

Józef SZYMCZYK

Instytut Techniki Ciepłej

ROZUMIENIE POJĘĆ MATERII I SUBSTANCJI  
W HISTORII ROZWOJU NAUKI

**Streszczenie.** W pracy autor krytykuje definicje pojęć materii i substancji, które funkcjonują obecnie w polskiej literaturze dotyczącej termodynamiki fenomenologicznej. Jednocześnie przedstawiono kształtowanie się tych pojęć w historii nauki europejskiej.

1. Wstęp

Termodynamika - jak twierdzi C. TRUESDELL [6] - rodziła się w chaosie metafizycznych i irracjonalnych sporów i posiada w dalszym ciągu niewłaściwe słownictwo, które pozostaje do uporządkowania dla obecnych i następujących pokoleń termodynamików. Próbę doskonalenia pojęć termodynamicznych w języku polskim podjął Stanisław OCHĘDUSZKO [4] zwłaszcza w ostatnich latach swojej działalności naukowej. Dalsze wysiłki w tym zakresie podejmowane były na kolejnych Zjazdach Termodynamików. Na jednym z nich "uzgodniono" określenie pojęć materii i substancji. Obecnie w różnych podręcznikach z termodynamiki można spotkać różne definicje typu: "rzeczywistość przyrodniczą, czyli materię dzieli się na materię polową (pole grawitacyjne, elektryczne, magnetyczne) i na materię o budowie molekularnej czyli substancję" [3].

Definicja ta zgodna jest z poglądem na strukturę materii, jaki ugruntowany był w fizyce w połowie dziewiętnastego wieku. Było to wtedy, gdy M. FARADAY wprowadził do fizyki pojęcie pola sił, a I.C. MAXWELL opisał matematycznie pole elektromagnetyczne. Z opisu tego wynika, że energia może być przeniesiona również przez pole. Szczególna teoria względności stworzyła dalsze podstawy dla rozróżniania dwóch rodzajów materii: korpuskularnej posiadającej masę spoczynkową i strukturę nieciągłą (atomistyczną), i polowej mającej strukturę ciągłą i nie posiadającej masy spoczynkowej. Poglądy te tkwiły korzeniami w poglądach filozoficznych KARTEZJUSZA, który wyróżnił dwie zasady konstytuujące całą rzeczywistość przyrodniczą: substancję myślącą i substancję rozciągłą. Uproszczenie KARTEZJUSZA, niezwykle korzystne dla rozwoju mechaniki, przyczyniło się jednak do tak zwanego kryzysu fizyki pod koniec XIX w. Za pomocą pojęcia materii cechującej się rozciągłością, nieprzenikliwością i bezwładnością trudno było opisać

wszystkie obserwowane zjawiska. Szczególnie odkrycia dotyczące atomu i natury promieniowania elektromagnetycznego zachwiały kartezjańsko-newtonowskim modelem materii. Twórcy fizyki zmuszeni byli od podstaw przemyśleć problem struktury budowy materii. Inspiracji i szerszych uzasadnień swych teorii szukali u innych filozofów przeszłości, bowiem pojęcia substancji i materii funkcjonują w nauce europejskiej od dwu i pół tysiąca lat.

