

DUTKIEWICZ Daniel<sup>1)</sup>, DIAKUN Jarosław<sup>1)</sup>, SŁOWIŃSKI Bronisław<sup>2)</sup>

<sup>1)</sup> Katedra Procesów i Urządzeń Przemysłu Spożywczego, Politechnika Koszalińska

<sup>2)</sup> Wydział Przemysłu Drzewnego, Politechnika Koszalińska

## Systemowa struktura urządzeń przetwórstwa spożywczego

### Streszczenie

Artykuł przedstawia strukturę urządzeń przetwórstwa spożywczego w systemowym ujęciu. Analizy dokonano nie tylko w jej szerszym stosowanym znaczeniu materialnym, ale również formalnym, ukazując surowcowe źródła funkcji i sposobów ich spełnienia w urządzeniach. Stanowi przyczynek do integrowania wiedzy w dziedzinie inżynierii procesowej.

**Słowa kluczowe:** systemowe ujęcie, struktura urządzenia, sposób

### System structure of the food processing equipment

#### Summary

The article is showing the structure of the food processing equipment in the system presentation. They made analysis not only in material, but also formal meaning for her more widely applied, portraying raw material sources of the function and ways of fulfilling them in devices. A monograph on integrating the knowledge in the field of procedural engineering is providing.

**Key words:** system presentation, structure processing equipment, method

#### Wstęp

Specyficzne właściwości surowców pochodzenia roślinnego i zwierzęcego oraz przyrodnicze zjawiska, wykorzystywane do tworzenia sposobów działania maszyn i aparatów przetwórstwa spożywczego, stanowią podstawę wydzielenia inżynierii produkcji żywności z ogólnego pnia techniki, jako autonomicznej dyscypliny naukowej. W 1982 r. została wydana „Inżynieria procesowa i aparatura przemysłu spożywczego” pod redakcją Piotra P. Lewickiego, w której termin „inżynieria” użyto po raz pierwszy w tytule polskiego podręcznika w omawianej dziedzinie.

Ogólna definicja inżynierii (łac. *ingenium* – *twórczość, wynalazczość*) określa ją, jako dziedzinę wiedzy, wykorzystującą zasady naukowe w celu optymalnego przetwarzania surowców naturalnych na: konstrukcje, maszyny, aparaty, produkty, systemy i procesy (Encyklopedia Britannica, 2000, edycja polska). Inżynieria stanowi składową szerszego pojęcia techniki (z gr. *technē* - *sztuka, rzemiosło, umiejętność*); jest jednak bardziej działalnością niż teorią, związaną z określonym rodzajem myślenia, zwanego kreatywnością, nastawionego na powstawanie nowych i usprawniania rozwiązań już stosowanych. W ogólnym znaczeniu określa zakres działalności ludzkiej, której celem jest produkowanie rzeczy i wywoływanie zjawisk, które wykorzystują prawa przyrody ale w przyrodzie nie występują. Wiedza o sposobach przetwarzania surowców i wytwarzania wyrobów nazywana jest technologią. Inżynieria przetwórstwa spożywczego obejmuje szeroki obszar wiedzy, niezbędnej do tworzenia narzędzi do realizacji tych sposobów, jakimi są urządzenia - maszyny i aparaty. Bez identyfikacji źródeł kreacji, zrozumienie istoty realizowanego przez nie sposobu jest trudne. Nie sprzyja temu wciąż jeszcze występujący w niektórych podręcznikach i innych publikacjach brak odpowiedniego odzwierciedlenia roli właściwości surow-

ców w jego tworzeniu, co występuje najczęściej w odniesieniu do maszyn a nie aparatów (Dutkiewicz, 2012).

W kształceniu specjalistów w dziedzinie produkcji żywności (jak zgodnie z europejską klasyfikacją nazywany jest przemysł spożywczy) wzrasta znaczenie wiedzy o źródłach i działaniach zwiększających kreatywność, w tworzeniu: technologii, procesów i urządzeń do ich realizacji. Wzrost znaczenia kształcenia specjalistów, ukierunkowanego na rozwijanie twórczego myślenia, wynika między innymi stąd, że we współczesnej (kognitywnej) fazie kapitalizmu do pokonywania konkurencji ważne są badania i wywodzące się z nich wynalazki a następnie innowacje. Ponadto, w skali światowej obserwujemy coraz szybszy przyrost stanowisk pracy twórczej o nie rutynowym charakterze, wymagających działań nie poddających się algorytmizacji. Przykładowo analizy charakteru nowotworzonych stanowisk pracy w USA wskazują, że 70% z nich to stanowiska o szeroko rozumianym charakterze twórczym, a tylko 30% nich wiąże się z działaniami, które można algorytmizować (Pink, 2011).

Współcześnie szeroki i łatwy dostęp do internetowej informacji doprowadził do tego, że w procesie kształcenia inżynierów podstawowym problemem staje się nie tyle zakres uzyskanej wiedzy, lecz przyswojenie ogólnych zasad abstrakcyjnego myślenia, jako klucza do umiejętności twórczego jej wykorzystania, a to wymaga zrozumienia systemowej istoty projektowanego urządzenia. Coraz wyższe tempo przyrostu ilościowego i jakościowego wiedzy w poszczególnych dziedzinach doprowadziło do powstawania wąskich specjalizacji zawodowych, a także do zagrożenia, jakim jest powstawanie „kryzysu informacyjnego” w możliwościach przyswajania sobie faktów bez rozumienia szerszych relacji (w tym przyczynowo-skutkowych), jakie istnieją między nimi. Prowadzi to do sytuacji, którą

dobrze oddaje powiedzenie „zna, ale istoty nie rozumie” (Dutkiewicz, 2012).

Wyrażany jest pogląd, że skutecznym działaniem w przekazywaniu wiedzy może być stosowanie w szerszym zakresie podejścia systemowego, które zostało zapoczątkowane w drugiej połowie ubiegłego wieku i jest już szeroko wykorzystywane w nauce, technice, i innych dziedzinach, gdyż może być odnoszone do wszystkiego co jest w jakiś sposób zorganizowane (Cempel, 2005). Ułatwia ono proces poznawania, zrozumienia (a przez to łatwiejszego zapamiętywania), stwarza możliwości zwiększenia integracji szybko zwiększających się zasobów wiedzy, uwypukla to, co znane się za istotne w danych rozważaniach.

Podejście systemowe prowadzi do realizacji trzech ważnych celów (Rosnay, 1982):

- 1) służy transmisji wiedzy, ponieważ dostarcza konceptualnego układu odniesienia, który pomaga w zorganizowaniu wiedzy w miarę jej zdobywania, ułatwia jej zapamiętywanie i przekazywanie (cel poznawczy),
- 2) pomaga w działaniu, ponieważ pozwala wyodrębnić zasady ułatwiające zrozumienie złożoności, pozwala usytuować i zhierarchizować elementy, na których opierają się decyzje (cel metodyczny),
- 3) sprzyja twórczości, ponieważ katalizuje wyobraźnię, mobilizuje siły twórcze, inwencję. Jest nośnikiem myślenia wynalazczego (cel użyteczny).

System to wyodrębniony z otoczenia zbiór obiektów materialnych bądź abstrakcyjnych, które są połączone związkami (relacjami, więzami), tworzącymi strukturę, odzwierciedlającą wewnętrzną organizację elementów tego zbioru. Termin „struktura” oznacza ogólnie „wewnętrzna budowa”, może być jednak bardzo różnie rozumiany. Przykładowo, według Wikipedii ma ona 102 synonimy. W analizie systemu w aspekcie strukturalnym i funkcjonalnym struktura odnosi się nie do jednego a do dwóch określających pojęć zaliczanych do sfery materialnej i abstrakcyjnej, nazywanych odpowiednio strukturą materialną i strukturą formalną. W systemowym ujęciu można przedstawić sposób działania maszyny jak i aparatu przetwórstwa spożywczego, jako związek (więzy) bytów materialnych z bytami umysłowymi (logicznymi relacjami).

