztucznych. Warto o nie dbać, aby długo i niezawodnie nam służyły. Dbłość o formę oznacza jej odpowiednie czyszczenie oraz zabezpieczanie na czas magazynowania. Firma Ambersil od ponad 60 lat produkuje środki chemiczne dla przemysłu. Zakład produkcyjny znajduje się w południowej Anglii w miejscowości Bridgwater. W roku 2004 firma weszła w skład międzynarodowej grupy CRC Industries. Skutkiem tego było znaczące wzbogacenie oferty oraz umocnienie pozycji rynkowej.

Istotną częścią oferty Ambersil są produkty pomocnicze dla przetwórstwa tworzyw sztucznych, w szczególności dla metody wtryskowej. Środki czyszczące, antykorozyjne, smarne oraz antyadhezyjne od wielu lat zaspokajają potrzeby użytkowników z sektora przetwórstwa wtryskowego, którzy poprzez swój wybór uczynili markę Ambersil liderem rynku.

CZYSZCZENIE FORM

Czyszczenie form wtryskowych możemy podzielić na bieżące oraz specjalne.

W trakcie czyszczenia bieżącego z powierzchni formy usuwane są pozostałości środków antyadhezyjnych oraz inne lekkie zanieczyszczenia. Do tego celu polecamy produkt Ambersil Mould Cleaner. Jest to odpowiednio dobrana mieszanina rozpuszczalników o umiarkowanej szybkości odparowywania, co umożliwia stosowanie tego zmywacza na ciepłe powierzchnie form. Produkt charakteryzuje się wysoką skutecznością w usuwaniu smarów, olejów i silikonów. Środek czyszczący należy nanosić obficie, aby rozpuszczone zanieczyszczenia spłynęły z powierzchni. Pozostałości należy wytrzeć niepyłącą ścierecz-



ką. Otrzymujemy suchą i odtłuszczoną powierzchnię formy. W przypadku uporczywych zabrudzeń należy przed wytarciem odczekać chwilę, aby umożliwić penetrację i rozpuszczenie zabrudzeń. Łagodny, cytrusowy zapach tego zmywacza nie jest drażniący dla użytkowników. W ostatnim czasie Ambersil wprowadził do oferty drugi produkt o analogicznym zastosowaniu Ambersil Solvent Cleaner FG. Produkt ten został zarejestrowany przez NSF z kategorią K1. Przeznaczony jest do czyszczenia form używanych do produkcji opakowań i innych elementów dla przemysłu spożywczego.

Pod pojęciem specjalnego czyszczenia form rozumiemy usuwanie wyjątkowo trudnych zabrudzeń, takich jak barwniki, resztki tworzyw, gum i żywic. W takiej sytuacji najlepsze efekty uzyskamy stosując mieszaninę wyjątkowo mocnych rozpusz-





czalników, jaką jest Ambersil Polymer Remover. Wydłużony czas odparowywania umożliwia mu skuteczne rozpuszczenie trudnych zabrudzeń, które następnie należy wytrzeć niepyłącą ściereczką.

Czyszczenie form wtryskowych środkami chemicznymi jest łatwe, skuteczne i ekonomiczne. Produkty w aerozolu są wygodne i bezpieczne w użyciu, pozwalają na precyzyjne dozowanie oraz bezpieczne przechowywanie.

ŚRODKI ANTYKOROZYJNE

Dokładne oczyszczenie formy jest szczególnie ważne po zakończeniu pracy, kiedy planujemy umieszczenie formy w magazynie. Czas przechowywania formy w magazynie jest bardzo różny, od kilku dni do nawet kilku lat. Aby uniknąć korozji powierzchni formy w tak długim okresie, należy stosować skuteczne i sprawdzone środki antykorozyjne. Cztery takie produkty znajdują się w ofercie Ambersil. Oferowane są w postaci aerozolu, dzięki czemu możliwe jest ich równomierne i dokładne nakładanie na powierzchnię formy. Wszystkie są bezsilikonowe i samousuwalne oraz oferują niezawodną ochronę, różnią się jednak szczegółami, przez co pozwalają zaspokoić potrzeby wszystkich użytkowników.

Podstawowym produktem do zabezpieczania form jest Ambersil Mould Protective. Tworzy on na powierzchni formy żółtą powłokę zabezpieczającą. Charakteryzuje się dobrymi właściwościami penetrującymi i z tego względu nie jest polecany do

form, których powierzchnia nie jest jednorodna, gdyż może penetrować nawet drobne pęknięcia i szczeliny. Wynik testu solnego to 100 godzin.

Produktem najczęściej wybieranym przez klientów jest Ambersil Green Mould Protective. Ceniony jest za intensywny zielony kolor pozwalający na kontrolę pokrycia powierzchni oraz wysoką lepkość, przez co nie spływa z powierzchni i nie penetruje szczelin.

Drugą wersją tego produktu jest Ambersil Clear Mould Protective. Pozbawiony jest on barwnika, przez co zalecany jest do zabezpieczania form stosowanych przy produkcji przezroczystych i białych detali. Nie pozostawia śladów w trakcie rozruchu, kiedy pracuje jako środek rozdzielający.

Dla klientów produkujących opakowania do żywności lub inne elementy, które będą miały kontakt z żywnością polecany jest Ambersil Blue Mould Protective FG. Został on zarejestrowany przez NSF z kategorią H2, nr rejestracji 149685. Niebieska, dobrze widoczna powłoka daje pewność dokładnego pokrycia powierzchni formy.

Sposób użycia dla wszystkich tych środków antykorozyjnych jest taki sam. Bardzo ważne jest, aby przed naniesieniem powłoki zabezpieczającej powierzchnia formy była czysta i sucha oraz schłodzona do temperatury poniżej 35°C. W czasie używania produktu należy zapewnić właściwą wentylację. Puskę aerozolu wstrząsnąć przed użyciem dla dokładnego wymieszania składników. Nanosić na powierzchnię formy jednostajnym ruchem z odległości 25–30 cm. Po około 10 minutach otrzymujemy ciągłą i jednorodną powłokę zabezpieczającą. Powłoki mogą być zmyte z powierzchni za pomocą Ambersil Mould Cleaner.

Proces nanoszenia powłoki antykorozyjnej przy użyciu aerozolu pokazuje istotną zaletę aerozoli. To nie tylko opakowanie dla produktu, ale także system jego dozowania. Każdy produkt aerozolowy wyposażony jest w zawór oraz dyszę dobraną odpowiednio do składu produktu, jego właściwości oraz sposobu, w jaki powinien być наносzony. Środki czyszczące wydostają się cienkim strumieniem z dużą prędkością, natomiast produkty antykorozyjne rozpylane są w postaci drobnej mgiełki. Należy pamiętać, że podejmując decyzję o zakupie produktu „luzem” (w stanie ciekłym w beczce lub kanistrze czy w postaci granulatu), musimy mu zapewnić odpowiedni sposób nanoszenia, który w przypadku aerozolu jest częścią produktu.

ŚRODKI ANTYADHEZYJNE

Produkty Ambersil przeznaczone dla przetwórstwa tworzyw sztucznych to nie tylko środki czyszczące i antykorozyjne. Najszerszą grupę produktów stanowią środki antyadhezyjne. Szeroka gama rozdzielaczy silikonowych i bezsilikonowych pozwala na precyzyjny dobór odpowiedniego środka w zależności od rodzaju przetwarzanego tworzywa oraz procesu, co jest niezwykle istotnym elementem wpływającym na minimalizację kosztów oraz na optymalizację całego procesu produkcyjnego.

Wszystkie wymienione w artykule produkty Ambersil dostępne są w ofercie firmy Milar Sp. z o. o.



A member of the Biesterfeld Group

Milar Sp. z o. o.

ul. Graniczna 47, 05-825 Grodzisk Mazowiecki

tel. 22 755 85 21, fax 22 755 80 09

milar@milar.pl, www.milar.pl



Uzdatniacze wody HydroFLOW pomagają chronić układy chłodzenia przed osadami i korozją

Technologia dla układów chłodzenia

HYDROPATH

Proces chłodzenia w formowaniu wtryskowym tworzyw sztucznych ma decydujące znaczenie dla jakości produktu. Utrzymanie w czystości kanałów chłodzących jest więc bardzo istotnym elementem zachowania powtarzalności parametrów jakościowych produktu. Kiedy jony minerałów rozpuszczonych w wodzie chłodzącej w wyniku wzrostu temperatury wody wytrącają się na powierzchniach wymiany ciepła w postaci twardych osadów, powstaje nieplanowana bariera cieplna. Nierównomierna temperatura powierzchni formy wprowadza dodatkowe naprężenia. Wywołują one odkształcenia, nierówności i powodują niestabilność wymiarów w kolejnych cyklach produkcyjnych.

