

Monika PIRÓG-MAZUR, Galina SETLAK
Państwowa Wyższa Szkoła Techniczno-Ekonomiczna, Instytut Inżynierii Technicznej

BUDOWA BAZY DANYCH ORAZ BAZY WIEDZY DLA PRZEDSIĘBIORSTWA PRODUKCYJNEGO W PRZEMYSŁE SZKLARSKIM

Streszczenie. W artykule zostały przedstawione baza danych oraz baza wiedzy, które stanowią integralną część Inteligentnego Systemu Wspomagania Decyzji, opracowywanego dla potrzeb przedsiębiorstwa produkcyjnego w przemyśle szklarskim. Oba moduły wykorzystane zostaną w systemie doradczym, który ma służyć klasyfikacji wad produktu (tutaj opakowań szklanych, np. butelki, słoiki) oraz doboru odpowiedniej metody (najbardziej korzystnej) sposobu ich eliminacji. Omówiono również przeznaczenie systemu oraz sam proces technologiczny.

Słowa kluczowe: inteligentne systemy wspomagania decyzji, baza danych, baza wiedzy, proces technologiczny

CONSTRUCTION OF DATABASE AND BASE KNOWLEDGE FOR MANUFACTURING COMPANIES IN THE GLASS INDUSTRY

Summary. In the paper there has been presented database and base knowledge which are an integral part of the Intelligent Decision Support System, created for the needs of manufacturing companies in the glass industry. Both modules will be used in the decision system to serve the classification of defects in the product (here presented – glass containers, bottles, jars) and the selection of appropriate method (most preferred) way to eliminate them.

Keywords: intelligent decision support systems, database, knowledge base, process technology

1. Wstęp

W przedsiębiorstwie produkcyjnym podejmowanie decyzji w zakresie procesów przygotowania produkcji stanowi zasadniczy i kluczowy element całego procesu wytwarzania. Różnorodność produkcji oraz krótkie cykle życia wyrobów przy jednoczesnym wzroście ich złożoności powodują, że przedsiębiorstwa zmuszone są do produkcji wyrobów w krótkich seriach.

Przedsiębiorstwom produkcyjnym chodzi o jak najszybsze uzyskanie informacji potrzebnej do podjęcia trafnej decyzji. Zatrudniają wielu ekspertów i specjalistów, aby w każdej chwili odpowiednio reagować i podejmować właściwe decyzje. W procesie podejmowania decyzji wykorzystywane są również zintegrowane systemy komputerowe, które nieustannie gromadzą dane i analizują obszary procesu produkcyjnego.

Inteligentne systemy wspomaganie decyzji (ISWD) to systemy, które łączą w sobie możliwości gromadzenia i przetwarzania dużej ilości informacji decyzyjnej, wykonania jej analizy i wykorzystywania różnorodnych modeli, zgromadzonych danych i wiedzy do rozwiązywania złożonych problemów decyzyjnych. Nieodłączną częścią inteligentnego systemu wspomaganie decyzji są baza wiedzy i narzędzia sztucznej inteligencji [12]. Wśród nowoczesnych rozwiązań szczególne miejsce zajmują hybrydowe systemy ekspertowe, które dzięki połączeniu różnych metod sztucznej inteligencji z programami przetwarzania ilościowego, z powodzeniem mogą wspomóc proces produkcyjny czy kontrolę jakości. Hybrydowe systemy ekspertowe są w stanie odwzorować oprócz czynników ilościowych wiele czynników o jakościowym i opisowym charakterze, których odwzorowanie modelami matematycznymi jest niemożliwe lub bardzo utrudnione.

Baza danych jest jednym z najważniejszych źródeł informacji decyzyjnej dla bazy wiedzy ISWD. Stanowi ona podstawę przy tworzeniu bazy wiedzy ISWD dla przedsiębiorstwa produkcyjnego, w celu wspomaganie procesu technologicznego, w tym procesie kontroli jakości. Celem niniejszej pracy jest przedstawienie zagadnień dotyczących budowy i tworzenia tych dwóch elementów składowych projektowanego systemu doradczego.