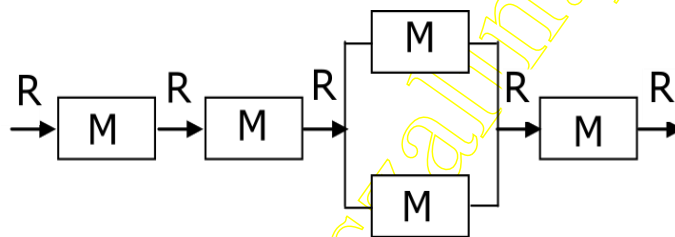
### Cel analizy

W artykule przedstawiono próbę wykorzystania systemowego ujęcia struktury urządzeń przetwórstwa spożywczego, zarówno w znaczeniu materialnym jak i formalnym. Próbę tę podjęto w celu ukazania surowcowych źródeł tworzenia pojęć funkcji i sposobów działania tych urządzeń. Stanowi to punkt wyjścia przy integrowaniu wiedzy w dziedzinie inżynierii procesowej.

### Dwojake znaczenie struktury w systemie

W analizach systemu ważne znaczenie ma identyfikacja jego struktury, którą tworzą elementy (obiekty) i więzy nazywane relacjami. Struktura systemu określana jest dwoma pojęciami o różnych znaczeniach. Elementy mają swoją strukturę materialną, a myślowe ich powiązanie relacjami w organizację, wypełniającą określone zadania, tworzy strukturę formalną (abstrakcyjną). Struktura ta (w szczególności)

to sam sposób wzajemnego podporządkowania części składowych i połączenia ich w pewną całość, który w rozpatrywanym kontekście autorzy identyfikują, jako sposób działania analizowanego urządzenia, przy oczywistym założeniu, że cel (funkcja) jest pierwotny i znany. Model strukturalny systemu przedstawiono na rysunku 1.



Rys. 1. Model strukturalny systemu M - zapis materializacji systemu (struktura materialna), R - zapis relacji w systemie (struktura formalna) (opracowanie własne)

Fig.1. Structural model of the system: M - Writing materialization system (material structure), R - record of relationships in the system (formal structure) (own study)

Cel nie może być zrealizowany bez określenia sposobu, bowiem nie mogłaby powstać jego struktura materialna. Określone celowi odpowiada, (jako zasada) jedna i tylko jedna struktura formalna. Tej jednak może odpowiadać wiele struktur materialnych. W technice wytwarzania znajduje to swój wyraz w tym, że ten sam sposób może być zrealizowany przez wiele rozwiązań konstrukcyjnych, które określa pojęcie typu mechanizmu lub urządzenia. Dwoistość znaczenia pojęcia struktury systemu świadczy o tym, że powstanie jakiegokolwiek struktury materialnej musiało być wyprzedzone powstaniem struktury abstrakcyjnej (myśli, idei, wynalazku, projektu celu, jako potrzeby (Diakun, 2016)).

System techniczny, jakim jest dowolne urządzenie, można zatem określić jako związek bytów materialnych z bytami umysłowymi. Umysłowymi są funkcje (cele istnienia) tych urządzeń oraz sposoby ich działania, jak również samo pojęcie system i występujące w nim relacje. Bytami materialnymi są natomiast: części, zespoły mechaniczne i układy elektryczne tych urządzeń, przetwarzane surowce pochodzenia rolniczego oraz wykorzystywane w urządzeniach zjawiska przyrody (transfery masy, ciepła, pędu, itp.) (Dutkiewicz i Dowgiałło, 2006).

Zasadniczym aspektem nauczania i uczenia się techniki z pomocą ujęć systemowych i modeli nie jest literalne zapamiętywanie określonych sformułowań, zasad czy wzorów, bowiem można je w każdej chwili przypomnieć sobie z książek lub Internetu. Chodzi bardziej o ogólną ideę używania abstrakcyjnego myślenia do zrozumienia i poznawania rzeczywistości uprzedmiotowionej (Cempel, 2005). Takie podejście jest podstawą analizy systemowej, która polega na ujmowaniu świata w kategoriach myślowo zorganizowanych układów.

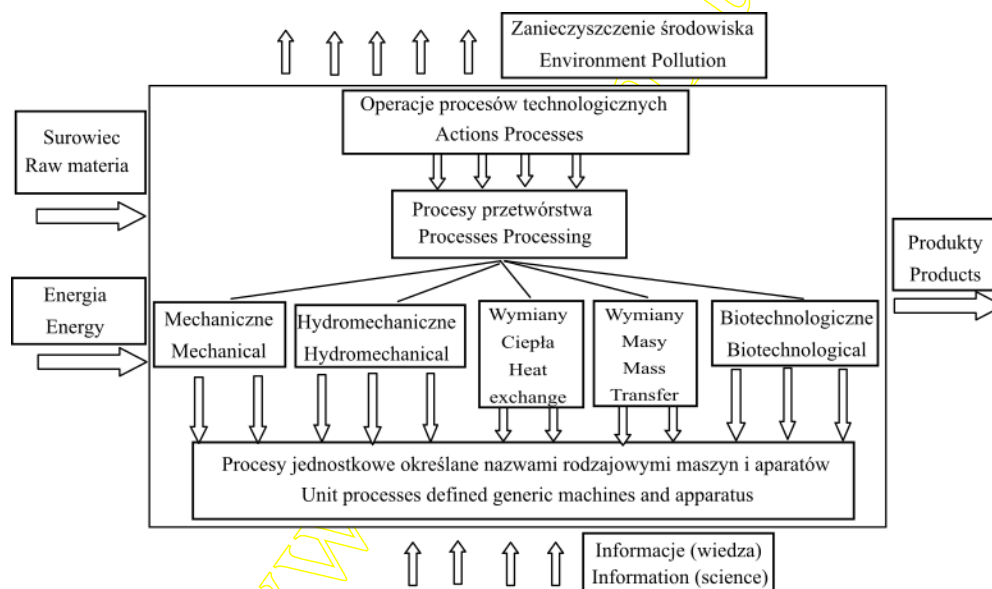
W analizach funkcjonalnych i strukturalnych systemów korzysta się z metod teorii relacji, prowadzących do wyników opisowych (wyrażanych słowami). W technice natomiast najczęściej stosuje się analizę algorytmiczno-matematyczną, gdzie wyniki są liczbowe. Ujęcie systemowe stosuje się zatem tam, gdzie nie można użyć opisu za pomocą ścisłego algorytmu matematycznego. Ujęcie to nie

tworzy zbioru zasad czy twierdzeń, lecz stanowi jedynie myślowy sposób widzenia, polegający na całościowym patrzeniu na badany układ, biorąc pod uwagę zarówno jego składniki jak i sposób ich powiązania. Podstawą analiz systemowych jest zatem poszukiwanie uporządkowania w złożonych układach, by następnie podjąć próbę ich usprawniania (Rosnay, 1982).

