

Przygotowanie receptur technologicznych do produkcji pianek poliuretanowych – wymagania dla wspomaganie komputerowego

Dr inż. Jarosław CHROBOT
Mgr inż. Henryk JERCZYŃSKI
Mgr inż. Mariusz MRZYGLÓD

W artykule przedstawiono znaczenie pianki poliuretanowej, a także opisano podstawy jej produkcji. Zaprezentowano wymagania dla systemu informatycznego, który mógłby wspomagać technologów w procesie przygotowywania receptur technologicznych do produkcji pianki poliuretanowej do zastosowań w branży meblarskiej. Narzędzie takie powinno być kompletne i stanowić rodzaj zaawansowanego kalkulatora do obliczeń wielu ważnych parametrów procesu produkcyjnego w ramach receptury, aby móc produkować piankę o odpowiednich właściwościach. Opisano również prototypową aplikację komputerową spełniającą te wymagania.

Współczesne organizacje działają w złożonym, zmiennym i konkurencyjnym otoczeniu. Przedsiębiorstwa, chcąc przetrwać w takim środowisku, zmuszone są do podejmowania działań, które dotyczą m.in. lepszej obserwacji otoczenia, elastycznego i adaptacyjnego planowania, reinżynierii, tworzenia aliansów oraz jakościowego i kreatywnego podejmowania decyzji [1]. Wobec takich wyzwań podstawowym zadaniem formułowanym pod adresem rozwiązań informatycznych w zakresie wspomaganie zarządzania w przedsiębiorstwie jest zapewnienie wysokiej jakości informacji wykorzystywanych w procesach decyzyjnych [2]. Szczęólnego znaczenia nabiera budowa systemów informatycznych opartych o bazy danych wspomagających działalność firm, które na co dzień spotykają się z ogromną liczbą różnego rodzaju danych, np. w celu ułatwienia pracy technologom zajmującym się tworzeniem receptur technologicznych niezbędnych do procesu produkcji pianek poliuretanowych dla potrzeb branży meblarskiej (rys. 1).



Rys. 1 Przykład wyrobów z pianek poliuretanowych dla przemysłu meblarskiego [3]

Znaczenie pianek poliuretanowych

Produkty wykonane z poliuretanu mogą być stosowane niemal we wszystkich dziedzinach życia. Poliuretan spotykany jest np. podczas uprawiania sportu (spody obuwnicze), odpoczynania (pianka w materacu, fotelu), prowadzenia samochodu (kierownica, siedzenia, deska rozdzielcza), w gospodarstwie domowym (lodówka), w pracy (obudowa komputera).

Proces produkcyjny pianki poliuretanowej

Poliuretany są polimerami o szerokich właściwościach fizykochemicznych, które zależą od metod ich produkcji. Otrzymywanie poliuretanów odbywa się na zasadzie reakcji poliestrów lub polieterów, które zawierają wolne grupy wodorotlenowe, z izocyjanianem. Elastyczne pianki poliuretanowe do zastosowań w branży meblarskiej otrzymuje się jako wynik reakcji poliestrów lub polieterów i izocyjanianów z udziałem wody oraz dodatkowych środków pomocniczych (katalizatorów, stabilizatorów, środków powierzchniowo czynnych, wypełniaczy, środków barwiących i innych).

Dla potrzeb przemysłu meblarskiego stosowaną metodą produkcji jest produkcja pianki poliuretanowej w postaci strugi ciągłej rozcinanej na bloki (rys. 2). W tym przypadku pod głowicą mieszającą ustawia się ruchomy przenośnik. Przenośnik ma kształt koryta, często zamkniętego także od góry. Mieszanka reaktywna z głowicy jest wylewana na dno przenośnika wyłożonego antyadhezyjnym papierem, do którego pianka się nie przyczepia. Wzrost pianki jest ograniczony z trzech lub czterech stron przekroju. Spienianie tą metodą jest podobne do spieniania w formach zamkniętych i ma zalety tej metody. Pianka otrzymywana w długich blokach po dostatecznym utwardzeniu może być cięta na różne kształty, zależnie od przeznaczenia. Realizowane jest to na pojedynczych stanowiskach obróbczych lub w liniach technologicznych, gdzie często stosuje się układ kilku lub kilkunastu automatów tnących [4].



Rys. 2 Blok pianki poliuretanowej wychodzący z tunelu produkcyjnego [5]

W Polsce produkcja wielu typów pianki poliuretanowych, zróżnicowanych pod względem właściwości użytkowych, komfortu, bezpieczeństwa dla środowiska,

żywołności rośnie z roku na rok. Jest to pochodna pozycji polskiego przemysłu meblarskiego, który zajmuje czołowe miejsce w Europie.