2. Przeznaczenie systemu

Przedstawiany w niniejszym artykule projekt Inteligentnego Systemu Wspomaganie Decyzji jest realizowany dla huty szkła, firmy z sektora dużych przedsiębiorstw. W hucie pracuje łącznie 14 linii produkcyjnych, w systemie trzyzmiarowym, gdzie z jednej zmiany na jednej linii można wyprodukować 200 000 sztuk produktu gotowego. Dla większego obrazu – prędkość automatu to 275 kropli (porcji płynnego szkła) na minutę.

Opakowania szklane są wyrobami szklanymi produkowanymi w Polsce na największą skalę. Zdecydowanie dominują wśród nich butelki wykonane ze szkła bezbarwnego oraz oranżowego i słoje wykonane ze szkła bezbarwnego (blisko 80% produkcji). W Polsce wytwarza się zarówno opakowania spożywcze, jak i kosmetyczne, farmaceutyczne oraz naczynia na znicze. Rocznie produkuje się ich około 1 120 tys. ton. Większość polskich hut szkła opakowaniowego przeszła w ostatnich latach gruntowną modernizację. Choć przyniosła ona między innymi wprowadzenie do produkcji opakowań cienkościennych i znaczne zmniejszenie wagi opakowań, to tonaż produkcji regularnie rośnie. Polski przemysł szklarski obejmuje przeszło 100 przedsiębiorstw.

Koncepcja budowy Inteligentnego Systemu Wspomagania Decyzji powstała po przeanalizowaniu literatury oraz licznych wizytach w zakładzie przemysłowym o profilu szklarskim, w hucie szkła. Stwierdzono, że nie ma żadnego algorytmu postępowania w przypadku stwierdzenia występowania wady produktu oraz sposobie jej eliminacji.

Projektowany Inteligentny System Wspomagania Decyzji ma służyć klasyfikacji wad produktu oraz doboru odpowiedniej metody (najbardziej korzystnej) sposobu ich eliminacji. Konstruowany system ma wspomagać pracę operatora linii oraz kierownika linii produkcyjnej w stopniu porównywalnym z pomocą specjalisty (eksperta) posiadającego wysokie kwalifikacje. Wyniki pracy systemu doradczego pozwolą operatorom i kierownikom linii podejmować właściwe decyzje w celu eliminacji wad produkcyjnych oraz tym samym usprawnienia procesu technologicznego.

Przed przystąpieniem do realizacji przedmiotowego systemu ekspertowego zostały określone początkowe założenia oraz sposób realizacji systemu:

- system ma proponować rozwiązania z określonego zakresu – wspomaganie rozwiązywania problemów decyzyjnych w procesie kontroli jakości wyrobów gotowych, tj. sklasyfikowania wad produktu (butelek) oraz analizy i doboru odpowiedniej metody ich eliminacji, co pozwoli usprawnić tym samym proces technologiczny,
- system ma być przyjazny dla użytkownika, który niekoniecznie musi być ekspertem w przedmiotowej dziedzinie, interfejs oparty będzie na zapytaniach oraz odpowiedziach w języku naturalnym,
- system ma udostępniać teksty, rysunki, ewentualnie symulacje – bazy danych w postaci plików tekstowych oraz graficznych, w których zawarte są dodatkowe lub pełniejsze wyjaśnienia,
- system może być stworzony w dowolnym języku programowania.

Proces technologiczny w hucie szkła szczegółowo definiuje proces przekształcania surowego materiału (półwyrobu) w gotowy produkt, odpowiadający wymaganiom określonym w projekcie. Opracowanie procesów technologicznych jest bardzo ważnym etapem w przygotowaniu produkcji. Jest jednak bardzo trudnym procesem automatyzacji ze względu na duży

udział doświadczenia technologów w procesie projektowania. W tradycyjnym projektowaniu procesów technologicznych dominują czynności w dużym stopniu wykorzystujące doświadczenie technologa oraz jego umiejętności i intuicję. Od doświadczenia technologa zależą przebiegi procesów technologicznych oraz ich koszty.

Projektowanie procesu technologicznego odbywa się z wykorzystaniem informacji z różnych źródeł. Mają na nie wpływ różnorodne informacje i ograniczenia: informacje o wyrobie, ograniczenia związane z możliwościami technologicznymi zakładu produkcyjnego oraz wielkością produkcji, wymagania dotyczące wykonania wyrobu, kompetencje technologa (doświadczenie zawodowe, kreatywność), metody i środki użyte w planowaniu technologicznym oraz dane zgromadzone wcześniej (technologiczne bazy danych i bazy wiedzy) [3].