Stosowanie podejścia systemowego umożliwiło integrowanie rozległego obszaru wiedzy, obejmującej swym zakresem wyposażenie technologiczne blisko 30 branż, przetwarzających setki rodzajów surowca pochodzenia rolniczego przy pomocy ponad 2 tysięcy rodzajów maszyn i aparatów (uwzględniając typy liczba ta staje się wielokrotnie większa). W podręcznikach inżynierii procesów przetwórstwa spożywczego od lat dwudziestych ubiegłego wieku stosowany jest podział (klasyfikacja) wyposażenia technologicznego przedsiębiorstw na grupy według realizowanych przez nie podstawowych procesów: mechanicznych, hydromechanicznych, cieplnych, dyfuzyjnych i biotechnologicznych, w których mieszczą się jednostkowe procesy realizowane przez maszyny oraz aparaty (Dutkiewicz, 2012). W zależności od charakteru oddziaływań na obrabiany surowiec urzą-

dzenia przetwórstwa spożywczego dzielone są na maszyny i aparaty. Różne rodzaje wykorzystywanych w nich zjawisk przyrody (transfery) powodują i zarazem wyjaśniają podstawy podziału, stanowiąc jego systemowe kryterium. Schemat ujęcia systemowego czynników procesów technologicznych przetwórstwa spożywczego, procesy podstawowe, procesy jednostkowe, realizowane przy pomocy maszyn i aparatów, których nazwy rodzajowe pochodzą od nich (np. destylacja – destylarka, filetowanie – fileciarka) oraz związki z otoczeniem, na rysunku 2.

Od lat dwudziestych ubiegłego wieku rozpoczęto stosowanie podziału (klasyfikacji) wyposażenia technologicznego do przetwórstwa spożywczego na grupy według wykorzystywanych przez nie podstawowych procesów. Klasyfikatorem podziału są transfery masy, ciepła, pędu, energii oraz (występującego w biotechnologii) działania żywych organizmów. Tworzona na ich podstawie klasyfikacja stanowi dotąd (jeszcze) kanon przedmiotu nauczania inżynierii procesów przetwórstwa spożywczego. Logiczny (systemowo) wydaje się być również podział wyposażenia technologicznego na grupy według takich cech jak przedstawiono na rysunku 3 (Dutkiewicz i Słowiński, 2013).

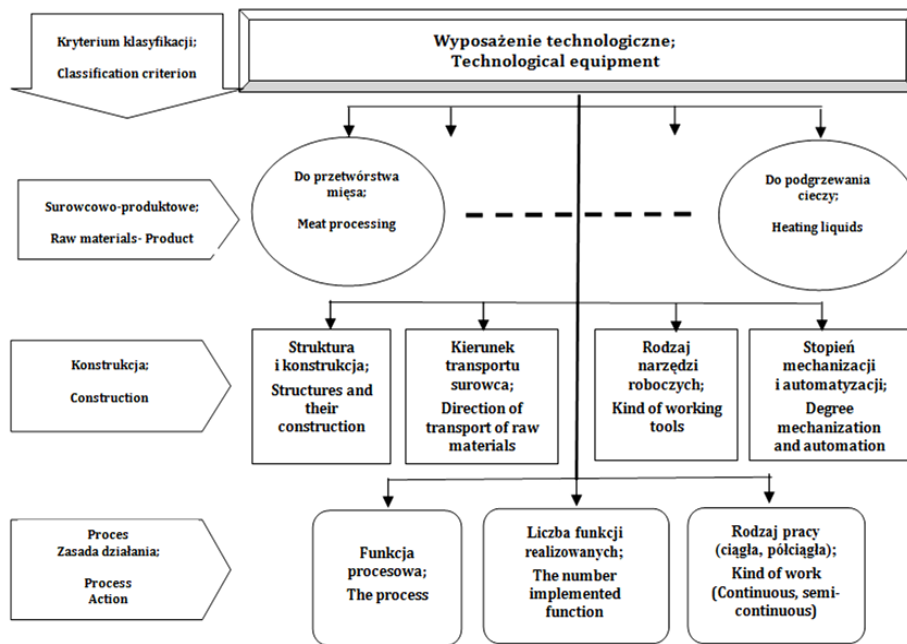


Rys. 2. Systematyzacja procesów technologicznych przetwórstwa spożywczego, jako przykład możliwości integrowania przedmiotowej wiedzy (opracowanie własne)  
Fig. 2. The systematization of technological processes of the food processing as the example of the possibility of integrating the object knowledge (own study)

Inna propozycja systemowego podziału technologicznego wyposażenia przedsiębiorstw przetwórstwa spożywczego na trzy podsystemy według funkcji jednostkowych procesów, realizowanych przy pomocy maszyn i aparatów – rysunek 4. Podsystem (**Pa**) obejmuje blok procesów rozdzielania (analizy), surowców na autonomiczne części lub elementy. Przykładowe procesy tego bloku (1): mycie, separacja, sortowanie, filtracja, rozdrabnianie, odparowanie, suszenie, destylacja. Drugi blok (**Ps**) obejmuje procesy łączenia do postaci wieloskładnikowych produktów (syntezy). Przykładowe procesy (2): dozowanie, mieszanie, solenie, pakowanie. Trzeci blok (**Pz**) obejmuje procesy zmiany struktury wewnętrznej lub stanu materiału. Przykładowe procesy tego bloku (3) to: formowanie, wypiek, gotowanie, zamrażanie, krystalizacja, fermentacja). W charakterze klasyfikatora systemu (cechy podziału) zostały przyjęte spełniane przez nie funkcje, innymi słowy technologiczny cel działania. Zin-

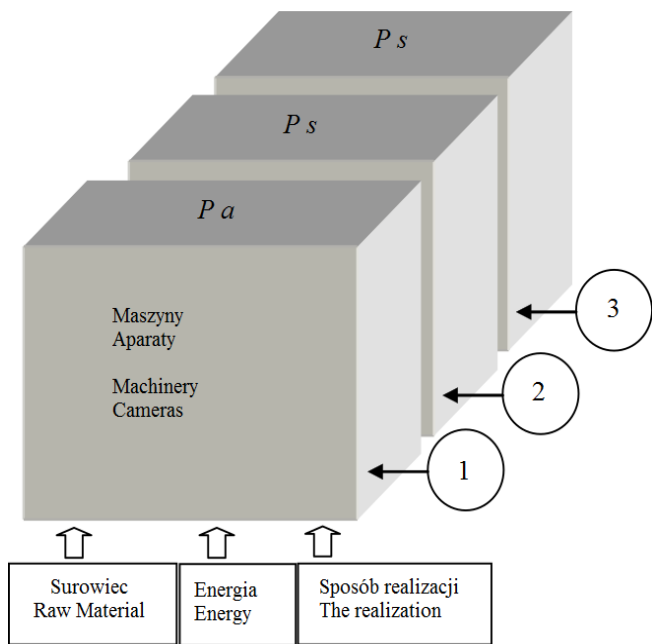
tegowana wiedza o wzajemnych powiązaniach i zależnościach jednostkowych procesów z odpowiednimi strukturami wyposażenia technologicznego stanowi system, który składa się z trzech wymienionych podsystemów.

Celem istnienia różnych rodzajów maszyn i aparatów (a także coraz częściej spotykanych ich kombinacji w postaci konstrukcji hybrydowych), tworzących pojęcie wyposażenia technologicznego przedsiębiorstw przetwórstwa spożywczego, jest nadanie surowcom pożądanym (nowych lub zmienionych) właściwości, cech i charakterystyk. W przedstawianym ujęciu surowce stanowią zbiór posiadanych przez nie właściwości bez materialnego znaczenia, a ogólne pojęcie „informacja” zostaje konkretyzowane i odnosi się do funkcji (celu) i sposobu działania jednostkowego procesu, realizowanego przez urządzenia, jak i jego racjonalnych parametrów. W przedstawianym kontekście maszyny i aparaty są strukturami realizacji sposobów działania (rys. 4).