Uzdatniacz wody HydroFLOW z technologią Hydropath to nowoczesny, niechemiczny, bezobsługowy uzdatniacz wody wykorzystywany w układach chłodzenia. W instalacji chłodzenia wtryskarek zapobiega powstawaniu twardych osadów mineralnych nawet w przypadku stosowania wody twardej wstępnie niezmiękzonej, czyli zawierającej minerały.

Z uwagi na temperaturę wody, znacznie przekraczającą 20°C, w obiegach chłodniczych wtryskarek, istnieje duże prawdopodobieństwo szybkiego namnażania się zarówno w wodzie, jak i na ścianach instalacji różnego rodzaju mikroorganizmów. Powodują one powstawanie przestrzennych struktur osadów biologicznych nazywanych biofilmem i mają istotny wpływ na wzrost korozyjności. W wielu przypadkach występowanie biofilmu objawia się w postaci brunatnobrązowego, śliskiego osadu na wewnętrznych powierzchniach instalacji chłodzącej wtryskarki. Taki osad widoczny jest na rotametrach.

Sygnal emitowany przez uzdatniacz HydroFLOW P AQUAKLEAR pozwala na usunięcie już istniejących osadów mineralnych kamienia kotłowego z instalacji oraz osadów biofilmu. Proces ten zachodzi w trakcie normalnej eksploatacji. Urządzenia HydroFLOW zabezpieczają przed powstawaniem nowych osadów i ograniczają procesy korozyjne nawet o 65%.

Uzdatniacze HydroFLOW dobiera się w zależności od średnicy zewnętrznej rury, na której są montowane. W niektórych przypadkach bardzo rozbudowanego układu chłodzenia kilkudziesięciu wtryskarek wymagany jest montaż więcej niż jednego urządzenia.

W standardowej ofercie występują urządzenia na rury o średnicy zewnętrznej 45–200 mm. Oferowane są również urządzenia na rury o średnicach od 250 do 3000 mm, produkowane na zamówienie klienta i oznaczone nazwą CUSTOM. Montaż urządzenia HydroFLOW jest szybki, nie wymaga cięcia rur i wprowadzania przerw produkcyjnych. Urządzenia pracują 24 godziny na dobę przez 7 dni w tygodniu, a ich prognozowana trwałość to ponad 30 lat bezawaryjnej pracy.

Uzdatniacze HydroFLOW C RANGE stosowane są w przypadku występowania tylko osadów mineralnych, a uzdatniacze HydroFLOW P AQUAKLEAR stosuje się w przypadku występowania osadów mineralnych i biologicznych.

Zastosowanie urządzeń HydroFLOW zamiast kosztownych środków chemicznych do uzdatniania i kondycjonowania wody chłodzącej jest zalecanym przez projektantów i często wybieranym przez użytkowników rozwiązaniem zarówno w dużych, jak



i małych zakładach produkcyjnych. Urządzenia spełniają oczekiwania użytkowników również przez szybki zwrot z inwestycji.

Małe wymiary urządzeń umożliwiają ich montaż praktycznie na każdej linii produkcyjnej i w każdym układzie chłodzenia.

Urządzenia HydroFLOW można montować w zamkniętych i otwartych układach chłodzenia. Nie wymagają czyszczenia, przeglądów oraz serwisowania. Zabezpieczają również układy chłodzenia wody lodowej, utrzymując je w wysokiej efektywności w całym okresie eksploatacji.

Wiele firm w Polsce od lat z powodzeniem stosuje to rozwiązanie. Producent, firma Hydropath Technology Ltd. z Wlk. Brytanii, od ponad 27 lat oferuje urządzenia HydroFLOW przeznaczone do zastosowań komercyjnych. Aktualnie urządzenia można spotkać w 64 krajach świata, w tym w obu Amerykach, Azji, Afryce i Australii.

Więcej informacji dotyczących technologii Hydropath, jej sposobu działania, montażu urządzeń, zastosowań i przykładowych realizacji, mogą Państwo uzyskać kontaktując się z konsultantem z firmy Hydropath Sp. z o.o. lub korzystając z informacji zamieszczonych na stronie www.hydropath.pl.

Obszary zastosowania urządzeń HydroFLOW:

- kanały chłodnicze w formach wtryskowych;
- wymienniki ciepła (woda-woda, woda-olej);
- agregaty wody lodowej;
- wieże chłodnicze;
- kompresory chłodzone wodą;
- instalacje dystrybucji wody.

Hydropath Sp. z o.o.

ul. Wierzbowa 111, 43-100 Tychy

www.hydropath.pl, biuro@hydropath.pl

tel. +48 500 068 835

Preparaty chemiczne bez gazu pędnego – ekonomiczne rozwiązanie dla oszczędnych

Iwona Hiszpańska

Mogłoby się wydawać, że firma Buchem Chemie + Technik już nas nie zaskoczy nowymi produktami. A jednak. Od sierpnia tego roku wiele z produktów dostępnych do tej pory tylko w tradycyjnej puszcze z aerozolem można teraz otrzymać w wersji „100% środka”. „100% środka” oznacza, że w opakowaniu nie ma gazu pędnego, który pomaga wydobyć płyn na zewnątrz, a jest tam jedynie sam preparat. Jakie są zalety takiego rozwiązania i po co firma Buchem Chemie+Technik trudziła się wprowadzając tak zapakowany środek do swojej oferty? Jedną z takich zalet będzie na pewno to, że nie produkujemy odpadów w postaci butelek po aerozolah. Jest to oczywiście argument dla firm, które prowadzą politykę segregacji odpadów i dbają o ich zminimalizowanie. W niektórych przypadkach nawet ponoszą większe koszty za utylizację takich butelek, ponieważ przed recyklingiem metalowych butelek trzeba resztki gazu pędnego usunąć ze środka. Inną zaletą to mniejsza częstotliwość zakupu środków chemicznych, ponieważ w nowych opakowaniach jest ich 500 ml, a w puszcze np. o pojemności 630 ml maksymalna ilość preparatu, jaka może być umieszczona, to 300 ml. To dlatego, że musi być zostawiona przestrzeń dla gazu pędnego.

Z tego też powodu preparat zakupiony w nowym opakowaniu zaproponowanym przez firmę Buchem Chemie+Technik starcza na dłużej, a dodatkowo nie zawiera gazu pędnego, więc jest łatwiejszy podczas recyklingu. Produkty pakowane w butelce „100 % środka” to Reiniger SE, Reiniger SC, Antikor RS, Solvo X, Solvo N, Solvo L.

Inna ciekawostka dla tych, którzy znają firmę Buchem Chemie+Technik oraz stosują środki ich produkcji, to trzy nowe preparaty z rodziny Solvo – środków odtłuszczających i czyszczących. Są to Solvo X, Solvo N oraz Solvo L. Wszystkie pakowane w butelkach bez dodatku gazu pędnego. Mają działanie odtłuszczające i czyszczące. Różnią się agresywnością oraz szybkością odparowywania, przez co mają odrobinę różne zastosowanie i funkcje. Można więc precyzyjniej dostosować je do swojego procesu w przetwórstwie tworzyw sztucznych podczas produkcji, a także w konserwacji form wtryskowych czy tłoczników lub innych narzędzi. Dokładne informacje o nowych możliwościach znajdziecie Państwo na stronie www.transcorn.pl. Zapraszam również do kontaktu celem przetestowania.

Iwona Hiszpańska – Transcorn Sp. z o.o.

REKLAMA





Nowe rozwiązanie firmy Buchem Chemie+Technik

**Preparaty chemiczne odtłuszczające,
czyszczące, antykorozyjne bez gazu pędnego**

- Przyjazne dla środowiska rozwiązanie oszczędzające ilość opakowań
- Wszystkie preparaty w butelkach z tworzywa sztucznego podlegają recyklingowi
- Dokładniejsza aplikacja dzięki końcówce "multispray"

Zapytaj o szczegóły nowej oferty:
Transcorn Sp. z o.o. Wilimowo 2, 11-041 Olsztyn
transcorn@transcorn.pl

www.transcorn.pl

Przygotowanie procesu produkcyjnego formy wtryskowej

Hubert Michalczuk, Krzysztof Tubielewicz, Ireneusz Piotr Chmielik

W artykule omówiono sposób przygotowania procesu produkcyjnego formy wtryskowej na element wchodzący w skład mechanizmu, jakim jest wózek dziecięcy. Przedstawiono strategię opracowania planu obróbczego oraz przygotowania kodu sterującego na obrabiarkę sterowaną numerycznie. Zaprezentowano metodę obróbki elementów kształtujących, z których złożona jest forma, na 5-osiowym centrum frezerskim Matsuura MX-520.