## 2. Pogląd fizyki współczesnej na budowę materii

Fizyka klasyczna (dziewiętnastowieczna) rozróżniała dwa rodzaje materii: korpuskularną (substancję) i falową (pole elektromagnetyczne). Trudności wyjaśnienia energetycznego rozkładu promieniowania ciała doskonale czarnego zmusiły M. PLANCKA pod koniec XIX w. do przyjęcia nieciągłej (korpuskularnej) struktury promieniowania. Następnie stwierdzono dla innych zjawisk (fotoelektryczne, Comptona) całkowitą sprzeczność obserwowanych zależności z falową teorią światła. Kiedy L. de BROGLIE (1924) wprowadził pojęcie fal materii, a C.J. DAVISSON i L.H. GERMER zaobserwowali dyfrakcję elektronów, stało się jasne, że foton posiada te same właściwości co proton, elektron, czy neutron. W niektórych przypadkach zachowanie fotonów (np. rozproszenie kwantów gamma) można opisać za pomocą mechaniki NEWTONA. Hipoteza de BROGLIE'ego o falach materii stała się punktem wyjścia dla współczesnych poglądów na strukturę materii. Powstała na gruncie tej hipotezy mechanika kwantowa oraz ogólna teoria względności wyjaśniły, że większość właściwości przypisywanych korpuskułom można przypisać polom fizycznym. Zresztą we wszystkich znanych zjawiskach uczestniczą równocześnie obie formy materii. Wszystkie ogólne prawa fizyki dotyczą całych układów pól i cząstek. Dualizm falowo-korpuskularny jest uznawany obecnie za podstawową właściwość materii. Zagadnienie ciągłości i nieciągłości materii rozwiązuje zasada komplementarności BOHRA [1]. Obecny model budowy materii to synteza pola (ciągłości) i cząstki (nieciągłości). W kwantowej teorii pola przyjmuje się, że cząstki otoczone są polami siłowymi. Wprowadzanie w tej teorii wprowadza się pojęcie gołej cząstki (pozbawionej zdolności do oddziaływania), tym niemniej w rzeczywistości nigdy takiej cząstki nie obserwowano. Jest to pojęcie czysto teoretyczne. Tak więc podział na tak zwaną substancję i materię polową jest sztuczny w świetle obecnych poglądów na budowę materii i dlatego w fizyce i chemii dziewiętnastowieczne pojęcie substancji jest zastępowane przez pojęcie materii, rozumiane w świetle kwantowej teorii pola. Lepsze zrozumienie pojęć: substancji i materii może być osiągnięte przez analizę kształtowania się tych pojęć w historii nauki.

### 3. Pojęcie materii od TALESA (624-547 p.n.e.) do PLATONA (427-347 p.n.e.) [5]

Za pierwszego twórcę teorii naukowej w nauce europejskiej uważa się filozofa jońskiego TALESA, który nie uprawiał mitologii, a stosował metodę naukową (obserwacja, rozumowanie, doświadczenie). Przedmiotem zainteresowań TALESA jak i jego bezpośrednich następców była przyroda. Głównym zaś pytaniem, jakie stawiali sobie, było: co jest materią pierwszą? TALEŚ twierdził, że wszystko powstało z wody i z wody się składa. Rodacy TALESA: ANAKSYMANDER (610-547) i ANAKSYMENES (585-525) rozszerzyli jego poglądy. Interesowało ich nie tylko, co było na początku, ale to, co jest i co będzie. ANAKSYMANDER zaczął to nazywać "arche" ( $\alpha\rho\chi\eta$ ), które z czasem przekształcało się w "naturę" i następnie "naturę rzeczy", a oznaczało: prawo, zasadę, ład kosmiczny, które rządzą zjawiskami. Przez naturę ANAKSYMANDER rozumiał nie jeden z żywiołów, ale naturę bezgraniczną "bezkres" ( $\alpha\pi\tau\epsilon\iota\sigma\omicron\nu$ , apeiron), z którego powstają zjawiska i przedmioty dostępne poznaniu. Przyroda powstaje z bezkresu, który traci swą nieokreśloność. Dzieje się to w wyniku wyłaniania przeciwieństw, co powoduje wieczny ruch. Posługując się apeironem zbudował pierwszą kosmogonię, wyjaśniając różne stany skupienia ciał, pojęcia "ciepła" i "zimna" i inne przeciwieństwa, które wyłoniły się z bezkresu. ANAKSYMENES bezkres utożsamiał z powietrzem. HERAKLIT (VI/V w.) z Efezu ogień uważał za przyczynę materialną wszystkich rzeczy i zjawisk, prapierwiastek, który jest zarazem i materią i siłą napędową procesów. Podstawową właściwością materii według HERAKLITA jest jej zmienność (wariabilizm) i relatywizm. Nic nie ma własności stałych i bezwzględnych, wszystko się zmienia. Zmiany te są ciągłe i nie ma wyraźnej granicy między przejściami. Nie może być początku czy końca. Świat jest układem płynnym, niejasnym, dynamicznym, jest procesem, jest żywym ogniem. Najlepszym obrazem rzeczywistości jest rzeka. W tej powszechnej zmienności jedyną stałą zasadą jest ogień, z niego wszystko powstaje i w ogień wszystko na powrót się obraca. Zmiennością światła jak i człowiekiem kieruje rozum - LOGOS ( $\lambda\omicron\gamma\omicron\varsigma$ ). W. HEISENBERG uważa [2], że poglądy HERAKLITA są bardzo zbliżone do poglądów fizyki współczesnej, jeśli słowo "ogień" zastąpi się pojęciem energia. Twierdzi, że z energii utworzone są cząstki elementarne, a więc atomy i wszystkie rzeczy. Jednocześnie jest ona tym, co powoduje ruch. Dla HEISENBERGA energia jest substancją, ponieważ podlega prawu zachowania, a liczne doświadczenia przekonują, że z niej mogą powstać cząstki elementarne. W tym samym czasie, w którym tworzy HERAKLIT, w Elei powstaje całkowicie przeciwna filozofia natury, której twórcą jest PARMENIDES (VI/V w.). Głosiła ona stałość, jako podstawową cechę natury. PARMENIDES stosując dialektyczną metodę filozofowania - dedukcyjne rozumowanie - dochodził do wniosku, że istnieje tylko jeden byt (to, co jest), nie ma natomiast stawiania ani przemijania. To, co wydaje się być różnorodnością i zmiennością, jest złudzeniem poznania zmysłowego. KSENOFANES (580-480) za zasadę przyrody uważał ziemię. Próbę pogodzenia HERAKLITA z PAR-