Rys. 3. Klasyfikacja systemowa wyposażenia technologicznego przetwórstwa spożywczego (Dutkiewicz i Słowiński, 2013)

Fig. 3. System classification of equipping the technological food processing (Dutkiewicz i Słowiński, 2013)

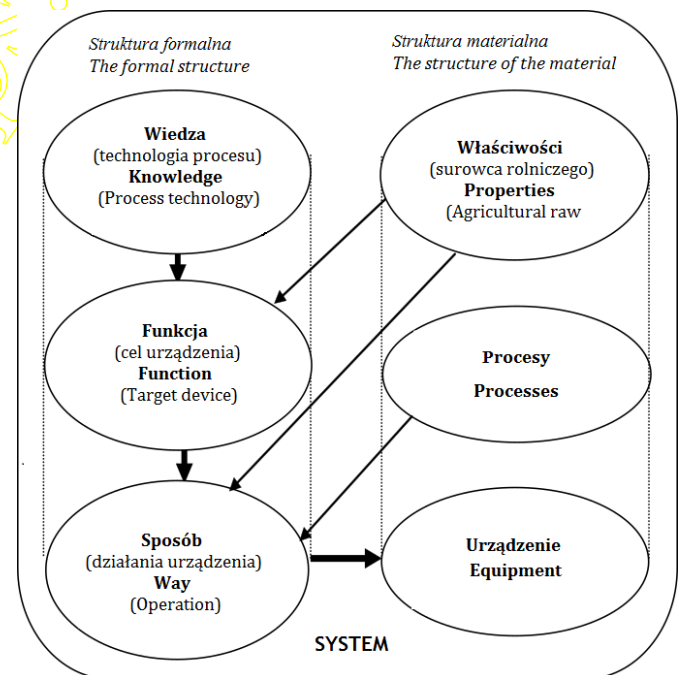


Rys. 4. Klasyfikacja systemowa wyposażenia technologicznego przetwórstwa spożywc4. Systemowa struktura podziału technologicznego wyposażenia na trzy podsystemy według funkcji: Pa – rozdzielania surowców na autonomiczne części (analizy); Ps – łączenia (syntezy); Ps – procesy zmiany struktury lub stanu; 1, 2, 3 – procesy jednostkowe (opracowanie własne)

Fig. 4. System structure of the technological division of equipping dividing raw materials according to the function for three subsystems: Pa – into autonomous parts and their join (analyses); Ps – mixing up (syntheses); Ps – processes of change in the structure or condition; 1, 2, 3 – unit processes; (own study)

W analizach systemu ważne znaczenie ma identyfikacja jego struktury, którą tworzą elementy (obiekty) i więzy nazywane strukturą systemu. Jest ona określana dwoma pojęciami o różnych znaczeniach. W pierwszym pojęciu określa ona zbiór materialnych obiektów (elementów) składowych systemu i ich wzajemne powiązania i nazywane jest materialną strukturą. W szczególności określa ona przestrzenne wymiary i położenie elementów systemu i ich wzajemne powiąza-

nia (więzy). W drugim, nazywanym formalną strukturą, to sam sposób wzajemnego podporządkowania części składowych i połączenia ich w pewną całość, który w rozpatrywanym kontekście należy identyfikować, jako sposób działania analizowanego urządzenia, przy oczywistym założeniu, że cel (funkcja) jest pierwotny i znany.



Rys. 5. Schemat systemu obrazującego urządzenie (maszyny lub aparatu) z wydzieleniem składowych pojęcia struktury materialnej i formalnej oraz przykładowych aspektów jego analizowania (opracowanie własne)

Fig. 5. Scheme of the system depicting devices (of the machine or apparatus) with allocating components of comprehending the material and formal structure and model aspects of testing it (own study)

Zrozumienie działania urządzeń technicznych, w zasadzie, nie jest możliwe bez identyfikacji i rozumienia sposobu, który znajduje swój wyraz w określeniu formalnej struktury

ujęcia systemowego. „Sposób” jest rzeczownikiem pospolitym i jako taki nie jest definiowalny, jego znaczenia trudno więc szukać w encyklopediach. Znajdujemy w nich za to pojęcie „metoda”, którą można, i w omawianym kontekście należy traktować, jako synonim „sposobu” i tą drogą wyjaśnić znaczenie, w jakim ono jest tu użyte.

Metoda (gr. *sposób badania*), określa sposób postępowania, dobór rodzaju i kolejność czynności składowych działania złożonego, świadomie stosowany z możliwością powtórzenia go we wszystkich przypadkach danego typu. W ogólnym znaczeniu odnosi się do wszelkiego działania ludzkiego, uprawianego ze świadomością sposobu postępowania, odnoszącego się zarówno do wykonywania jakiejś pracy ręcznej, jak i uprzedmiotowionej oraz myślenia. Stąd wywodzi swe znaczenie termin „sposób działania” (pracy) maszyny i aparatu. Trzeba tu zaznaczyć, że to stwierdzenie „sposób działania” jest pewnym skrótem myślowym, ponieważ maszyny nie działają, a jedynie wypełniają określoną funkcję. Według słownika j. polskiego „działanie to świadome, celowe zachowanie się ludzi”.

Systemowe analizy pomagają ujawniać związki właściwości surowców z funkcjami i sposobami działania urządzeń w procesie ich tworzenia. W twórczym procesie myślowym rozwiązania problemu inżynierskiego koncipowany jest sposób obróbki bądź przetwarzania lub utrwalania (konserwacji) surowca przy pomocy jakiegoś konkretnego rozwiązania organu roboczego w maszynach lub komory reakcyjnej w aparatach, które powstaje przez kojarzenie składowych należących do dwóch sfer (bytów): abstrakcyjnych i materialnych. Byt stanowi każdy twór materialny i umysłowy stworzony przez człowieka. Zgodnie z (Stachowiak, 2009) „*byt formalny jest to byt niematerialny, należący do sfery umysłu i zawiera w sobie uporządkowanie odpowiadającego mu bytu materialnego. Ten zaś powstaje w wyniku zorganizowania jego materii zgodnie z uporządkowaniem ujętym w bycie umysłowym* (rys. 5). *W dowolnym momencie istnienia bytu materialnego zawarte, w odpowiadającym mu bycie umysłowym, uporządkowanie zawiera pełną informację o stanach bytu materialnego i relacjach z innymi bytami, które wystąpiły lub występują*”. To uporządkowanie odpowiadającego mu bytu materialnego polega na kreacji sposobu realizacji jednostkowego procesu, czyli wynalezieniu nieznannej wcześniej struktury materialnej dla jego realizacji, wykorzystując znaną właściwość przetwarzanego surowca, która będzie tworzyła zrealizowane w praktyce urządzenie (maszynę bądź aparat).

Na rysunku 5 przedstawiono schemat systemowego ujęcia urządzenia z wydzieleniem sfery formalnej (myślowej) i sfery materialnej. W tej drugiej występują: różne właściwości surowca rolniczego, podstawowe procesy przyrody oraz części, zespoły i układy maszyn lub aparatów.

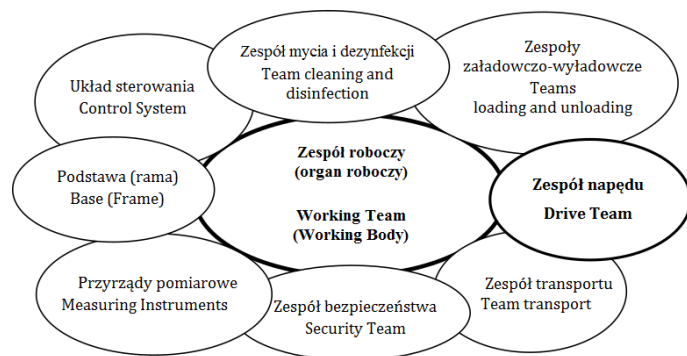
Wykorzystanie wiedzy o właściwościach przetwarzanych surowców wykorzystanie właściwości i przyrodniczych zjawiskach, stanowi bazę tworzenia sposobów działania urządzeń (maszyn, aparatów), powstałych w wyniku myślowego procesu o charakterze wynalazczym (Gawrysiak, 1998). Podkreślić należy, że użyte pojęcie „właściwości” to tylko pewien skrót myślowy, którego ważne dla zrozumienia istoty rozwiniecie przedstawiono dalej.