Wymagania stawiane systemom komputerowym

Problemem technologicznym przy produkcji pianki jest takie prowadzenie reakcji chemicznej tworzenia wiązań poliuretanowych, aby w jej efekcie otrzymać produkt o oczekiwanej strukturze komórkowej, żądanej wytrzymałości, elastyczności lub innych specyficznych właściwościach jak samogaśnięcie, odtwarzanie kształtu po usunięciu obciążenia. Właściwy dobór surowców to połowa sukcesu, drugą jest właściwy dobór ich proporcji.

Technolog, wiedząc jaki rodzaj piany będzie produkowany danego dnia, tworzy recepturę technologiczną na produkcję tej piany wprowadzając, zazwyczaj przy pomocy arkusza kalkulacyjnego, potrzebne dane, w celu uzyskania właściwych parametrów procesu spieniania, a mianowicie przede wszystkim:

- listę surowców
- niektóre, wstępne ich udziały wagowe (podstawowym surowcem jest polioliol, izocyjanian, woda oraz niezbędne środki pomocnicze),
- prędkość i ustawienie transportera na którym piana wzrasta,
- liczbę bloków do wyprodukowania, lub liczbę metrów bieżących,
- sumaryczną masę piany do wyprodukowania.

Trzeba zaznaczyć, iż takie receptury są ciągle modyfikowane i ulepszone. Proces wytwarzania pianki poliuretanowej nie należy bowiem do łatwych, ponieważ ważną rolę odgrywają tu czynniki zewnętrzne, takie jak ciśnienie, temperatura oraz parametry samych surowców, które wpływają na niestabilność parametrów produkowanej pianki. Wynikiem obliczeń końcowych są udziały wagowe wszystkich surowców, wartości nastaw wielkości strumieni dozowanych surowców na maszynie spieniającej oraz informacje na temat zużycia surowców. Technolog ma do dyspozycji dane z badań laboratoryjnych wyprodukowanej poprzednio pianki oraz arkusze raportów produkcyjnych, które służą mu do podejmowania decyzji przy opracowywaniu ulepszonych receptur. Informacje te są rozproszone w różnych plikach danych na komputerze, bądź w segregatorze i zazwyczaj wymagają dodatkowego przetworzenia, co zabiera dodatkowy czas. Istnieje zatem potrzeba narzędzia kompletnego i zintegrowanego dla technologa, które powinno posiadać:

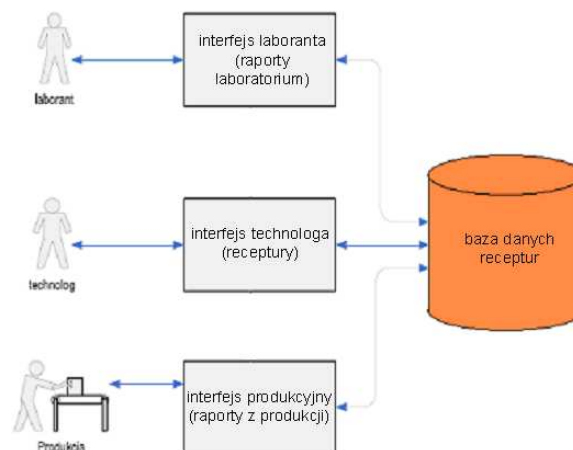
- pełną listę stosowanych surowców z podaniem podstawowych parametrów (np. liczby hydroksylowej, zawartości procentowej wody),
- pełną listę mieszanin tworzoną przez zestawienie danych surowców wchodzących w ich skład, z podaniem procentowych udziałów poszczególnych składników,
- pełną listę pomp (strumieni) dozujących surowiec wraz z ich kalibracjami określającymi wydatek kg/min w zależności od nastaw maszynowych (tzw. krzywe kalibracji), z datą wykonania kalibracji,
- pełną listę produkowanych pian,
- tabelę receptur produkcyjnych bieżących (na dany dzień),
- pełną listę receptur bazowych (podstawowych, które tworzą bazę wiedzy o składnikach receptury na produkcję konkretnego typu pianki).

Powinna przy tym istnieć możliwość zapisania receptury bieżącej produkcyjnej jako nowej receptury bazowej dla danej pianki. Technolog bowiem

przygotowując recepturę na dany dzień nierzadko wprowadza zmiany w stosunku do poprzedniej receptury, np. wprowadza inny surowiec, czy też zwiększa wydajność.