Według definicji, proces technologiczny to uporządkowany ilościowo i jakościowo zbiór czynności zmieniających własności fizyczne (kształt, wielkość), formę występowania lub własności chemiczne określonej substancji (materiału). Proces technologiczny razem z czynnościami pomocniczymi (przemieszczanie materiału) stanowi proces produkcyjny, w wyniku którego otrzymywany jest produkt końcowy. W procesie produkcji szkła występuje 9 głównych działań związanych z przekształceniem surowców i materiałów w produkty gotowe (z przeznaczeniem dla zewnętrznego odbiorcy):

1. Przygotowanie zestawu szklarskiego – dokładnie odważone i wymieszane surowce to tak zwany zestaw szklarski. Bardzo ważnym surowcem jest stłuczka szklana – można nią zastąpić nawet 80% surowców naturalnych.
2. Topienie – zestaw trafia do pieca, czyli wanny szklarskiej, i topi się w temperaturze 1500°C. Tak wysoką temperaturę zapewniają palniki gazowe usytuowane po obu bokach wanny. Stopiona masa jest wypychana przez nową porcję zestawu.
3. Formowanie – strumień roztopionej masy szklanej jest cięty na porcje, czyli krople o ciężarze odpowiadającym ciężarowi formowanego opakowania. Krople trafiają do automatów. Sprężone powietrze formuje w początkowej fazie bańkę szklaną, która trafia do form i w nich nabiera określonych kształtów.
4. Uszlachetnianie na gorąco – butelki lub słoiki trafiają do tunelu-komory, w którym rozpyła się związek metalicznej cyny. Wnika ona w powierzchnię szkła, dając wzrost odporności mechanicznej wyrobów i nadając im połysk.
5. Odprężanie – wyroby przesuwają się powoli na taśmociągu wewnątrz tunelu-odprężarki i stygną w sposób kontrolowany. Zapobiega to późniejszemu pękaniu butelek.
6. Uszlachetnianie na zimno – schłodzone wyroby szklane poddaje się procesowi, dzięki któremu stają się jeszcze bardziej błyszczące i elastyczne.
7. Kontrola jakości i sortowanie – automatycznie sprawdza się, czy wyroby posiadają wady, jeśli tak, to automat natychmiast eliminuje wadliwe wyroby.

8. Pakowanie i foliowanie – wyroby po kontroli kierowane są transporterami na automat pakujący (paletyzator), który układa je warstwami na paletach i zabezpiecza folią termokurczliwą. Zapakowane wyroby przewozi się do magazynu.
9. Magazynowanie i wysyłka – przygotowane na zamówienie klientów wyroby czekają na wysyłkę w magazynie [11].

Przy tak rozbudowanym procesie produkcyjnym możliwość wystąpienia wad w produkcji jest ogromna. Ważna dla przedsiębiorstwa produkcyjnego jest optymalizacja tego procesu technologicznego.

3. Charakterystyka bazy danych

Opracowanie bazy danych sprowadza się do zdefiniowania obiektów występujących w poszczególnych obiektach/tabelach oraz ich atrybutów.

Przy projektowaniu bazy danych postawiono następujące pytania:

- jakie dane nas interesują?
- jaki format przyjmą te dane?
- jakie relacje występują między tymi danymi?

Duże linie produkcyjne, w skład których wchodzi kilkadziesiąt maszyn powiązanych ze sobą, zawierają punkty pomiarowe. Obecnie w hucie szkła dane z punktów pomiarowych zbierane są przez PIC – Production Information Computer. Sterowanie tym oprogramowaniem (ustawianie, jakie parametry ma badać: grubość ścianki, profilowany korpus, szyjka, dno, ustawianie czułości – norma dopuszczalna a norma idealna) jest niezbędne do utrzymania na stałym poziomie żądanych wartości parametrów. Parametry te ustawia się każdorazowo przy zmianie asortymentu (produktu).

AKP to aparatura kontrolna pomiarowa, która ustawia czułość. Na wady krytyczne czułość ustawia się na 100%. Im większa czułość (wyrażona liczbowo), tym większy odrzut.