Tworzywa sztuczne znajdują zastosowanie w różnych dziedzinach budowy maszyn i urządzeń, m.in. w przemyśle motoryzacyjnym, elektronicznym, w produkcji sprzętu gospodarstwa domowego i urządzeń sanitarnych oraz w mechanice precyzyjnej.

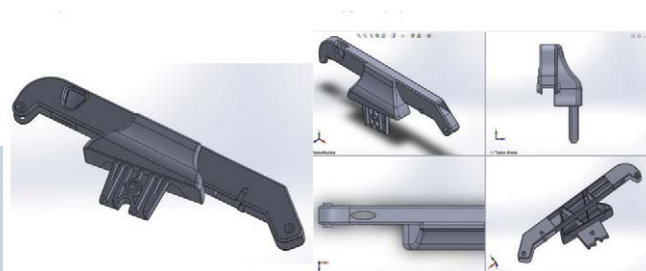
Jednym z najbardziej rozpowszechnionych sposobów wykonywania elementów z tworzyw termoplastycznych jest formowanie wtryskowe. Konstrukcja i wykonanie formy decydują w dużym stopniu o jakości wytwarzanych kształtek, o ich wyglądzie zewnętrznym, wewnętrznej strukturze, końcowych wymiarach, wytrzymałości itp.

Jednym z wiodących producentów form oraz narzędzi jest firma MAG-RYŚ zlokalizowana w Rędzinach koło Częstochowy. Przedsiębiorstwo powstało ponad 20 lat temu i od początku swojej działalności stawia na jakość i rozwój technologiczny, czego efektem są liczne zastosowania wykonanych produktów w przemyśle krajowym i zagranicznym [6]. Poniżej przedstawiono przykładowy projekt i sposób wykonania formy na jeden z elementów wózka dziecięcego, jakim jest adapter (rys. 1), pozwalający na składanie wózka w różnych konfiguracjach podwozia i nadwozia oraz montażu go w samochodzie. Po dostarczeniu przez zamawiającego modelu geometrycznego detalu w formacie *stp* i wyjaśnieniu wszelkich wątpliwości związanych z projektem elementu oraz wtryskarką, na której będzie odbywał się proces produkcyjny, przystąpiono do konstruowania formy.

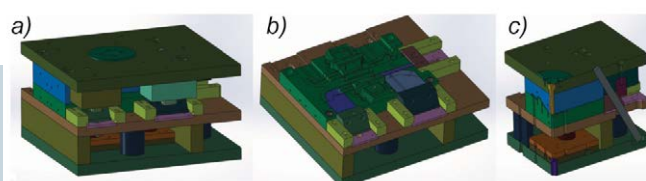
W tym celu posłużono się systemem SolidWorks. Program ten dzięki licznym operacjom umożliwiającym modelowanie zarówno linii, krzywych, jak i powierzchni nadaje się do projektowania przedmiotów o bardzo skomplikowanych kształtach. Stanowi aplikację automatyzującą projektowanie, która umożliwia konstruktorom szybkie rysowanie poszczególnych elementów, eksperymentowanie z wymiarami oraz tworzenie modeli i szczegółowych rysunków. Jedną z najważniejszych funkcji aplikacji polega na tym, że dowolna zmiana wprowadzona w określonej części znajduje natychmiastowo odzwierciedlenie na wszystkich uprzednio wykonanych rysunkach i całej konstrukcji. System zawiera szereg narzędzi wspomagających wykonywanie zadań inżynierskich, takich jak np. tworzenie renderów części, przeprowadzanie analiz kinematycznych oraz wytrzymałościowych oraz wykonywanie symulacji wtrysku. Dzięki bogatym bibliotekom wyposażonym w części znormalizowane wykorzystywane przy produkcji form znacząco

nie ułatwiony i przyspieszony jest proces przygotowania konstrukcji [7]. Na rys. 2 przedstawiono ostatni efekt prac projektowych w postaci trójwymiarowego modelu formy. Po zaprojektowaniu formy konieczne stało się przygotowanie procesów technologicznych na wykonanie poszczególnych jej części. Na przykładzie konstrukcji matrycy zobrazowano sposób przygotowania planu obróbki, do czego wykorzystano system Mastercam.

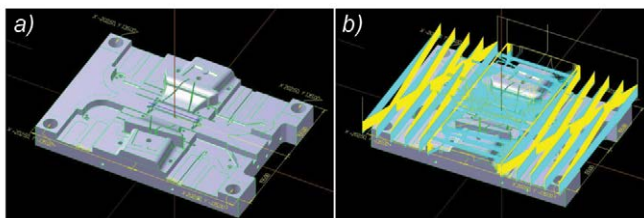
Rozpoczynając pracę nad technologią wykonania płyty kształtującej, należało wprowadzić do programu geometrię przedmiotu. Ponieważ niemożliwe jest bezpośrednie wprowadzenie modelu, posłużono się w tym celu formatem *stp*, stanowiącym jeden ze sprzęgów umożliwiających wymianę danych między systemami CAD/CAM. Gdy matryca „zostaje wczytana”, konieczne staje się jej usytuowanie, zapewniające odpowiednią bazę detalu (rys. 3). Następnie zdefiniowano półfabrykat, co w dalszym etapie pracy umożliwiło poprawne wykonywanie symulacji i ewentualnej weryfikacji drogi narzędzia, tj. czynników istotnych w trakcie komputerowego przygotowania procesów obróbkowych. Przeprowadzone symulacje dostarczyły wielu informacji na temat ruchu narzędzia, co pozwoliło np. na uniknięcie kolizji, sprawdzenie, czy zamierzony



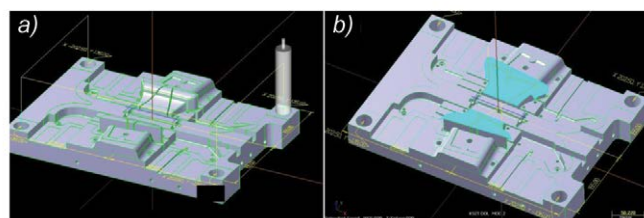
Rys. 1. Model detalu zgodny z zamówieniem klienta



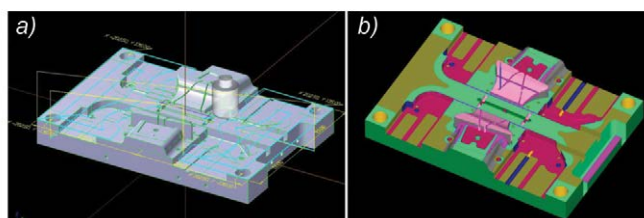
Rys. 2. Zespół formy wtryskowej (a), widok części dolnej (b), przekrój przez narzędzie (c)



Rys. 3. Model zaimportowanej płyty kształtującej (a), obróbka zgrubna (b)



Rys. 4. Operacje wiercenia otworów (a), obróbka wykończeniowa (b)



Rys. 5. Weryfikacja ścieżki narzędzia (a), symulacja obróbki (b)

efekt obróbki został osiągnięty, a ponadto umożliwiło szacunkowe określenie, czy jakość obrabianych powierzchni będzie zadowalająca. Po wykonaniu tych działań możliwe było przystąpienie do przygotowania procesu obróbki przedmiotu. Pracę rozpoczęto od zgrubnego wykonania gniazda płyty (rys. 3b).

Do tego celu wykorzystano głowicę frezerską o średnicy 50 mm i promieniu naroża płytek $R 6$ mm, a także mniejsze, frez $\varnothing 16$ mm o promieniu naroża $R 2$ oraz płaski frez $\varnothing 8$ mm zastosowane w taki sposób, aby naddatek na obróbkę wykańczającą

nie przekraczał $0,2-0,3$ mm. W kolejnym kroku przeprowadzono czynności związane z wierceniem otworów pod słupy prowadzące, wypychacze, zrywak, kanały odpowietrzenia i chłodzenia (rys. 4a). W dalszym etapie wykonano obróbkę wykończeniową powierzchni kształtujących i zamykających gniazda. W tym przypadku do procesu obróbki wykończeniowej zastosowano tzw. cykl profilowania powierzchni (rys. 4a). W cyklu tym narzędzie (frezy kuliste o średnicach 16, 8, i 4 mm) przemieszcza się po powierzchni z określonym odstępem, dodatkowo zagęszczając ścieżki w miejscach tego wymagających, dla uzyskania lepszej chropowatości powierzchni.

Po zakończeniu prac nad procesem technologicznym przeprowadzono weryfikację (rys. 5a) oraz symulację (rys. 5b) obróbki w celu sprawdzenia jego prawidłowości. Po zatwierdzeniu przygotowanego planu obróbkowego i wyborze odpowiedniego postprocesora przypisanego do konkretnej obrabiarki wygenerowano kod sterujący NC (rys. 6b). Podobnie przygotowano projekty obróbki dla pozostałych części formy wtryskowej. Obróbkę poszczególnych elementów wykonano na maszynach, w które jest wyposażony zakład MAG-RYŚ, m.in. na 5-osiowym centrum

REKLAMA

Oferta firmy:

- Formy;
- Tłoczniki i wykrojniki do blach;
- Modyfikacje, regeneracje naprawy form i tłoczników;
- Projektowanie, wykonywanie maszyn specjalnych;
- Usługi obróbki.