Podobny tok myślenia odnosimy również do pojęcia określającego funkcje (cele) ich istnienia. Funkcja (cel) jest bytem umysłowym każdego urządzenia, jak i odpowiadającego mu systemu. Określa obiektywną charakterystykę jego oddziaływania na przetwarzany (obrabiany) surowiec (obiekt), od którego zależy ich realna zmiana (lub zachowanie) na różnych etapach technologicznego procesu. Funkcja systemu, jako całości, określana jest funkcjami, które wypełniają, wchodzące w jego skład elementy. Pod pojęciem funkcji systemu rozumiany jest proces osiągnięcia przez niego celu.

W systemach reprezentujących funkcje przekształcania, jakim są urządzenia technologiczne, charakter oddziaływania na surowiec, w następstwie na produkt, i jakość realizacji funkcji zależą od sposobu działania ich konstrukcji. Funkcja maszyny, aparatu, linii produkcyjnej, zespołu, układu przedstawia i wyraża przeznaczenie (cel) ich istnienia. W najprostszym ujęciu funkcja (cel) określa *co?* urządzenie winno wykonywać, *jak?* to można w nim zrealizować określa *sposób*, a *czym?* stanowi ich urzeczywistnienie w postaci materialnej struktury, czyli konstrukcji maszyny lub aparatu.

W naukach technicznych postrzeganie systemowe pojmowane jest, jako rozumowe uchwycenie odpowiedniości między obiektami i zjawiskami naturalnymi a obiektami teoretycznymi (abstrakcyjnymi) (Cempel, 2005). Systemowość urządzeń wskazuje na istnienie więzów między strukturami materialnymi i abstrakcyjnym i elementami wewnątrz nich samych. Relacje (więzy) zajmują centralne miejsce w strukturze formalnej. Więzami przyjęto nazywać fakt występowania różnego rodzaju wzajemnych powiązań pomiędzy elementami danego systemu, a także jego otoczeniem (środowiskiem). Strukturalne więzy określane są jako pewna część przestrzeni między elementami wypełnione energią, masą lub informacją, które nie mogą się przemieszczać ani zmieniać postaci niezależnie od elementów. Struktura oznacza obiekt materialny, którego racja bytu (wykonanie) uzasadnia realizowana przez nie funkcja, która dzięki kreacji sposobu może być zrealizowana.

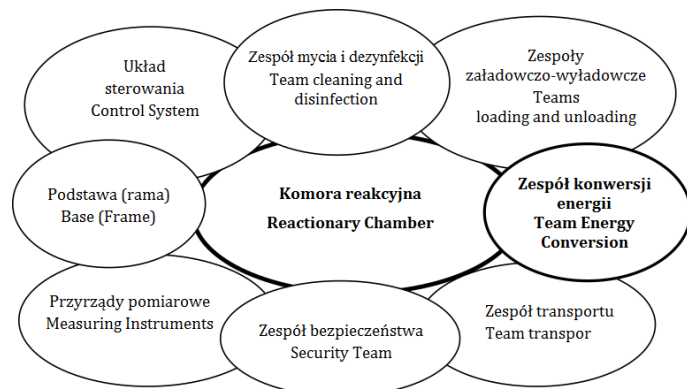
Podstawowym elementem struktury materialnej technologii zakładu przetwórczego, którego celem jest produkcja określonego wyrobu materialnego, jest urządzenie. Jest ono elementem centralnym ze względu na funkcję przetwórczą i w stosunku do hierarchicznie wyższych (np. wydziałów produkcyjnych) oraz niższych (np. zespołów maszynowych) (Diakun, 2005). Systemowa analiza materialnej struktury urządzeń przetwórstwa spożywczego, które w zależności od charakteru oddziaływań na obrabiany surowiec dzielone są na maszyny lub aparaty, najczęściej jest przedstawiana w postaci schematu (rys. 1), na którym prostokąty obrazują elementy danego urządzenia. Element struktury jest to pojęciem bardzo szerokim i może dotyczyć tak samych części, jak i podzespołów czy zespołów mechanicznych, układów elektrycznych, które razem tworzą (realizują) cel istnienia urządzenia, czyli spełniają jego funkcję. Powiązane są ze sobą relacjami w postaci strzałek (patrz rys. 1), co symbolicznie przedstawiono zachodzącymi na siebie elipsami, w innej konwencji zapisu systemowego (rys. 6 i rys. 7).



Rys. 6. Przykładowe systemowe materialne struktury maszyn z centralnym wyróżnieniem zespołu roboczego (organu roboczego) (Dutkiewicz i Słowiński, 2013)

Fig. 6. Model system financial structures of machines with the center distinction of working team (of working body) (Dutkiewicz i Słowiński, 2013)

Maszyną nazywamy urządzenie, wykorzystujące mechaniczne ruchy w celu przekształcenia energii, materiałów i informacji w celu zmniejszenia lub wyeliminowania pracy fizycznej i umysłowej człowieka. W maszynach technologicznych następuje mechaniczne oddziaływanie na surowiec, w wyniku którego następuje zmiana jego cech użytkowych, formy, wymiarów i innych fizyko-mechanicznych wskaźników. Ich charakterystyczną, najważniejszą dla realizacji celu istnienia składową stanowi, najczęściej ruchomy, organ wykonawczy (zespół roboczy), który realizuje mechanizm z zewnętrznym napędem, zastępując pracę ręczną. Na rzecz funkcji zespołu roboczego działają wszystkie zespoły w tym charakterystyczny dla maszyn układ przeniesienia napędu (zespół napędu).



Rys. 7. Przykładowe systemowe materialne struktury aparatów z centralnym wyróżnieniem komory reakcyjnej (Dutkiewicz i Słowiński, 2013)

Fig. 7. Model system financial structures of apparatuses with singling the reactionary chamber out (Dutkiewicz i Słowiński, 2013)

W aparatach realizowane są procesy fizyczne, fizykochemiczne, chemiczne lub biochemiczne, mające na celu zmianę własności substancji, biorących udział w tym procesie. W aparatach, które w procesach biotechnologicznych nazywane są reaktorami, cechą charakterystyczną, najważniejszą dla realizacji celu ich istnienia, jest występowanie zamkniętej przestrzeni zwanej komorą reakcyjną (rys. 7). W komorze tej bowiem realizowany jest sposób ich działania. W tej przestrzeni stwarzane są wymagane parametry ciśnienia, temperatury, szybkości przepływu, parowania itp. Wszystkie zespoły pracują na rzecz możliwości realizacji procesu w komorze reakcyjnej. Aparaty wyróżniają się tym, że posiadają zespoły konwersji energii (zwykle wy-

mienniki ciepła) - Coraz częściej występują urządzenia „hybrydy”, stanowiące kombinacje maszyn i aparatów.

Poznanie sposobu działania organu roboczego maszynie lub komory reakcyjnej w aparacie jest w zasadzie tożsame z poznaniem sposobu działania urządzenia i określa pojęcie jego formalnej struktury. Zbiór funkcji cząstkowych tworzy funkcję (cel) urządzenia i odpowiednio składowych elementów materialnych urządzenia. W celu przedstawienia, że struktura ma dwa znaczenia pojęciowe, stosowane jest zestawianie związków ich funkcji cząstkowych z elementami materialnej struktury maszyn lub aparatów w układzie tabelarycznym - tabela 1.

Funkcja – cięcie klinowe określa cząstkową funkcję i rodzaj jej wykonania. Stanowi element formalnej struktury i wpływa również na powstanie sposobu, który ujawnia formalna struktura, a noże tarczowe, ustawione pod kątem 90°, stanowią element struktury materialnej do jej realizacji. Pokazuje to związek formalny pomiędzy tymi pojęciami.