Informacje pozyskiwane za pomocą PIC-a to:

- podsumowanie strat na danej linii,
- podsumowanie strat w całej hucie,
- podsumowanie odpadów maszyn na FP (zimny koniec),
- straty na wybranej linii,
- straty na wybranej linii szczegółowo,
- odrzut na dane wady procentowo,
- odrzut na dane wady w sztukach,
- raport postojów urządzeń,

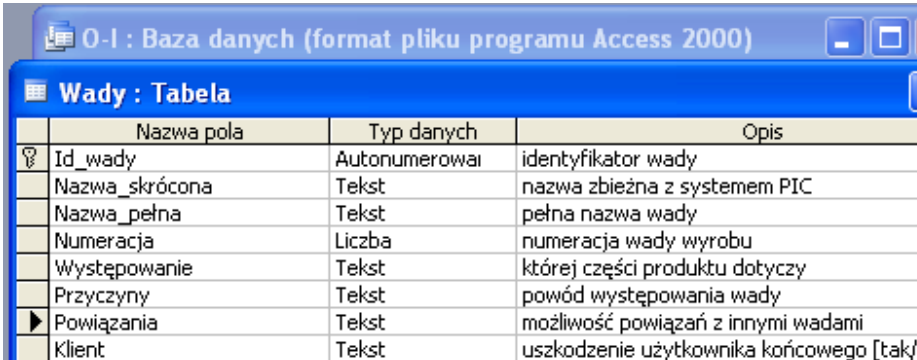
- podsumowanie wyników wszystkich linii,
- zmiana linii produkcyjnej na inną.

Jednym z pierwszych etapów projektowania baz danych jest opracowanie koncepcyjnego modelu danych, który ma kluczowe znaczenie dla użyteczności i jakości projektowanej bazy danych. Model koncepcyjny pozwoli na ujęcie opisanego powyżej procesu technologicznego w sposób sformalizowany. Model taki umożliwi odwzorowanie wszystkich istotnych stosunków pomiędzy obiektami. W najprostszej postaci obejmuje on identyfikowanie istotnych elementów w analizowanym przedsiębiorstwie (obiektów), własności tych elementów (atrybutów) oraz ich powiązania (związki).

W modelu relacyjnym baz danych zawarto tabele:

- tabela wyrobu – zawiera informacje dotyczące produkowanego wyrobu (karta produktu, specyfikacja produktu końcowego),
- tabela materiałów – zawiera informacje na temat wykorzystywanych materiałów (półfabrykatów),
- tabela operacji – zawiera listę kolejno wykonywanych czynności (operacji technologicznych),
- tabela operacji pomocniczych – zawiera listę dodatkowych czynności do wykonania przeznaczonych dla specyficznych produktów (dodatkowe operacje),
- tabela wad – zawiera szczegółowe informacje o poszczególnych wadach.

Na rys.1 przedstawiono strukturę jednej z tabel – wady.



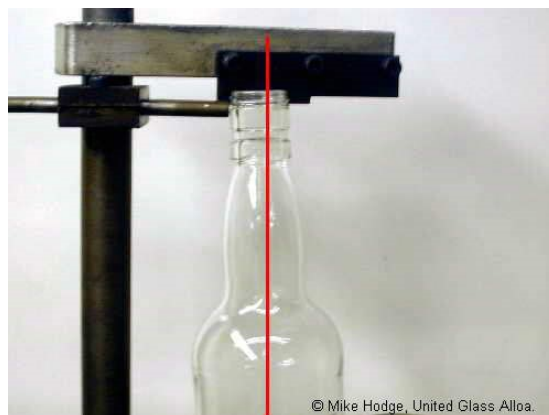
	Nazwa pola	Typ danych	Opis
🔑	Id_wady	Autonumerowai	identyfikator wady
	Nazwa_skrócona	Tekst	nazwa zbieżna z systemem PIC
	Nazwa_pełna	Tekst	pełna nazwa wady
	Numeracja	Liczba	numeracja wady wyrobu
	Występowanie	Tekst	której części produktu dotyczy
	Przyczyny	Tekst	powód występowania wady
▶	Powiązania	Tekst	możliwość powiązań z innymi wadami
	Klient	Tekst	uszkodzenie użytkownika końcowego [tak/ni

Rys. 1. Struktura tabeli – wady

Fig. 1. The structure of the table – wady

Poniżej zaprezentowano przykład, który identyfikuje wadę: nazwa wady, jej skrócony opis, zdjęcie, podpowiedzi, gdzie wada występuje (proces formowania, części formujące, ustawienia maszyny) oraz sposoby jej eliminacji. Zmniejszono liczbę podpowiedzi, z uwagi na objętość artykułu.