Nowe formy:

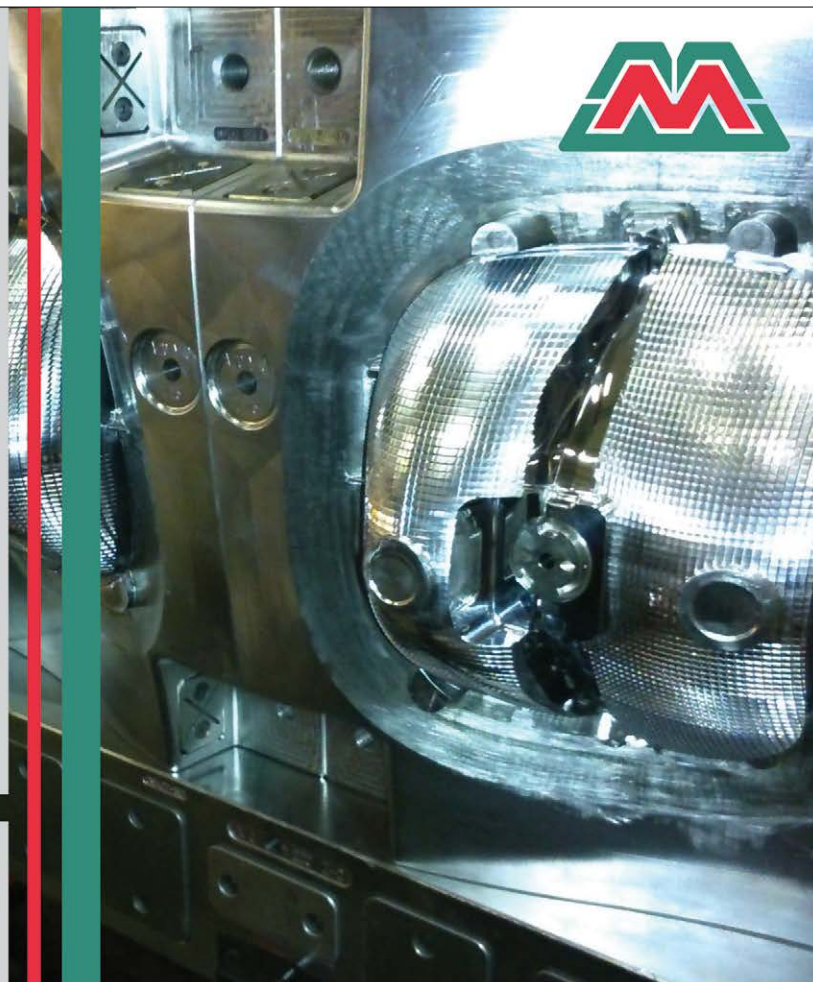
- Formy wtryskowe do tworzyw sztucznych;
- Formy wtryskowe do gumy (EPDM, TPV, TPE, itd.);
- Formy transferowe (przetłok) do gumy;
- Formy do prasowania.

Regeneracje form:

Wykonujemy kompleksowe usługi w zakresie naprawy, regeneracji oraz modyfikacji na formach.

Naprawa uszkodzonych miejsc dokonywana jest poprzez wykonywanie nowych elementów i ich adaptację, wkladowanie lub spawanie (tig, laser) a następnie odtworzenie kształtu (CNC i EDM).

Macro Molds
Polska Sp. z o.o.
ul. Strefowa 20, 43-109 Tychy
tel. 32 218 09 30, fax 32 218 09 31



obróbkowym MATSUURA MX-520, a następnie zmontowano je i przeprowadzono próby w celu sprawdzenia poprawności działania formy i zgodności otrzymanej wypraski z modelem wyjściowym 3D [2].

Ponieważ jednym z najważniejszych celów firmy jest dostarczanie wyrobów, które gwarantują wysoką jakość oraz spełniają wymagania i oczekiwania klienta, w związku z tym stale rozwijane są nowe technologie oraz powiększany jest park maszynowy, a także szkolona jest załoga zakładu. Przedsiębiorstwo w ostatnich latach wzbogaciło swoje zaplecze o kilkanaście centrów obróbkowych CNC. Zakupiona została m.in. 5-osiowa maszyna japońskiej firmy MATSUURA (rys. 6a) [6]. Jest to pionowe centrum obróbkowe MX-520 reprezentujące nową jakość obrabiarek tego typu. Wysoka dokładność oraz niezawodność to standard w przypadku obrabiarek MX-520. Sterowania CNC z serii 30i-A firmy FANUC zainstalowane w centrach obróbkowych Matsuura MX-520 zapewniają zaawansowany poziom sterowania wymagany do osiągnięcia maksymalnej dokładności przez 5-osiowe obrabiarki. Obróbka skrawaniem jest bardzo wydajna, a sterowanie CNC zawiera wiele dodatkowych funkcji oprogramowania [8, 9].

PODSUMOWANIE

Dzięki wykorzystaniu przedstawionego oprogramowania służącego do komputerowego wspomaganie projektowania i wytwarzania nowoczesne narzędziownie mogą w profesjonalny sposób przygotować i planować produkcję rozmaitych elementów, które bardzo często charakteryzują się złożoną konstrukcją. Opisana metoda zarówno modelowania koncepcyjnego, projektowania formy, jak i jej technologii wykonania pokazuje, że dzięki komputerowemu wspomaganie tych procesów możliwe jest stosunkowo łatwe i spójne przejście przez cały ciąg operacji związanych z procesem wytwórczym określonego elementu. Zastosowanie komputerowych technik w procesie projektowo-wytwórczym znacznie skraca czas potrzebny na realizację, począwszy od powstania koncepcji do gotowego wyrobu. Pozwala na wykonanie elementów o bardzo skomplikowanych kształtach i umożliwia edycję ich na każdym etapie pracy. Programy z grupy CAD/CAM/CAE pozwalają na zmniejszenie kosztów związanych z wprowadzeniem danego elementu do produkcji, przy jednoczesnym podniesieniu jego jakości. Dzięki możliwości wykonania różnego rodzaju analiz i symulacji, możliwe jest wyeliminowanie błędów na każdym etapie pracy, co powoduje, że systemy te stanowią bardzo cenne narzędzie, bez którego praca współczesnych inżynierów byłaby wręcz niemożliwa. Elektroniczna wersja projektu



Rys. 6. Obrabiarka użyta do obróbki płyty kształtowej (a), fragment kodu sterującego NC (b)

umożliwia w szybki sposób przesłanie rysunku, nawet do najbardziej odległych zakątków świata.

LITERATURA

- [1] F. Greškovič, L. Dulebová, B. Duleba, A. Krzyżak: Eksploatacyjne kryteria oceny przydatności stopów aluminium do produkcji wymiennych części form wtryskowych, Politechnika Lubelska, 2013.
- [2] H. Michalczyk, K. Tubielewicz: Zastosowanie systemów CAD/CAM w procesie projektowania i wytwarzania form wtryskowych, Mechanik 7/2012 materiały na płycie.
- [3] W. Olszak: Obróbka skrawaniem, WNT Warszawa, 2008.
- [4] M. Stranowski: Wytwarzanie i przetwórstwo polimerów – przetwórstwo wtryskowe, Katedra Technologii Polimerów, Wydział Chemiczny, Politechnika Gdańska, 2014.
- [5] H. Zawistowski, D. Flenkler: Konstrukcja form wtryskowych do tworzyw termoplastycznych, Reprint wydania WNT Warszawa, 1984.
- [6] www.mag-rys.com.pl
- [7] www.solidworks.pl
- [8] www.matsuura.co.jp
- [9] www.fanuc.eu

Artykuł został opublikowany w czasopiśmie „Mechanik” nr 7/2016.

mgr inż. Hubert Michalczyk

Politechnika Częstochowska
Instytut Technologii Mechanicznych
P.P.U. MAG-RYS Rędziny – nowoczesna narzędziownia

prof. dr hab. inż. Krzysztof Tubielewicz

Akademia Humanistyczno-Ekonomiczna w Łodzi

dr inż. Ireneusz Piotr Chmielik

Taylor Hobson Polska

.....INFORMACJA PRASOWA.....

Wszystko o...: e-Akademia Plastigo

Szkolenia z zakresu tworzyw sztucznych oferowane przez Plastigo od kilku lat cieszą się sporą popularnością wśród przetwórców tworzyw sztucznych. Firma z Częstochowy w okresie pandemii elastycznie dostosowuje swoją ofertę do wymagań rynku i wyjątkowych okoliczności.