### Surowcowe źródła kreacji sposobów działania urządzeń

W systemowych ujęciach, ukierunkowanych na poszukiwanie źródeł takich pojęć jak funkcja urządzeń i sposób ich działania, surowiec traktujemy nie tyle, jako rodzaj materiału do przetworstwa, jaki przykładowo stanowią; zboże, warzywa, owoce, ryby i inne, ale jako nośnik, istniejących w nim właściwości, cech, i charakterystyk, wykorzystywanych w ich powstawaniu.

Systemowa struktura surowca tak samo jak urządzenia do jego przetwarzania ma dwa różne znaczenia, które określają ich struktury materialne i formalne, wynikające z różnych aspektów prowadzonej analizy. Analizy („od ogółu do szczegółu”) systemowych ujęć urządzeń technologicznych przetworstwa spożywczego, ukazują związki elementów materialnych struktur, jakie stanowią właściwości surowca, elementy składowe urządzeń, w tym narzędzia robocze i komory reakcyjne, oraz wykorzystywane przyrodnicze zjawiska, czyli transfery energii, pędu, ciepła i masy z elementami formalnych struktur - ich funkcjami (celami) i sposobami działania. Maszyny i aparaty są narzędziami zmieniania przetwarzanych surowców stąd należy wnioskować, że zarówno ich funkcje jak i sposoby działania tkwią w ich właściwościach.

Tabela 1. Przykładowe zestawienie elementów składowych struktur: formalnej i materialnej

Table 1. Examples of putting together building blocks of structures: formal and material

Struktura formalna (inaczej funkcja) The formal structure (otherwise function)	Struktura materialna (inaczej sposób) The structure of the material (different way)
Załadunek; Loading	Zasyp grawitacyjny rynną, przenośnikiem ślimakowym; Feeding gravity chute, screw conveyor
Transport surowca; Transport of raw material	Przenośnik taśmowy, ślimakowy, w uchwytych; Belt conveyor, screw, in brackets
Cięcie klinowe; Cutting wedge	Noże tarczowe pod kątem 90°; Circular knives at an angle of 90°
Wyładunek; Unloading	Ślimak wyładowniczy, rynna wyładownicza itp. Unloading screw, discharge chute, etc.

Maszyny i aparaty spełniają określoną funkcję tożsamą z celem realizowanych przez nie jednostkowych procesów (w literaturze spotyka się także określenie „jednostkowych operacji”). Zarówno funkcje urządzeń jak i sposoby ich działania mają związki z surowcem. Ścisłej z jego właściwościami, najczęściej różnymi dla każdego wymienionych pojęć, które powstały w ludzkich umysłach w wyniku świadomego działania, chociaż zdarza się również w wyniku przypadku. Funkcje wyznaczają potrzeby konkretnego jednostkowego procesu technologicznego, który wynika z rodzaju przetwarzanego surowca, ściślej jego różnorodnych właściwości. Stąd też występuje związek między pojęciem funkcja urządzenia i określoną właściwością surowca.

W maszynach jak i aparatach realizowane są różne sposoby ich pracy, do których wynalazienia wykorzystywana była wiedza, wyjaśniająca zjawiska przyrody o charakterze fizycznym (mechanika), chemicznym i biologicznym, jak i znajomość właściwości i cechy surowców (fizycznych, chemicznych, biotechnologicznych, technologicznych i innych).

W podręczniku inżynierii przetwórstwa spożywczego, jak i monografii pt. „Właściwości fizyczne materiałów pochodzenia roślinnego i zwierzęcego”, której autorem był Nuri Mohsenin, wydanej w latach sześćdziesiątych ubiegłego wieku w USA, przedstawiano powiązania właściwości surowców przetwórstwa spożywczego ze stosowanym procesem i oczekiwanym produktem. Znalazły one wyraz w postaci zależności, w której procesowa „odpowiedniość” (S) surowców spożywczych, kojarzona ze sposobem działania maszyny lub aparatu, determinowana jest przez przynajmniej jedną z wielu właściwości surowca, mieszczących się w takich zbiorach cech jak: dostępność (a), geometryczne (g), fizyczne (p), funkcjonalne (f) mechaniczne (m), termiczne (t), elektryczne (e) i inne (Brennan i in., 1968). W tym źródle zostały one zapisane w postaci (1):

$$S = (a + f + p + g + m + t + e + \dots) \quad (1)$$

Zbiór właściwości, opisujący, co przedstawia sobą surowiec (w teorii systemów element), wyraża „odpowiedniość”. W każdym konkretnym przypadku na pierwszy plan występuje tylko jedna jakaś jego „odpowiedniość” – zbiór właściwości oczywistych w danym aspekcie. W przyrodniczych i technicznych systemach w skład takiego zbioru wchodzi: charakterystyki, właściwości obiektu i jego struktury oraz parametry, określające ich wartości.

Z wielu względów, w tym zwłaszcza dla określonego uporządkowania, surowce i produkty spożywcze oraz ich właściwości rozpatrywane są w ujęciu systemowym. Wyraża się to tym, że są one traktowane, jako podsystemy, ponieważ składają się z wielu specyficznych struktur, elementów i sposobów ich wiązań, czyli stanowią zbiór elementów znajdujących się we wzajemnych związkach między sobą, tworząc jedność (Ronsnay, 1982). Pojęcie ogólne właściwości surowców odnoszone jest do cech: plastycznych i merystycznych (policzalnych). Pierwsze wyrażane są opisem słownym i wykorzystywane do tworzenia funkcji urządzeń (dotyczy struktury zewnętrznej i wewnętrznej surowców, kształtów, kolorów i innych cech poznawanych przy pomocy zmysłów). Ogólna zasada procesu technologicznego w przetwórstwie spożywczym, jaką jest konieczność oddzielania części jadalnych surowca od części

niejadalnych i przykładowo przytoczone cechy plastyczne surowców zwierzęcych, takie jak: kości, skóra, łuska ryb, wnętrzności jamy ciała ryb, tworzą funkcje maszyn do: oddzielania kości (separatory mięsno-kostne), odskórzenia, odłuszczenia, patroszenia.

Funkcję maszyny lub aparatu wyznacza potrzeba konkretnego jednostkowego procesu technologicznego, procesu (operacji) wynikającego z sekwencji w realizowaniu sposobu produkcji - technologii przetwórstwa do postaci oczekiwanego produktu. Wynika ona nie tyle z rodzaju przetwarzanego surowca ile z jego właściwości najczęściej wyrażanych cechą plastyczną, która ją wyznacza. W ujęciu systemowym, przedstawionym na rysunku 5, występują więzi między potrzebą określaną sekwencją procesu technologicznego, pojęciem funkcja urządzenia i właściwością surowca (najczęściej cechą plastyczną).

Właściwości, przedstawiające cechy merystyczne, wyrażane są wartościami liczbowymi i odpowiednimi jednostkami pomiaru. Nazywane są właściwościami fizycznymi i odnoszą się do tych, które określone mogą być tylko fizycznymi metodami pomiaru bez niszczenia ich struktury chemicznej i składu materiału. To właśnie one są wykorzystywane do tworzenia sposobów działania urządzeń. Podkreślić jednak należy, że za każdym razem, kiedy używane jest pojęcie, wykorzystanie „właściwości surowca” do tworzenia sposobu działania, wyrażany jest pewien skrót myślowy, bowiem faktycznie sposób może powstać tylko kiedy występuje różnica wielkości (wartości) tej samej właściwości składowych elementów przetwarzanego surowca lub surowców. Powyższe odnosi się zarówno do sposobów realizowanych w maszynach jak i aparatach.

Przykładowo, aparaturowy sposób rozdzielania mieszaniny alkoholu etylowego i wody, nazywany destylacją, jest stosowany, bowiem występuje różnica temperatur przejścia fazowego (wrzenia) odpowiednio 78,3°C i 100°C przy normalnym ciśnieniu atmosferycznym. Możliwość powstania sposobu mechanicznego procesu oddzielania mięsa od kości zwierząt wynika z występowania różnicy wartości jednostkowych sił ich cięcia (przykładowo dla ryb - mięso 2N a kości 25N).