Krzywa – krzywy wyrób. Butelka nie jest prostopadła do dna. Drobne odchyłki jednak są dozwolone. Odchyłki te są zwykle wyszczególnione w karcie specyfikacji wyrobu. Wada ta może spowodować problemy podczas napełniania lub kapslowania.



Rys. 2. Krzywa – krzywy wyrób¹
Fig. 2. Curve-warped product

Tabela 1

Sposoby eliminacji wady – podpowiedzi dla operatora linii oraz kierownika

Proces Formowania	Części Formujące	Ustawienie Maszyny
1. Za mały czas formowania wyrobu w formie.	1. Łapki odbieracza skrzywione lub nieustawione za pomocą przyrządu.	1. Ramię odbieracza niewypoziomowane nad formą.
2. Za małą objętość powietrza do wydmuchu końcowego (np. większe rurki wydmuchowe – zwiększ odpowietrzenie).	2. Słabe ssanie, brudne filtry, zatkany adapter dna formy lub wąż od ssania.	2. Łapki odbieracza nie odbierają wyrobów w osi form.

Opracowanie własne na podstawie wiedzy eksperta

Dane dynamiczne dotyczą monitorowanych wad – ich liczba w przedziale czasowym co 10 min, 1 godzinę, 1 zmianę oraz dobowo.

W tabeli 2 przedstawiono dane pobrane z jednej linii produkcyjnej. Na linii ustawionych jest 5 punktów pomiarowych (FP1,..., FP5), które rejestrują licznosc występowania wad. Przedstawione są numery wad, nazwy skrócone, wartości procentowe na poszczególnych punktach pomiarowych oraz ich sumy.

Dane pomiarowe wskazują powiązania między wadami. Poniżej wymieniono kilka występujących relacji między wadami:

- jeśli występuje wada *stopione dno* to jednocześnie można się spodziewać podobnej liczby wystąpienia wady *zdeformowana główka*, w tym przypadku brakuje szkła na uformowanie główki,
- krzywy wyrób – krzywa główka,

¹ Materiały informacyjne przedsiębiorstwa.

- cienkie dno – cienkie ścianki – krzywy wyrób

Tabela 2

Dane pobrane z punktów pomiarowych jednej linii produkcyjnej

DETECTOR ID	FP1 %	FP2 %	FP3 %	FP4 %	FP5 %	TOTAL %
L1 SPEK.101	0.05	0.11	0.08	0.19	0.16	0.11
L2 SPEK.101	0.09	0.05	0.19	0.35	0.00	0.15
L3 SPEK.119	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
L4 PECH. W GL.	0.34	0.43	0.24	0.44	0.92	0.39
L5 SPEK.102	0.03	0.01	0.03	0.30	0.05	0.08
L6 SPEK.121	0.40	0.25	0.59	0.27	0.48	0.39
L7 NIEROWNLOGLY	0.83	0.56	0.38	0.34	0.98	0.56
L9 KRZYWY	0.26	0.20	0.44	0.37	0.59	0.33
L10 OOR-CMG	0.02	0.15	0.02	0.14	0.04	0.07
L11 SPEK.119	0.43	0.25	0.15	0.56	0.17	0.32
L12 SWA	0.57	0.48	0.43	0.40	0.58	0.48
L13 OOR-IPS	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
L14 SPEK.DNO	0.01	0.05	0.20	0.16	0.03	0.10
L16 FTA	1.81	1.98	1.72	1.94	1.71	1.85
L17 CID	0.45	0.52	0.36	0.36	0.67	0.44
L18 ROZDMUCHANA	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00
L19 CIENKI GORA	0.09	0.14	0.08	0.03	0.27	0.10
L20 CIENKI DOL	1.26	0.89	0.95	0.57	0.82	0.93
L21 SSG1	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
L22 SSG2	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
L23 SSG3	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
L24 BHA	0.73	0.58	0.61	0.97	0.73	0.71
% REJECTED	6.22	5.58	5.42	5.86	6.84	5.82
INSPECTED	152638	144079	150891	115036	30026	592670