Niezależnie od sytuacji epidemiologicznej wykwalifikowana kadra to niezwykle ważny element dobrze funkcjonującej firmy. Trudności ze znalezieniem odpowiednich pracowników to jeden z najczęściej zgłaszanych problemów w rozmowie z przedsiębiorcami. Brak kadry bezpośrednio wpływa na obniżenie możliwości produkcyjnych, a co za tym idzie unieumożliwia rozwój i obniża możliwości operacyjne. Kiedy trudno o zrekrutowanie nowych specjalistów, bardzo istotne jest inwestowanie w istniejący zespół oraz poszerzanie wiedzy swoich pracowników.

W ofercie Plastigo znaleźć można cały wachlarz tematów z zakresu przetwórstwa. Od wprowadzenia do świata polimerów, którym jest szkolenie „Wszystko o tworzywach”, przez poznanie narzędzia dzięki „Wszystkiemu o formie wtryskowej” czy zaznajomienie się z procesem „Wszystko o ustawianiu procesu wtrysku”, a także jakości „Wszystko o kontroli jakości”. W formie zamkniętej szkolenia można w dowolnej formie modyfikować tak, aby jak najlepiej odpowiadały one potrzebom klienta.

Źródło: Plastech.pl

NASZE PROJEKTY



- Szkolenia z polerowania
- Szkolenia ze spawania
- Wyposażenie narzędziowni
- Mikrospawarki TIG



- Części znormalizowane
- Elementy przewodzące do form wtryskowych



- Spawarki laserowe
- Laserowe spawanie
- Grawerowanie form
- Druk 3D w metalu



- Fakturowanie form
- Prototyping faktur



- Systemy gorącokanałowe

Formowanie wtryskowe gumy i silikonu oszczędza zasoby naturalne

Aby oszczędzać zasoby naturalne, Yizumi zdecydowanie rozwinął technologię formowania wtryskowego do przetwarzania gumy i silikonu.

Ochrona zasobów i środowiska jest najwyższym priorytetem w Yizumi, dlatego Yizumi Rubber Machinery Co. Ltd., członek Guangdong Yizumi Precision Machinery Co. Ltd., wspólnie z Yizumi Germany GmbH w Alsdorf oferują produkty do przetwórstwa gumy i silikonu, które zostały zdecydowanie dopracowane w celu jeszcze bardziej oszczędnego wykorzystania zasobów.

NOWA, MAŁA I BARDZO SZYBKA PIONOWA MASZYNA Z RAMĄ W KSZTAŁCIE LITERY C

Nowa seria pionowych, bezkolumnowych wtryskarek z ramą C łączy w sobie niezwykle szybkie prędkości zamykania i najwyższą precyzję wtrysku.

Maszyna ta może być wyposażona w jednostkę wtrysku elastomeru (preplastifikacja za pomocą tłokowej jednostki wtryskowej), jak również w wtryskarkę z tworzywa sztucznego i silikonu (wtrysk ślimakowy). Dzięki wdrożonej technologii przesuwnej lub alternatywnie obrotowej, ta wtryskarka jest szczególnie odpowiednia do produkcji części z tworzyw sztucznych z wkładkami, takich jak szyby, profile, blachy i tuleje metalowe. W razie potrzeby możliwe są również kompletne rozwiązania automatyzacyjne oparte na robotach 6-osiowych.

MNIEJSZA LICZBA ETAPÓW PRODUKCJI I TRANSPORTU OSZCZĘDZA ZASOBY

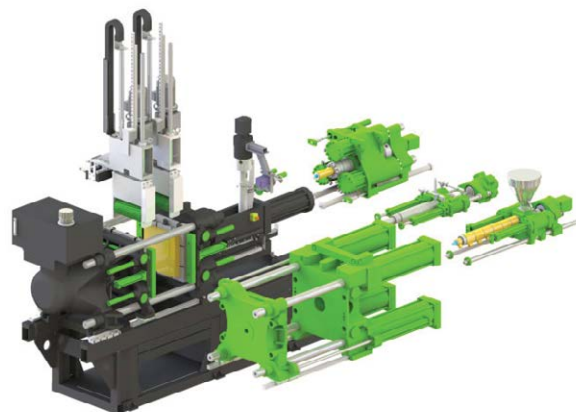
Jak wyjaśnia Timo Günzel, Head of Product Management w Yizumi, Yizumi idzie teraz o duży krok dalej dzięki strategii zielonej technologii. – Dzięki tej strategii chcemy wyeliminować dodatkowe etapy produkcji i transportu w produkcji części gumowych i silikonowych, a tym samym wnieść cenny wkład w ochronę zasobów - powiedział Günzel.

W tym celu Yizumi Germany wraz z TH Rosenheim uruchomiły projekt na najbliższe dwa lata, aby móc produkować części gumowe bez przeróbek i znacznie zmniejszyć zużycie materiałów i energii. Celem jest oszczędność 150 kg CO₂ przy produkcji 1 t gotowych części.

NOWA KOMPAKTOWA POZIOMA WTRYSKARKA DWUPŁYTOWA

Wraz z kolejną nowością, serią H, firma Yizumi Germany zaprezentowała zupełnie nową poziomą maszynę z dwoma płytami do obróbki gumy i silikonu. Ta maszyna jest szczególnie odpowiednia do złożonych form wielogniazdowych, na przykład do produkcji o-ringów i innych części gumowych i silikonowych, które mają być produkowane w dużych ilościach.

Według Timo Günzela, oprócz doskonałej dokładności wtrysku dzięki dwupłytowej jednostce zamykającej, maszyna ta zapewnia również precyzyjne przyłożenie siły zwania do całej powierzchni



formy. – Dzięki temu można na tej maszynie pracować z mniejszymi siłami zwania - mówi Günzel.

Aby móc w pełni wykorzystać ekonomiczne zalety nowej koncepcji wprowadzania siły zwania, maszynę zaprojektowano z bardzo dużymi odstępami między kolumnami. Pozwala to na produkcję za pomocą form, które są obecnie używane na znacznie większych maszynach.

JEDNOSTKI WTRYSKOWE DO ELASTOMERÓW LUB SILIKONU

Niemniej jednak nowe wtryskarki są niezwykle kompaktowe. Jak podkreśla Yizumi, wtryskarka 2000 kN o długości zaledwie 3,9 m wyznacza nowe standardy w zakresie wykorzystania przestrzeni. Seria H jest również dostępna z jednostką wtrysku elastomeru (wtrysk wstępny z tłokiem) i wtryskiem tworzywa sztucznego i silikonu (wtrysk śrubowy).

Ponadto wtryskarki z serii H można wyposażyć w optymalnie skoordynowany system odbioru lub szczotkowania do delikatnego wyjmowania gotowych części.

– Jako wiodąca firma w zakresie kompleksowych rozwiązań obejmujących maszyny, narzędzia i automatyzację Yizumi Germany może dostarczać kompletne systemy do produkcji szerokiej gamy produktów po najlepszych kosztach i przy najniższym bilansie CO₂. Nasze intuicyjne i przyjazne dla użytkownika sterowanie oferuje wszystkie opcje, których firmy będą potrzebować w przyszłości i bardzo ułatwi pracownikom wejście do świata Yizumi – podsumował Timo Günzel.

Filozofia firmy Yizumi: Wierzymy, że wszystkie firmy na świecie poczuć się odpowiedzialne za wpływ swojej działalności handlowej na nasze środowisko. Dlatego Yizumi produkuje maszyny przy jak najmniejszym zużyciu materiałów, aby chronić cenne zasoby naszej ziemi. Ponadto Yizumi produkuje w swoich fabrykach zgodnie z najnowszymi normami środowiskowymi i zapewnia, że jej dostawcy również przestrzegają tych standardów.

Źródło: www.plastech.pl

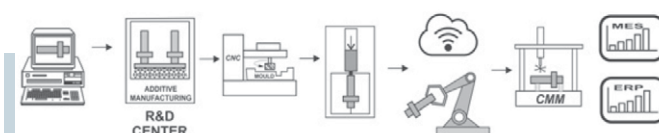
Stosowanie fotopolimerowych form wtryskowych do produkcji małoseryjnej w strukturze Przemysł 4.0

Grzegorz Budzik, Damian Żelechowski

Duża konkurencja wśród firm zajmujących się produkcją maszyn, urządzeń lub ich podzespołów sprawia, że niezwykle ważne stają się czynniki, takie jak: czas pojawienia się produktu na rynku, jego cena i jakość. Techniki szybkiego prototypowania, nieodłącznie związane z ideą Przemysłu 4.0, nabierają więc ogromnego znaczenia. W pracy przedstawiono korzyści wynikające z zastosowania technologii PolyJet, oferowanej przez światowego lidera rynku druku 3D, firmę Stratasys, do wytwarzania detali metodą formowania wtryskowego do produkcji małoseryjnej.