Opis prototypowej aplikacji komputerowej

Zaproponowany został prototypowy system komputerowy o powyższej funkcjonalności i wstępnie przetestowany przez technologów. Głównym jego zadaniem jest umożliwienie technologowi zapisu podstawowych informacji o właściwościach surowców potrzebnych do produkcji pianki, generowanie receptury technologicznej i przeglądanie raportów laboratoryjnych oraz produkcyjnych powiązanych z typem produkowanej piany. Wygenerowana receptura jest jednocześnie informacją dla operatora maszyny spieniającej o tym, jakie nastawy musi on poczynić na pompach dozujących surowiec, aby wyprodukowana została piana określonego typu. Opracowany program komputerowy stanowi zaawansowany kalkulator receptur, który funkcjonuje na podstawie zadanego składu surowcowego i wylicza udziały wagowe głównych surowców, nastawy na maszynie spieniającej, wielkość zużycia surowców. Aplikacja opracowana została w środowisku MS Access, które stanowi interfejs użytkownika i lokalną bazę indywidualnych danych obliczeniowych. Do przechowywania danych służy baza danych oparta o MS SQL Server. System jest wielodostępny, mogą z niego korzystać jednocześnie technolodzy, laboranci oraz operatorzy maszyn spieniających (rys. 3).



Rys. 3 Ogólny schemat funkcjonalny prototypowego systemu do tworzenia receptur technologicznych do produkcji pianek poliuretanowych

Głównym narzędziem technologa w opisywanym systemie jest arkusz receptury bieżącej, w którym ustala on liczbę oraz rodzaj wykorzystywanych surowców do produkcji konkretnego typu piany (rys. 4).

Receptury bieżące

PIAN-1 2009-10-29 PIAN-1-2 Objętość koryta 133 dm3 Katalizator 1 [1:1] Katalizator 2 [1:2]

Kolor: NIE9 0000000121 Licz. bl. 10 Ind. wydaj. 168.07 Wysokość bloku 129 cm Ilość / masa [kg] 32 900

ZIEL 0000000122 115 L. hydrol. 2.0 Symbol 3C Czas produkcji 129 min

ZDE 0000000123 12 Ind. TDI 102.0 Woda ciek. 0.96 Bloki 100+152+122 Wskaźnik utr. wag. 1.000

Poprzednie dane
Zapisz jako bazową
Przelicz Drukuj

Data 2009-10-29 1000 hPa
Opracował/a Technolog 45 %

Stumień	Indeks surowca	Nazwa surowca	L. hydr.	Cz. wag.	Wydaj.	Nastaw	Kal	Wsp.	Wysw.	Kal	Uwagi	Zużycie	Udziały Sc.
Pompa 1	Poliol	Poliol testowy	2,0	100,00	168,07	168,07	✓	0	0	Γ		21,676	0,84034
Pompa 7	Mieszanka 1	Mieszanka 1 testowa	1,2	1,500	2,52	5,04	✓	0	0	Γ		325	0,01261
Pompa 8	Mieszanka 2	Mieszanka 2 testowa	2,3	2,000	3,36	2,86	✓	0	0	Γ		434	0,01681
Pompa 9	Mieszanka 3	Mieszanka 3 do testowania	2,5	2,300	3,87		✓	0	3,87	Γ		499	0,01933
Pompa 2	Izocyanian	Izocyanian testowy	0,0	2,500	4,20	3,20	✓	0	0	Γ		542	0,02101
Pompa 3	Woda	Woda przemysłowa	0,0	2,400	4,03	0,03	✓	0	0	Γ		520	0,02017
Pompa 4	Katalizator 1	Katalizator 1 testowy	0,0	1,100	1,85	1,85	✓	0	0	Γ		238	0,00924
Pompa 5	Katalizator 2	Katalizator 2 testowy	0,0	2,100	3,53		✓	0	3,53	Γ		455	0,01765
Pompa 10	Katalizator 3	Katalizator 3 do testów	0,0	3,100	5,21		✓	0	5,21	Γ		672	0,02605
Pompa 6	Banwrik 1	Banwrik 1 testowy	0,0	2,000	3,36	0,26	✓	0	0	Γ		434	0,01681
*													

Razem: 119,00 200

Prędk. transportera [m/min] 3,5 (3,49 - 3,91 (nastaw 7,12)) Obroty mieszadła 5000 Pozycja fotokomórki 13 900 Szerokość papieru dolnego [cm] 213 Płyta 1 200