Źródło: System PIC

Zanim przystąpi się do poprawiania wad, powinno się zastanowić nad pewnymi kwestiami:

1. Czy poprawienie danej wady nie spowoduje pojawienia się innej? (np. jeśli jest kilka żył od kiera i zostanie zredukowane ciśnienie prasowania kiera, czy to nie spowoduje powstanie nowej wady – niepełne główki?).
2. Na jaki rodzaj wad są wyrzucane wyroby?
3. Jeśli dokona się jakiejś zmiany, należy poczekać na rezultaty tej zmiany. Należy się upewnić, czy eliminacja jednej wady nie spowoduje powstanie innej.

Wady klasyfikowane jako wady krytyczne to takie wady, które mogą spowodować niebezpieczne warunki użytkowania wyrobu (każda wada, która prowadzi do szkła wewnątrz). Wyroby z tymi wadami nie powinny dostać się do odprężarki. Jeśli wyroby z tego typu wadami dostaną się do odprężarki, powinna być ona o tym zawiadomiona i wyroby te powinny być wyrzucone, gdy dojdą do końca odprężarki. Należy pamiętać, że którakolwiek z tych wad może doprowadzić do zranienia klienta lub konsumenta.

Największy zbiór danych na obecnym etapie stanowią dane zawierające klasyfikację wad oraz dane uzupełniające, zawierające listę wad, opisy wad, zdjęcia, przyczyny występowania oraz sposoby ich eliminacji.

4. Identyfikacja bazy wiedzy technologicznej w przedsiębiorstwie

W przedsiębiorstwie produkcyjnym bardzo ważna jest wiedza technologiczna. Obecnie rozwijane systemy wspomagające projektowanie procesów technologicznych pozwalają na udostępnianie różnorodnych metod przedstawiania danych, ich przekształcanie i wymianę.

Wiedza technologiczna jest zbiorem informacji o procesie technologicznym realizowanym w ściśle określonych realiach danego przedsiębiorstwa. Udział eksperta oraz inżyniera wiedzy w budowie systemu opisano w pozycjach [5, 6]. Wiedza technologiczna jest zbiorem dynamicznym, tzn. ulega zmianom w czasie, w miarę jak zmieniają się parametry procesu technologicznego. Zakłada się przy tym, że wiedza technologiczna może być przetwarzana w sposób właściwy etapom budowy systemu doradczego. Wyróżnia się następujące etapy tego procesu:

- pozyskiwanie wiedzy technologicznej,
- opracowanie modeli reprezentacji wiedzy technologicznej,
- zapis wiedzy w bazie wiedzy technologicznej systemu.
- Do oceny źródeł inżynier wiedzy przyjmuje:
- informacje niezbędne do realizacji pracy (materiały pochodzące ze źródeł literatury zwartej oraz ciągłej),
- informacje dotyczące wszystkich procesów realizowanych w systemie produkcyjnym (materiały zebrane w hucie szkła, konsultacje z kierownikiem zakładu O-I Produkcja Polska, konsultacje ze specjalistami z różnych faz procesu technologicznego – wiedza eksperta),
- metody oceny jakości produktów gotowych (norma idealna a norma dopuszczalna),
- dopuszczalne warianty rozwoju (zakup nowych maszyn, modernizacja istniejących, nowe technologie, nowe materiały itd.),
- kryteria oceny wariantów rozwoju systemu.

W wyniku dialogu, na podstawie danych wprowadzonych z klawiatury przez użytkownika oraz danych pobranych z punktów pomiarowych, system doradczy zrealizuje proces składający się z:

- rozpoznania wady produktu (tutaj butelki) oraz zakwalifikowania jej do odpowiedniej grupy (np. Grupa 0 – wada krytyczna – nieszczelna główka, przedmuchana główka/kołnierz, rysy w główce/kołnierzu),
- rozpoznania, ustalenia przyczyny powstania wady (czy jest to wada mechaniczna, formy itp.),
- ustalenie sposobów lub metod eliminacji powstałej wady,
- wybór (z ustalonych wcześniej sposobów lub metod optymalnego rozwiązania).