Najczęściej stosowaną obecnie metodą przetwórstwa tworzyw polimerowych jest formowanie wtryskowe. Wykorzystanie w masowej produkcji bardzo dokładnych, często złożonych, trójwymiarowych (3D) części finalnych, przy czasach cyklu od kilku sekund do kilku minut, niesie ze sobą wiele korzyści. Proces wtryskiwania przebiega z udziałem wtryskarki, formy wtryskowej i tworzywa polimerowego. Typowy proces obejmuje stopienie tworzywa, wtrysnięcie go do formy, następnie schłodzenie i usunięcie z formy tak wytworzonego elementu. Ze względu na dużą liczbę wtryskiwanych detali materiałami najczęściej stosowanymi na formy wtryskowe są różne rodzaje stali lub stopy aluminium, charakteryzujące się długą żywotnością. W procesie kształtowania form wtryskowych zazwyczaj wykorzystuje się obróbkę ubytkową. Obecnie wykonanie takiej formy u wyspecjalizowanego wykonawcy może trwać nawet miesiąc i jest bardzo kosztowne. Z tego względu stosowanie takiego rozwiązania w wypadku wprowadzania nowych produktów na rynek (prototypowanie) lub produkcji małoseryjnej jest nieuzasadnione. Czwarta rewolucja przemysłowa (Przemysł 4.0) przynosi wiele rozwiązań technologicznych pozwalających na skrócenie czasu oraz kosztów produkcji [1].

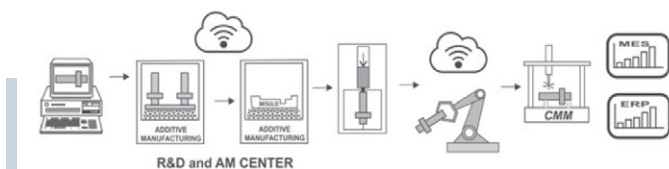
Przemysł 4.0 to zbiorcze pojęcie oznaczające integrację inteligentnych maszyn i systemów oraz wprowadzanie modyfikacji w procesach produkcyjnych, mających na celu zwiększenie wydajności wytwarzania oraz umożliwienie elastycznych zmian asortymentu [2–8]. Tradycyjne podejście do produkcji elementów z tworzyw polimerowych w ujęciu struktury Przemysł 4.0 przedstawia rys. 1. W tym wypadku wytwarzanie form wtryskowych z zastosowaniem systemów obróbkowych sterowanych numerycznie jest kosztowne i zajmuje dużo czasu. Wynika to głównie z konieczności wykorzystywania bardzo zaawansowanych obrabiarek oraz narzędzi, niezbędnych do wykonania form o skomplikowanych kształtach. Ponadto zmiany, często wprowadzane na każdym etapie procesu, np. przeprojektowanie formy wtryskowej i ponowne jej wykonanie, pociągają za sobą dodatkowe koszty i wydłużają czas potrzebny na wprowadzenie nowego produktu na rynek.



Rys. 1. Uproszczony schemat procesu wytwarzania w strukturze Przemysł 4.0

Do rozwiązań skracających czas wprowadzania nowych produktów na rynek niewątpliwie zalicza się techniki szybkiego prototypowania (*rapid prototyping* – RP), obejmujące metody wytwarzania przyrostowego – druk 3D [9]. Właściwości detali otrzymanych w technologii druku 3D, w której materiałem wyjściowym są tworzywa polimerowe, niestety nie zawsze są takie same jak właściwości detali uzyskanych metodą wtryskiwania. W takim wypadku przeprowadzanie testów funkcjonalnych prototypów nie ma odniesienia do rzeczywistości.

Dynamiczny rozwój technik szybkiego prototypowania, narzucony w wyniku wdrażania założeń czwartej rewolucji przemysłowej, w ostatnich latach doprowadził do pojawienia się licznych technologicznych rozwiązań o wysokim poziomie zaawansowania [10]. Dzięki temu dzisiaj można mówić nie tylko o przyrostowym wytwarzaniu prototypów (RP), ale też o szybkim wytwarzaniu narzędzi (*rapid tooling* – RT). Pojęcie RT obejmuje wytwarzanie za pomocą technik szybkiego prototypowania oprzyrządowania lub gotowego narzędzia używanego w dalszym procesie produkcyjnym. Elementy otrzymywane technikami RT z metali jako materiału wyjściowego charakteryzują się mniejszą dokładnością geometryczną oraz wymagają dodatkowych zabiegów wykańczających, co sprawia, że sumaryczne koszty wytwarzania są większe niż w wypadku technik subtraktywnych. Innym rodzajem technologii przyrostowej umożliwiającej wytwarzanie form wtryskowych charakteryzujących się złożoną geometrią oraz wysoką jakością powierzchni jest technologia PolyJet firmy Stratasys. Materiał wyjściowy stanowi tu fotopolimer na bazie żywicy akrylowej, który jest utwardzany za pomocą promieniowania ultra- ▶



Rys. 2. Uproszczony schemat procesu wytwarzania w strukturze Przemysł 4.0 z zastosowaniem polimerowych form wtryskowych wytworzonych w procesie przyrostowym

fioletowego. Schemat zastosowania technologii przyrostowej w strukturze Przemysł 4.0 do wytwarzania form wtryskowych dla krótkich serii wyprasek przedstawia rys. 2. Takie podejście pozwala na znaczne usprawnienie procesu wprowadzania zmian w koncepcji rozwoju produktu (szybkie i tańsze drukowanie form wtryskowych o zmienionej geometrii) oraz na wyeliminowanie konieczności stosowania skomplikowanego i drogiego dodatkowego oprzyrządowania obrabiarek numerycznych.

Jak widać, jest możliwe pominięcie kosztownych procesów wykorzystujących obrabiarki sterowane numerycznie (CNC). Do wytwarzania form wtryskowych zastosowano tu technologię PolyJet. Urządzenia typu PolyJet bazują na materiałach z szerokiej gamy tworzyw fotoutwardzalnych, w tym materiałów sztywnych, materiałów nieprzezroczystych i wysoko elastycznych w różnej kolorystyce. Grubość pojedynczej nakładanej w trakcie procesu warstwy wynosi 16 lub 30 mikrometrów, dzięki temu wytwarzane w tej technologii modele charakteryzują się wysokim stopniem uszczegółowienia [11]. Formy wtryskowe wykonane w technologii PolyJet są alternatywnym rozwiązaniem dla wytwarzania detali z materiału docelowego, tak aby charakteryzowały się one właściwościami odpowiadającymi finalnie wytwarzanym produktom. Rozwiązanie to wypełnia lukę między formami uzyskanymi metodą obróbki ubytkowej i formami tańszymi, z gumy silikonowej, które mogą jedynie symulować formowane wtryskowo części i kosztować od 50 do 70 % mniej niż formy aluminiowe [12]. Formy wykonane w technologii PolyJet wykazują zalety form silikonowych, umożliwiającą szybką produkcję złożonych części i dokonywanie częstych zmian z zastosowaniem termoplastów wykorzystywanych w produkcji masowej.

Podstawowym założeniem koncepcji Przemysł 4.0 jest takie zorganizowanie produkcji, aby była bardziej skoncentrowana na indywidualnym kliencie. W niniejszej pracy przedstawiono możliwości zastosowania form wtryskowych wykonanych w technologii PolyJet do produkcji małoseryjnej.