Surowce i produkty w przetwórstwie spożywczym są traktowane (rozpatrywane), jako systemy. W ujęciu systemowym ważnymi właściwościami fizycznymi surowców są stany ich skupienia (fazy), które w „czystej” postaci występują, jako stan: stały, ciekły i gazowy. Rozróżnia się systemy jednorodne (homogeniczne) i niejednorodne (heterogeniczne), do których zaliczamy surowce i produkty spożywcze. Heterogeniczne (niejednorodne, dyspersyjne) systemy składają się z kilku faz lub składników, oddzielonych jeden od drugiego powierzchniami rozdziału ze ściśle ustalonymi, występującymi w nich środkami kontroli. Najogólniejszą cechą każdego niejednorodnego systemu, jest występowanie, co najmniej dwóch faz. Do nich zaliczamy surowce i produkty spożywcze. Przykładami niejednorodnych systemów mogą być: zawiesiny, emulsje, piany, pyły, owoce, zboża, ryby, mięso, itp. Do niejednorodnych produktów (twardych) wchodzi przykładowo: chleb, wyroby cukiernicze, skóra, ziarno i inne.

Do rozdziału faz niejednorodnych systemów wykorzystywane są przykładowo następujące właściwości (cechy):

- różnice gęstości składowych niejednorodnych systemów,
- różnice właściwości magnetycznych,
- różnice właściwości elektrycznych,
- zatrzymywanie cząstek fazy dyspersyjnej na twardych przegrodach i inne.

Bez istnienia wymienionych, jak i innych, właściwości (cech merystycznych) a właściwie różnic ich wartości, żadne sposoby działania nie mogłyby zaistnieć. W sposobach, rozdziału jednorodnych systemów na składniki, takich jak: ekstrakcja, odparowanie, destylacja, desorpcja, kondensacja, suszenie, filtracja i odwrócona osmoza, krystalizacja, osadzanie), realizowanych w komorach reakcyjnych aparatów, wykorzystywane są odpowiednio następujące właściwości (cechy), w omawianym kontekście zwróćmy uwagę na słowo różnice:

- różnice w rozpuszczalności cieczy w cieczach,
- różnice temperatur przejść fazowych np. w destylacji składników,
- zmiany rozpuszczalności substancji stałych w cieczy,
- zróżnicowanie wilgotności agentów suszących przy zmianie parametrów zewnętrznych,
- zatrzymywanie cząstek stałych na membranach w procesie ultrafiltracji (różnica wielkości).

Przykładami fizycznych właściwości surowców wykorzystywanych do tworzenia sposobów działania maszyn są: różnice jednostkowych sił krojenia mięsa i kości, skóry, łuski, i w owocach miąższu i pestek w wykorzystane w maszynach do separacji, różnice wymiarów, masy, koloru, kształtu osobniczego surowców, wykorzystywane w maszynach do sortowania wielkościowego i gatunkowego, różnic ciężarów właściwych składników mieszanin, wykorzystywane w wirówkach rozdzielczych, różnice współczynników tarcia ryb „z łuską i pod łuską” dla orientacji ich położenia i transportu i tym podobne. W wymienionych wyżej publikacjach przedstawiono dziesiątki tego rodzaju przykładów.

O roli i znaczeniu właściwości i cech surowców w powstawaniu wynalazków i „know-how” świadczą analizy opisów patentowych, zastrzegających prawne pierwszeństwo autorskie zgłaszanych sposobów działania. Istota sposobu zastrzeganego w wynalazku najczęściej wiąże się ściśle z wykorzystaniem określonej fizycznej właściwości surowca w maszynach i cech (charakterystyk) surowca w aparatach. W wynalazkach dotyczących sposobu działania urządzeń prawie zawsze znajduje się odniesienia dotyczące wykorzystania właściwości przetwarzanych surowców. Wynalazkiem jest wymyślenie nowego urządzenia, bądź oryginalnej technologii wytwarzania czegoś (procesu). Trudniejsze od uzyskania i wyżej cennie są wynalazki dotyczące procesu niż rozwiązania konstrukcyjne. Inną formą ochrony wiedzy, znajdującej aplikacje w przemyśle, jest coraz częściej „know-how”, obejmującej również wyniki badań właściwości fizycznych surowców i produktów, upowszechniane na podstawie tzw. licencji. Jest to bowiem wiedza niejawną, która obejmuje całokształt doświadczeń, praktyk i procedur, jakie przedsiębiorca zdobył w trakcie prowadzenia działalności i w sposób znaczący odróżnia daną technologię od stosowanych przez konkurencyjne firmy. Opisy patentowe wynalazków odzwierciedlają najbardziej aktualny stan techniki i powinny być traktowane, jako oficjalne, pierwotne, źródło informacji. W innych pu-

blikacjach, wykorzystywanie właściwości surowców do tworzenia sposobów działania nowych maszyn i aparatów, nie znajduje dostatecznego odzwierciedlenia. Najczęściej ograniczają się one do zagadnień projektowania, opisów działania i konstrukcji ich materialnych struktur.

Rola właściwości surowców w tworzeniu sposobów działania maszyn i aparatów przetwórstwa spożywczego znajduje odzwierciedlenie w przedstawionej systemowej strukturze tworzenia sposobów ich działania (rys. 5), która stanowi klucz w poszukiwaniu związków pomiędzy elementami systemu, wyrażającego istotę procesu twórczego w umyśle ludzkim, jaki każdorazowo musi nastąpić dla stworzenia nowego (oryginalnego) sposobu działania maszyny lub aparatu. W procesie poznawania, kiedy jest już znana materialna struktura urządzenia i cel jego istnienia i sposób przetwarzania surowca, dla identyfikacji wykorzystywanej właściwości surowca, stosowane może być postępowanie odwrotne.

Nowy sposób powstaje, gdy znane (zadane) są funkcje (cel) urządzenia, w myślowym procesie, polegającym na skojarzeniu możliwości wykorzystania znanej właściwości fizycznej lub fizyko-chemicznej surowca (jednej lub kilku), a ściślej różnic wartości tych właściwości w poszczególnych składnikach surowca, przez już znany lub wynaleziony nowy organ roboczy (narzędzie) maszyny lub komorę reakcyjną aparatu. Pierwotnymi są zawsze byty umysłowe (funkcje urządzeń i sposoby ich realizacji powstają w umysłach człowieka) i stanowią informacje, warunkujące tworzenie (budowania) struktur - bytów materialnych.

Udowodniono, że powstawanie nowości jest wynikiem łączenia istniejących już elementów lub podobnych, które pozornie nie mają ze sobą nic wspólnego w nowe całości, mogące spełniać użyteczne funkcje. Umysł ludzki buduje z tych elementów (poprzez analogię) nową całość, mogącą stanowić odkrycia naukowe, wynalazek i innego rodzaju rozwiązanie (Słowiński i Dutkiewicz, 2016). W systemowych strukturach, przedstawiających czynniki procesów technologicznych i realizujących je maszyn i aparatów, występują: surowce, energia, informacja i procesy podstawowe (rys. 2 i rys. 4). W tym ujęciu surowce, stanowią nie ich rodzaj, a zbiór ich wykorzystywanych właściwości. W przedstawianym kontekście maszyny i aparaty są strukturami realizacji wymyślonych przez człowieka sposobów (technologii). Stworzenie sposobu polega, upraszczając, na odnalezieniu nieznanych dotychczas relacji między elementami występującymi w obydwu zbiorach bytów (umysłowego i materialnego) maszyny/aparatu, dla którego realizacji jest on wymyślany. Procesy twórcze nie poddają się formalizacji i algorytmizacji. Działania tego typu mogą być realizowane tylko w umyśle ludzkim, co najwyżej ze wspomaganiami komputerowymi i wykorzystaniem komputerowych baz danych.