Na podstawie wyżej przedstawionego procesu, system doradczy proponuje metodę eliminacji wad produktów występujących na linii produkcyjnej.

W budowie inteligentnego systemu wspomaganie decyzji zostanie zastosowany zintegrowany pakiet sztucznej inteligencji SPHINX firmy AITECH. Do implementacji systemu użyte zostaną: PC-Shell – szkieletowy system ekspertowy – do budowy podstawowych modułów systemu, CAKE – do prezentacji elementów wiedzy i objaśnień sposobów ich użycia, oraz DeTreeX – w celu pozyskiwania wiedzy, reguł decyzyjnych z baz danych.

Szkieletowy system PC-Shell jest systemem hybrydowym o architekturze tablicowej, więc może wykorzystywać do rozwiązywania problemów wiele źródeł wiedzy. W wersji PC-Shell 4.5 mogą to być: eksperckie bazy wiedzy, aplikacje oparte na sieciach neuronowych oraz bazach danych z wyjaśnieniami tekstowymi.

Baza wiedzy w systemie PC-Shell jest podzielona na pięć bloków: blok opisu źródeł wiedzy, bloki opisu faset, reguł, faktów oraz sterowania. Baza wiedzy w systemie PC-Shell może zawierać następujące elementy:

- opisy lub inaczej fakty, które są zdaniami oznajmującymi. Fakt może być reprezentowany w postaci związku między pewnymi obiektami i charakteryzować się różnymi cechami (atrybutami).
- reguły, które są niezbędne do rozwiązywania problemu w określonej dziedzinie,
- relacje,
- procedury.

Ogólny format opisu reguł w PC-Shell jest następujący:

```
[numer_reguły :] konkluzja1 if
warunek_1 & warunek_2 &...& warunek_n.
```

Przykład:

```
[Reguła nr1:] <niedopasowanie kiera z pierścieniem prowadzącym(owalność)> if
<niewycentrowany cylinder kiera>&<cylinder kiera nie jest na równi z inwertem>
& <zbyt niski cylinder kiera> & <szkło dociera do kiera>
```

Wszystkie reguły są ponumerowane i wyrażają powiązania logiczne między elementami wiedzy z danej dziedziny bądź zawierają opis określonych działań. Fakty reprezentują elementy wiedzy wyrażone w postaci zdań orzekających i traktowane są jako twierdzenia lub wnioski. Pomędzy regułami i faktami istnieją ściśle określone związki semantyczne [1].

5. Podsumowanie

Przedsiębiorstwa produkcyjne, działające obecnie na rynku, gromadzą coraz więcej danych o procesach produkcyjnych, dostawczych, klientach i ich wymaganiach, o awaryjności produktów, ich procesach kontroli. Proces podejmowania decyzji jest procesem przetwarzania posiadanych informacji. Klasyczne metody pozyskiwania i analizowania informacji często zawodzą, gdyż potrzebną informację musimy uzyskać na podstawie analizy olbrzymich zbiorów danych.

W pracy przedstawiono część zbiorów danych, formalizację wiedzy oraz informacje zgromadzone podczas wizyt w przedsiębiorstwie produkcyjnym, dla potrzeb którego opracowywany jest Inteligentny System Wspomagania Decyzji. System ten, oparty na integracji wybranych narzędzi sztucznej inteligencji i bazy wiedzy, pozwoli szybciej i skuteczniej rozwiązywać złożone problemy, występujące w procesie funkcjonowania systemu produkcyjnego, oraz podejmować niezbędne decyzje, wykorzystując doświadczenie i intuicję menedżera jako eksperta.