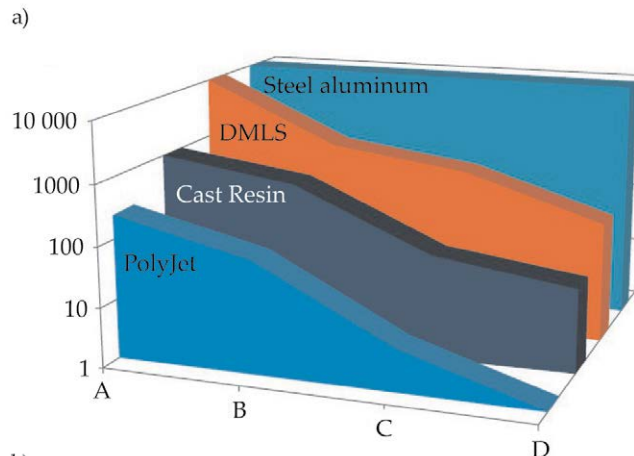
MATERIAŁY WTRYSKIWANE

W wypadku używania form wytworzonych w technologii PolyJet, trwałość narzędzia i jakość uzyskanych detali zależą m.in. od materiału termoplastycznego użytego w procesie formowania wtryskowego. Większa temperatura topnienia wtryskiwanego materiału odpowiada jego większej lepkości i abrazyjności, a w konsekwencji mniejszej żywotności wykorzystywanego narzędzia. Niedostateczne wypełnienia form oraz linie niedolewów, jako wady wtryskiwanych elementów, powstają w wyniku użycia zbyt lepkich materiałów wyjściowych. Jednym ze sposobów przeciwdziałania powstawaniu takich wad jest zastosowanie podczas wtryskiwania materiału wysokiego ciśnienia. Ponieważ jednak formy PolyJet nie wytrzymują ekstremalnego ciśnienia, zaleca się wykorzystywanie polimerów wykazujących dobre płynięcie. W razie konieczności zwiększenia ciśnienia wtrysku, powiększenie otworu układu dolotowego pomoże zredukować ciśnienie

wtrysku i może być dobrym rozwiązaniem problemu. Zabieg taki można również zrealizować już po wydrukowaniu formy. W wyborze materiału do formowania wtryskowego ważną rolę odgrywa geometria części. Jeśli kształt geometryczny nie utrudnia przepływu tworzywa, można stosować materiały o większej lepkości i wyższej temperaturze topnienia.

Wtryskiwane tworzywa termoplastyczne dzieli się na cztery klasy różniące je pod względem łatwości przetwarzania (rys. 3). Dla każdej klasy podano przybliżoną żywotność narzędzia, której miarą jest liczba wtrysków. Należy dodać, że liczba możliwych do uzyskania wyprasek, bez zniszczenia formy, również zależy od geometrii części. Na przykład wysokie, cienkie elementy formy przyczyniają się do skrócenia jej żywotności.

Termoplasty wymagające zastosowania temperatury w cylindrze ok. 300°C z powodzeniem formowano za pomocą form wytworzonych w technologii PolyJet. Jednak najdłuższą żywotność wykazują formy wówczas, gdy przetwarza się materiały charakteryzujące się stosunkowo niską temperaturą topnienia i dobrą płynnością, zaliczane do klasy A: polipropylen (PP) i polietylen (PE). Materiały klasy B, takie jak polioksymetylen (POM) i polipropylen napełniony włóknem szklanym (PP + G), będą wpływały na skrócenie żywotności narzędzia ze względu na wyższą temperaturę topnienia, większą lepkość lub abrazyjność. Niektóre tworzywa termoplastyczne będą więc powodowały szybsze zużywanie się wydrukowanych form. Należy wspomnieć, że jest możliwe także wtryskiwanie materiałów przezroczystych. Materiały te wymagają zazwyczaj użycia wysoce wypolerowanych gniazd formujących i precyzyjnej kontroli temperatury, z tego względu uzyskane w taki sposób elementy wykazują mniejszą transparentność niż wytworzone za pomocą



b)

A	Polietylen PE Polipropylen PP Polistyren PS Akrylonitryl-butadien-styren ABS Termoplasty elastomer poliestrowy TPE
B	Polipropylen napełniony włóknem szklanym PP + G Polioksymetylen POM Poliwęglan PC + ANS
C	Poliwęglan PC POM napełniony włóknem szklanym POM + G Poliamid PA
D	Poliwęglan napełniony włóknem szklanym PC + G Poliamid napełniony włóknem szklanym PA + G Poli(tlenek fenylenu) PPO Poli(siaczek fenylenu) PPS

Rys. 3. a) Żywotność form wytworzonych różnymi metodami w odniesieniu do klasy wtryskiwanych materiałów, b) podział wtryskiwanych tworzyw termoplastycznych [12]



Rys. 4. Widok wydrukowanej formy i formy z wypraską

tradycyjnych narzędzi. W takim wypadku transparentność przezroczystych detali mogą poprawić dodatkowe zabiegi wykańczające po procesie wtryskiwania.

PROJEKTOWANIE FORMY

Procedury stosowane podczas projektowania tradycyjnych form wtryskowych mogą też być wykorzystane do projektowania form wytwarzanych w technologii PolyJet, konieczne jednak są niewielkie zmiany uwzględniające mechaniczną, termiczną i wymiarową charakterystykę formy z tworzywa polimerowego. Modyfikacje takie obejmują m.in. zwiększenie kąta nachylenia ścian (rekomendowane przez producenta: 5°), ułatwiające usuwanie wtrysniętych elementów i ograniczające ryzyko zniszczenia formy. Wdrożenie tego typu procesu do struktury Przemysł 4.0 daje możliwość szybkiej wymiany danych i informacji podczas procesu projektowania, a także realizację wybranych operacji w tzw. czasie rzeczywistym [13, 14], umożliwiając też w szybki sposób wprowadzenie zmian konstrukcyjnych. Wynikające z symulacji i analizy zjawisk modyfikacje konstrukcyjne, np. niewielkie zaokrąglenie krawędzi cienkich elementów formy, pozwalają uniknąć koncentracji naprężeń w tych miejscach, powodujących miejscowe uszkodzenia formy. Dodatkowo należy unikać otworów o średnicach mniejszych niż 0,8 mm. Ze względu na właściwości termiczne formy PolyJet, kanały konformalne zaprojektowane wewnątrz formy nie wpływają w istotnym stopniu na czas cyklu formowania lub na jakość części. Zastosowanie w tych rozwiązaniach systemów chłodzenia może jednak zwiększyć trwałość narzędzia nawet o 20%. Znaczną poprawę trwałości formy można osiągnąć w warunkach niewielkiej głębokości gniazda formującego oraz małej wysokości rdzenia, ponieważ chłodzenie formy na większym jej obszarze jest łatwiejsze. Do drukowanych form zaleca się stosowanie wkładek, które m.in. umożliwiają kreatywne projektowanie pozwalające na uzyskanie detali o bardziej skomplikowanych kształtach, niwelują problem usuwania powietrza podczas wtrysku (w wypadku dużego gniazda można zastosować kanały wentylacyjne), poprawiają żywotność formy – drobne szczegóły ulegające zniszczeniu w pierwszej kolejności można wymienić na nowe, wydrukowane w nakładzie kilku sztuk.

MATERIAŁY NA FORMY

W zależności od dostępności producent urządzenia proponuje dwa różne materiały o właściwościach pozwalających na uzyskanie drukowanych form wtryskowych o pożądanym cechach. Rigur (RGD450) to materiał polipropylenopodobny, trwały, stabilny wymiarowo, dający gładkie wykończenie powierzchni wydruków. Kolejny to materiał rekomendowany przez producenta na drukowane formy wtryskowe – Digital ABS (RGD5160) – zielony materiał cyfrowy wykorzystywany w technologii PolyJet, otrzy-



Rys. 5. Widok wydrukowanej formy i formy z wypraską

many przez zmieszanie RGD515 z RGD535 w trakcie procesu wytwarzania. Dzięki połączeniu dużej wytrzymałości i odporności na wysoką temperaturę materiał jest przeznaczony do symulacji standardowych tworzyw polimerowych, takich jak ABS (akryloni-tryl-butadien-styren).

WYKOŃCZENIE POWIERZCHNI

Gładkość powierzchni gniazda formującego formy wykonanej w technologii PolyJet wpływa na kosmetyczny wygląd wtrysniętego elementu. Jeden z trybów budowania, stosowany w tej technologii, pozwala na uzyskanie gładkiej powierzchni wytworu. W wypadku konieczności stosowania struktur podporowych uzyskiwana warstwa wierzchnia wymaga jednak dodatkowych zabiegów wykańczających, takich jak np. piaskowanie powierzchni. Zabieg taki można również przeprowadzić na gładkiej powierzchni wytwarzanej w trybie Glossy, w celu usunięcia typowego dla technologii przyrostowych efektu warstwowości. Przyczyni się to także do łatwiejszego usuwania wyprasek z formy.

Zgodnie ze wspomnianymi zasadami otrzymywania form wtryskowych w technologii PolyJet firma PROSOLUTIONS – oficjalny partner Stratasys GmbH w Polsce – wytwarza je usługowo. Rysunki 4, 5 i 6 przedstawiają przykłady takich form wraz ze zrealizowanymi za ich pomocą wypraskami.