## Podsumowanie

Zaprezentowane ujęcie systemowe, stosowane dla osiągnięcia celów poznawczych, metodycznych i użytkowych, stanowić może przykład integrowania rozległego obszaru wiedzy, inżynierii maszynowych i aparaturowych procesów przetwórstwa spożywczego. Wiedzy opartej na ciągłym poznawaniu właściwości surowców i produktów spożywczych, powstałej w ciągu długich lat trwania procesu zbierania



doświadczeń w poszczególnych branżach przetwórstwa spożywczego i tworzenia ich uogólnień. W łagodzeniu skutków dyferencjacji (rozproszenia) wiedzy niezbędnym stało się jej systematyzowanie i integrowanie. Obiektywną podstawę integrowania wiedzy stanowi jedność otaczającego nas świata, ogólne właściwości materii i prawa jej przenoszenia, jak ogólnie nazywane są prawa wymiany.

W systemowym ujęciu urządzeń przetwórstwa spożywczego nie zawsze znajduje swoje odzwierciedlenie struktura formalna systemu, którą wyraża sposób ich działania, odniesiony do surowcowych źródeł jego powstania. W jego tworzeniu wykorzystywane są właściwości lub cechy przetwarzanego surowca jak i zjawiska przyrody. Takiego ujęcia najczęściej nie znajdujemy w przedstawianiu maszyn, inaczej niż to ma miejsce w podręcznikach poświęconych inżynierii procesów aparaturowych przetwórstwa spożywczego, w których sposoby ich działania ujawniają taką strukturę formalną.

Systemowe ujęcie maszyn i aparatów produkcji żywności (ich analizy funkcjonalne, strukturalne i inne) pomaga ujawniać związki pomiędzy: właściwościami surowców, wykorzystywanym przyrodniczym zjawiskiem (konkretyzowanym przez pojęcie procesu podstawowego) i może stanowić jedną z metod poznawczych w identyfikacji sposobów działania istniejących urządzeń przetwórstwa spożywczego, a także w kształtowaniu myślenia w procesie kreacji nowych. Takie rozumowanie ma na celu pomóc w całościowym spojrzeniu na zagadnienie rozwiązywania problemu i stosowania do tego znanych metod, w tym potężnego narzędzia myśli ludzkiej, jaką, między innymi, jest analogia.

Inspiracją powstania publikacji było rozwinięcie tego poglądu z przesłaniem, aby został on uwzględniony w ukierunkowaniu syntez, integrujących wiedzę w ramach przedmiotu inżynieria procesowa przetwórstwa spożywczego, wspomagających dydaktykę. W Stanach Zjednoczonych Ameryki używane jest metaforyczne pojęcie „mapy drogowej”, którego przesłanie zawiera wskazanie, że nie należy uczyć się, jak dojechać do konkretnej miejscowości, bo studiując najczęściej jej nie znamy. Należy nauczyć się głównie korzystania z mapy, dzięki której możemy dojechać do każdego wyznaczonego celu (Dutkiewicz i Dowgiałło, 2006).

Dotychczas wciąż nie potrafimy formalizować i algorytmizować procesu powstawania nowych idei, naukowych odkryć, ani wynalazków, będących pochodną zaistnienia potrzeb, przypadku lub pomyłki (Słowiński, 2007). Stworzono jednak metody postępowania znacznie podnoszące efektywność działań zmierzających do ich kreacji. Mają one ważne znaczenie bowiem jeszcze do nie tak dawna po-

wszechnie uważano, że kreatywnym trzeba się po prostu urodzić, jest to bowiem cecha charakteru (Adair, 2008).

## Bibliografia

- Adair, J. (2008). *Sztuka twórczego myślenia. Źródła innowacji i świetnych pomysłów*. Wyd. Wolters Kluwer, Warszawa. ISBN: 978-837-526-648-1.
- Brennan, J. (1968). *Food engineering operations*. Elsevier Publ. Co.
- Cempel, Cz. (2005). *Nowoczesne zagadnienia metodologii i filozofii badań*. Radom, Wyd. Instytut Technologii i Eksploatacji. ISBN: 978-837-204-324-8.
- Diakun, J. (2016). Rozprawa – suita – o projektowaniu. *Inżynieria Przetwórstwa Spożywczego IPS* 2(18), 5 – 9.
- Diakun, J. (2005). *Eksploatacja w praktyce inżynierskiej przemysłu spożywczego*. Wyd. Uczelniane Politechniki Koszalińskiej. ISBN: 978-3-527-32528-3.
- Dutkiewicz, D., Dowgiałło, A. (2006). Wykorzystanie właściwości fizycznych surowców rybnych w rozwoju mechanizacji ich obróbki. *Inżynieria Rolnicza*, 7, 133-144
- Dutkiewicz, D. (2012). Systemowe i holistyczne aspekty integrowania wiedzy dla potrzeb nauczania inżynierii procesowej przetwórstwa spożywczego. *Inżynieria Przetwórstwa Spożywczego*, 3(3), 11-14.
- Dutkiewicz, D., Słowiński, B. (2013). Systemowa integracja zróżnicowania surowców, maszyn i aparatów przetwórstwa spożywczego. *Postępy Techniki Przetwórstwa Spożywczego*, 2.
- Gawrysiak, M. (1998). *Edukacja metatechniczna*. Radom, Monografia 32, Wydawnictwo Politechniki Radomskiej
- Haman, J. (1989). *Właściwości fizyczne surowców a problemy projektowania maszyn spożywczych*. Zeszyty Problemowe Postępów Nauk Rolniczych, z. 355 PWN.
- Lewicki, P., Lenart, A., Kowalczyk, R. (1982). *Inżynieria procesowa i aparatura przemysłu spożywczego*, WNT, Warszawa. ISBN: 978-832-043-227-8.
- Pink, D.H. (2011). *Drive: the surprising truth about what motivates us*. Riverhead books Penguin Group (USA) Inc. ISBN: 978-159-448-884-9.
- Rosnay, J. (1982). *Makroskop*. Warszawa, Wyd. PIW. ISBN: 978-830-600-708-5.
- Słowiński B. (2007). *Wprowadzenie do nauki o technice*. Koszalin, Wyd. Politechniki Koszalińskiej (wydanie elektroniczne broneks.net). ISBN: 978-83-7365-154-8.
- Słowiński, B., Dutkiewicz, D. (2016). Analogia jako systemowe narzędzie inspirowania nowatorskich pomysłów i rozwiązań. *Postępy Techniki Przetwórstwa Spożywczego*, 1.
- Stachowiak, L. (2009). *Istnienie sfery duchowej i materialnej* <http://www.racionalista.pl/forum.php/s.243235>. dostęp 25.05.2015

Praca przedstawiona była w formie wykładu plenarny na XVII Konferencji Budowa i Eksploatacja Maszyn Przemysłu Spożywczego „BEMS” 2016, Białowieża 21-23.09. 2016.

**Daniel Dutkiewicz, Jarosław Diakun**

Politechnika Koszalińska

Katedra Procesów i Urządzeń Przemysłu Spożywczego

ul. Raclawicka 15/17 75-620 Koszalin; e-mail: [jaroslaw.diakun@tu.koszalin.pl](mailto:jaroslaw.diakun@tu.koszalin.pl)

**Bronisław Słowiński**

Politechnika Koszalińska

Zamiejscowy Wydział Przemysłu Drzewnego w Szczecinku

Ul Pilska 2 78-400 Szczecinek Tel. 660 560 340; e-mail: [broneks@poczta.fm](mailto:broneks@poczta.fm)