BIBLIOGRAFIA

1. Buchalski Z.: Akwizycja wiedzy w systemie ekspertowym wspomagającym podejmowanie decyzji, [w:] Kozielski S., Małysiak B., Kasprowski P., Mrozek D. (red): Bazy danych: Modele, Technologie, Narzędzia. WKŁ, Warszawa 2005.
2. Piróg-Mazur M.: Przykład postaci systemu doradczego do zastosowania w przemyśle szklarskim, [w:] Jastriebow A. i in. (red.): Technologie informatyczne i ich zastosowania. Politechnika Radomska, Radom 2010.
3. Rojek I.: Wspomaganie procesów podejmowania decyzji i sterowania w systemach o różnej skali złożoności z udziałem metod sztucznej inteligencji. Wydawnictwo Uniwersytetu Kazimierza Wielkiego, Bydgoszcz 2010.
4. Rojek I.: Inteligentny system wspomaganie decyzji dla sterowania siecią wodociągową. Projekt badawczy nr R11 001 01.
5. Rojek I.: Baz danych i baza wiedzy dla miejskiego systemu wodno – ściekowego, [w:] Kozielski S., Małysiak B., Kasprowski P., Mrozek D. (red.): Bazy danych: Nowe Technologie. WKŁ, Warszawa 2007.
6. Paszek A.: Budowa systemu zarządzania wiedzą w przedsiębiorstwie produkcyjnym. Część I: Metodyka. Zarządzanie przedsiębiorstwem, nr 2, 2009.

7. Pondel M.: Wybrane narzędzia informatyczne pozyskiwania wiedzy i zarządzania wiedzą. Prace Naukowe Akademii Ekonomicznej we Wrocławiu. Pozyskiwanie wiedzy i zarządzanie wiedzą, Wrocław 2003.
8. Piróg-Mazur M., Setlak G.: Conceptual model of decision support system in a manufacturing enterprise. 2nd International Conference on Intelligent Information and Engineering Systems, INFOS 2010, Rzeszów – Krynica 2010.
9. Weiss Z.: Techniki komputerowe w przedsiębiorstwie. Wydawnictwo Politechniki Poznańskiej, Poznań 2002.
10. Związek Pracodawców Polskie Szkła, Szkło materiałem przyszłości. Materiał prasowy, Warszawa, 10 listopada 2005.
11. Źródło: Stowarzyszenie forum opakowań szklanych, 2010.
12. Zieliński J.: Inteligentne systemy w zarządzaniu. Teoria i praktyka. PWN, Warszawa 2000.

Recenzenci: Prof. dr hab. inż. Zbigniew Huzar
Dr inż. Hafed Zghidi

Wpłynęło do Redakcji 16 stycznia 2011 r.

Abstract

Enterprises operating on the market are collecting huge amount of data about production processes. In the data it is possible to search for the information required for taking right decisions on each stage of the enterprise function. In the decision-making process is used complex, integrated computer systems, which incessantly collecting data are being used and are analyzing areas of the production process. Amongst the solutions are highly recommendable expert systems, which through the combination of various methods of the artificial intelligence, with programs of quantitative processing, successfully can support the process of the production or the quality check.

The paper presents the technological process appearing in the enterprise. In the process of glass production is 9 main activities related to the transformation of raw materials and finished products.

There is huge possibility of appearing defects in the production process due to the extended way of production. The data for the model's construction was obtained in Glassworks, for company of the large sector of enterprises. Constructed system of job's operator's is to

assist the line manager as well as the production line at a comparable level with the assistance of an expert who has high qualifications. The advisory system is designed for classification of defects in the product and the selection of the right method (most beneficial) way to eliminate them.

Database and base knowledge technology described in this paper are an integral part of the designed system (Fig. 1). There are also presented the contents of tables with data obtained from the measurement points (Table 2). The database contains information on the specifications of the final product, the classification of defects, defect images, descriptions, and ways to eliminate defects (Table 1).

Computer systems are the computer programs designed to solve specific problems that require professional expertise. The used systems equipped with database and knowledge base allows to improve the quality of our products, achieving significant savings and increased productivity. Using intelligent decision support system for operators and managers of production lines in the production process enables faster and more effective resolve the complex problems that appeared in the functioning of manufacturing process and shall make it possible to make necessary decisions in much shorter time than before.

Adresy

Monika PIRÓG-MAZUR: Państwowa Wyższa Szkoła Techniczno-Ekonomiczna, Instytut Inżynierii Technicznej, ul. Czarnieckiego 16, 37-500 Jarosław, Polska, m_pirog@pwszjar.edu.pl.

Galina SETLAK: Politechnika Rzeszowska, Zakład Informatyki, al. Powstańców Warszawy 8, 35-959 Rzeszów; Państwowa Wyższa Szkoła Techniczno-Ekonomiczna, Instytut Inżynierii Technicznej, ul. Czarnieckiego 16, 37-500 Jarosław, Polska, gsetlak@prz.edu.pl.