STUDIUM PRZYPADKU

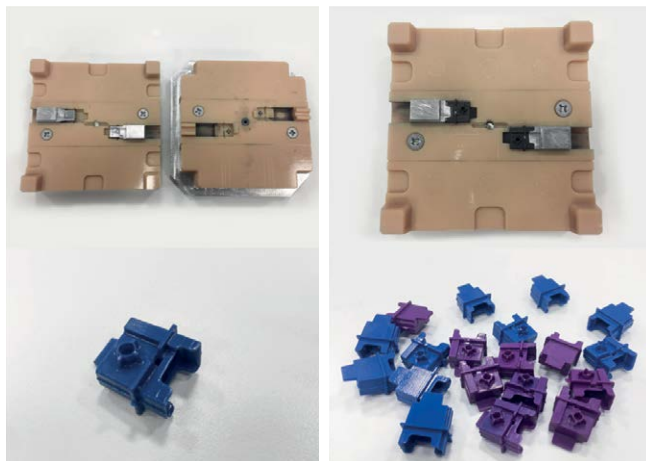
Firma Robert Seuffer GmbH & Co. z siedzibą w Niemczech produkuje czujniki, elektronikę i sterowniki do użytku w gotowych produktach, licznych elementach montażowych. Włodarze tej firmy zdecydowali o wytwarzaniu form wtryskowych w technologii PolyJet. Obecnie wyprodukowanie jednej formy wtryskowej PolyJet 3D kosztuje mniej niż 1400 \$ i umożliwia:

- szybkie i ekonomiczne wytwarzanie nowych form, z możliwością modyfikacji na każdym etapie wdrażania projektu geometrii każdej z nich;
- zredukowanie bądź wyeliminowanie ręcznej zmiany geometrii formy finalnej;
- tworzenie z gotowych materiałów produkcyjnych prototypów o złożonej geometrii, cienkich ścianach i z drobnymi detalami;
- zbieranie rzeczywistych danych o wydajności produkcji znacznie szybsze niż kiedykolwiek wcześniej.

Rysunek 7 przedstawia przykładową formę wytworzoną przez firmę Seuffer w technologii PolyJet oraz uzyskane przy jej użyciu wypraski, a w tabeli 1 porównano koszty i czasy wykonania formy metalowej i formy PolyJet.

PODSUMOWANIE

Koncepcje i gotowe rozwiązania związane z Przemysłem 4.0 docierają do coraz szerszych kręgów polskich przedsiębiorców i ludzi biznesu. Wdrażanie zasad czwartej rewolucji przemysłowej ►

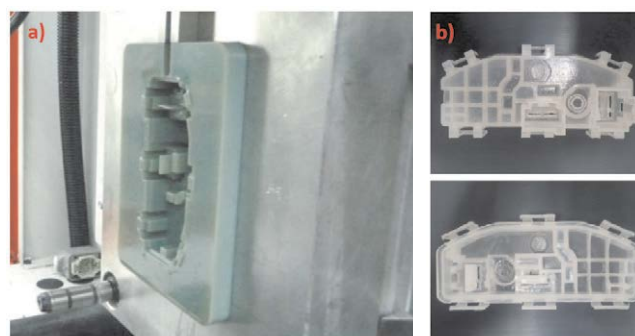


Rys. 6. Widok wydrukowanej formy i formy z wypraskami

wej, oferującej istotne korzyści dla branży automatyzacji produkcji, coraz bardziej widoczne we współczesnej technice, ciągle jednak wymaga pokonania szeregu trudności. Przedstawiono alternatywną metodę wytwarzania narzędzi (form wtryskowych) opartą na technice szybkiego prototypowania PolyJet. Omówiono korzyści płynące z zastosowania ich w obszarze produkcji małoseryjnej. Zaprezentowano również przykładowe formy wytwarzane przez jednego z klientów firmy Stratasys. Technologie przyrostowe coraz częściej zajmują istotne miejsce w strukturze produkcyjnej Przemysł 4.0 w branży przetwórczej. Obecnie stosowane są do wytwarzania nie tylko prototypów, ale też gotowych produktów. Technologie przyrostowe RT (*rapid tooling*) mogą służyć do otrzymywania narzędzi w produkcji seryjnej (narzędzia wytwarzane metodami spiekania proszków metali i obrabiane za pomocą systemów CNC), mogą też być wykorzystywane do wytwarzania narzędzi do produkcji małoseryjnej.

LITERATURA

- [1] R. Strange, A. Zucchella: Multinational Business Review 2017, 25 (3), 174. <http://dx.doi.org/10.1108/MBR-05-2017-0028>.
- [2] H. Lasi, P. Fettke, H.-G. Kemper i in.: Business & Information Systems Engineering 2014, 6 (4), 239. <http://hdl.handle.net/10.1007/s12599-014-0334-4>.
- [3] D. Kolberg, D. Zuhlke: IFAC-PapersOnLine 2015, 48, 1870. <https://doi.org/10.1016/j.ifacol.2015.06.359>.
- [4] A. Paszkiewicz, M. Bolanowski: Towards a Synergistic Combination of Research and Practice in Software Engineering (Eds. P. Kościuszenko, I. Madycki), Springer International Publishing, 2017, str. 193–206.
- [5] M. Bolanowski, A. Paszkiewicz: Software Engineering Research for the Practice, Polish Information Processing Society, 2017, str. 151–160.
- [6] J. Kroll, B.J. da Silva Estácio, J.L.N. Audy: An Initial Framework for Researching Follow-the-Sun Software Development, 9th International Conference on Global Software Engineering (ICGSE), IEEE 2014. <http://dx.doi.org/10.1109/ICGSE.2014.21>.
- [7] Y. Fu, Y. Liu, D. Liu: An environment-based RBAC model for internal network, 1st International Conference on Computer Communication and the Internet (ICCCI), IEEE 2016. <http://dx.doi.org/10.1109/CCCI.2016.7778884>.
- [8] J. Ladyman, J. Lambert, K. Wiesner: European Journal for Philosophy of Science 2013, 3 (1), 33. <http://dx.doi.org/10.1007/s13194-012-0056-8>.



Rys. 7. a) Przykładowa forma wtryskowa wydrukowana w technologii PolyJet, b) wypraski uzyskane przy jej użyciu

Tabela 1. Porównanie metod produkcji form wtryskowych w firmie Seuffer

Metoda	Czas produkcji	Koszt
Forma metalowa	56 dni	52 725 \$
Forma PolyJet	2 dni	1318 \$
Oszczędności	54 dni (96 %)	51 407 \$ (98 %)

- [9] H. Choi, S. Samavedam: Computers in Industry 2002, 47, 39. [http://dx.doi.org/10.1016/S0166-3615\(01\)00140-3](http://dx.doi.org/10.1016/S0166-3615(01)00140-3).
- [10] S. Weyer, M. Schmitt, M. Ohmer, D. Gorecky: IFAC-PapersOnLine 2015, 48, 579. <https://doi.org/10.1016/j.ifacol.2015.06.143>.
- [11] T. Dziubek: Polimery 2018, 63, 49. <http://dx.doi.org/10.14314/polimery.2018.1.8>.
- [12] Stratasys. PolyJet for Injection Molding. Stratasys Ltd. 2016.
- [13] T. Stock, G. Seliger: Procedia CIRP 2016, 40, 536. <https://doi.org/10.1016/j.procir.2016.01.129>.
- [14] N.T. Aboulkhair, N.M. Everitt, I. Ashcroft, C. Tuck: Additive Manufacturing 2014, 1–4, 77.

Artykuł został opublikowany w czasopiśmie „Polimery” 2019, 64, nr 6, s. 405–409.

prof. dr hab. inż. Grzegorz Budzik

Politechnika Rzeszowska im. I. Łukasiewicza
Katedra Konstrukcji Maszyn
al. Powstańców Warszawy 8, 35-959 Rzeszów

Damian Żelechowski

PROSOLUTIONS Majewscy Sp. Jawna
ul. Andrzeja Sołtana 7
05-400 Otwock
(Park Naukowo-Technologiczny „Świerk”)

Formy

NAJWYŻSZA TECHNOLOGIA

Wykonujemy oprzyrządowanie do przetwórstwa tworzyw sztucznych termoplastycznych i termoutwardzalnych na wtryskarki i prasy. Posiadamy duże doświadczenie w wykonywaniu form do duroplastów. Kilkudziesięcioletnie doświadczenie w produkcji form oraz stosowanie współczesnych metod obróbki na CNC i projektowania CAD zaowocowało nawiązaniem współpracy z firmami z Polski, Francji, Niemiec i Szwajcarii.



F O R M Y

62-800 KALISZ, UL. RADOSZEWSKIEGO 23
TEL. +48 62 7645 675, KOM 694 472 918
e-mail: formy@formy.com.pl, www.formy.com.pl

In cooperation with

Krauss Maffei

DOPAK

Niedościgniona
sprawność
energetyczna



Elektryczne wtryskarki serii **PX**

- ➔ Modułowa konstrukcja i swoboda stosowania różnych form
- ➔ Maksymalna elastyczność doboru podzespołów
- ➔ Większe możliwości jednostki wtrysku
- ➔ Intuicyjny układ sterowania MC6
- ➔ Łatwe doposażanie
- ➔ Maksymalna precyzja
- ➔ Optymalna szybkość
- ➔ Zintegrowana serwohydraulika