Ilość powietrza 900 Dwelltime [s] 23 Kąt długości płyt [mm] 354 Szerokość papieru górnego [cm] 324 Płyta 2 300

Cisn. w kom. mieszania 2 Pełny wzrost na m 4,2 Rozstaw ścian [mm] 233/309 Pozycja koryta 722 Płyta 3 400

Komentarz: Produkcja w górnych zakresach prędkości 3,49 - 3,91 Pozycja koryta 722 Płyta 4 500

Rekord: 1 z 198

Rys. 4 Okno receptury bieżącej do produkcji pianki poliuretanowej

Recepturę bieżącą identyfikuje się poprzez typ pianki, datę produkcji, oznaczenie wersji receptury oraz listę partii produkcyjnych, z których każda charakteryzuje się kolorem, nr zlecenia oraz liczbą bloków (lub liczbą metrów bieżących). Po edycji niezbędnych danych technolog uruchamia działanie zaawansowanego kalkulatora recepturowego i uaktualnienie danych obliczeniowych. Kalkulator zawiera w sobie wszystkie zależności pomiędzy surowcami, które są w rzeczy samej reagentami reakcji chemicznej a stosowane w kalkulatorze wzory opisują tą reakcję. Wygenerowaną recepturę bieżącą można zapisać jako bazową. Po wydruku receptura bieżąca blokuje się do edycji i tworzone są arkusze do zapisu wyników laboratoryjnych oraz raportu produkcyjnego. Technolog może wyświetlić również dla konkretnego typu piany listę wyników pięciu ostatnich procesów spieniania wraz z wynikami badań laboratoryjnych oraz raportami produkcyjnymi. Narzędzie to służy do śledzenia zmian w udziale surowców, aby technolog mógł utworzyć lepszą recepturę. Narzędzie wylicza rzeczywiste części wagowe na bazie nastaw wpisanych w raporcie produkcyjnym i dzięki temu służy do oceny zmian w recepturze. W ten sposób technolog ma rzeczywistą, realizowaną recepturę w częściach wagowych i połączone z nią wyniki badań oraz dane z produkcji. Bez takiego wsparcia komputerowego technolog, jedynie na bazie własnego doświadczenia, szacują np. wpływ zmiany wartości wydatku danego surowca na efekt optymalizacji przebieg procesu spieniania, posiłkując się rozproszonymi danymi często w formie papierowej.

Podsumowanie i wnioski

W niniejszym artykule przedstawiono analizę wymagań dla kompletnego systemu komputerowego do wspomaganie przygotowania receptur technologicznych do wytwarzania pianki poliuretanowej używanej przy produkcji mebli. Pozytywny wpływ działania takiego systemu, z uwagi na znaczące obniżenie czasu przygotowania receptur, podwyższony komfort pracy, mogą z pewnością odczuć technolog, a także działają współpracujące

jak laboratorium czy zespół produkcyjny. Dla innych komórek jak np. działu logistyki planującego wszelkie zakupy składników chemicznych pod produkcję pianek, jest on także pomocny, bowiem system dokładnie wylicza zużycie surowców, co pozwala lepiej kontrolować proces uzupełniania zapasów magazynowych.

LITERATURA

1. Praca zbiorowa pod redakcją Andrzeja Michalskiego: Zarządzanie informacjami w przedsiębiorstwie. Systemy informatyczne, a reinżynieria organizacji. Wydawnictwo Politechniki Śląskiej, Gliwice 2001
2. Adamczewski P.: Zintegrowane Systemy Informatyczne, MIKOM, Warszawa 1998
3. <http://www.tompol.info/pianka.html>
4. <http://www.ciop.pl/3550.html>
5. Materiały własne Vita Polymers Poland Sp. z o.o.

AUTORZY

Dr inż. Jarosław CHROBOT
Politechnika Wrocławska, jaroslaw.chrobot@pwr.wroc.pl

Mgr inż. Henryk JERCZYŃSKI
Vita Polymers Sp. z o. o., henryk.jerczynski@vitapp.pl

Mgr inż. Mariusz MRZYGŁÓD
Politechnika Wrocławska, mariusz.mrzyglod@pwr.wroc.pl

Preparation of technological recipes for production of polyurethane foams – requirements for computer support

In the article meaning of polyurethane foam as well as basics of its production was presented. Requirements for computer system, which could support a technologists during the process of technological recipes preparation for production of polyurethane foams to be applied in furniture industry, was presented. This tool should be complete and should be an advanced calculator to calculate several important parameters of production process within a recipe to be able to produce a foam of appropriate features. A prototype computer application fulfilling the requirements was described as well.