MENIDSEEM był pluralizm EMPEDOKLESA (490-430). Dla prostych rzeczy stosował zasadę jedności i stałości PARMENIDESA, zaś naturę rzeczy złożonych wyjaśniał zasadą zmienności HERAKLITA. Twierdził, że jest tylko mieszanie i wymiana tego, co pomieszane. Przyjął cztery składniki świata: wodę (TALES), powietrze (ANAKSYMENES), ogień (HERAKLIT) i ziemię (KSENOFANES). Nazywał je "korzeniami wszechrzeczy", a z czasem przyjęła się nazwa żywiołów i wreszcie pierwiastków. Pierwiastki łączą się wskutek działania miłości (PARMENIDES), a rozłączają je niezgoda (HERAKLIT). Od pojęcia materii odłącza się pojęcie siły. Cztery pierwiastki napędzane dwoma siłami - to obraz przyrody EMPEDOKLESA. Pierwszy filozof ateński ANAKSAGORAS (500-428) twierdził, że pierwiastków, które nazywał zarodkami, jest wiele, po prostu tyle, ile różnych jakości. Każda rzecz - również żywioły EMPEDOKLESA - składają się z zarodków, które występują w nich w różnych ilościach. To decyduje o jakości ciała.

Jest to więc jakościowa teoria przyrody. W najmniejszej rzeczy znajdują się wszystkie zarodki, a spostrzega się tylko te, które przeważają. Ruch materii nadaje duch ( $\psi\upsilon\lambda\omicron\varsigma$ ), który jest ponad i poza przyrodą. Dotąd zarówno w mitologii greckiej, jak i w nauce, wszystko należało do przyrody, nawet bogowie.

Niewielki krok od poglądów ANAKSAGORASA do atomizmu uczynili LEUKIPPOS i DEMOKRYT (ok. 460-360), którzy uważali, że istnieją tylko atomy (byt) - czyli niepodzielne cząstki - oraz próżnia (jako niebyt), w której atomy się poruszają. DEMOKRYT oparł się na poglądach PARMENIDESA, ale starał się być zgodny z doświadczeniem. Próżnię uznał za realną rzeczywistość, podczas gdy dla PARMENIDESA była ona niebytem. Dla współczesnej fizyki przestrzeń między atomami jest nośnikiem właściwości geometrycznych i kinematycznych, gdyż zgodnie z ogólną teorią względności materia i przestrzeń warunkują się wzajemnie. Dla DEMOKRYTA próżnia istnieje realnie i niezależnie, tak samo jak atomy. Atomy składają się z tej samej substancji, różnią się jedynie kształtem i wielkością, a zatem posiadają tylko różnice ilościowe. Z nich złożone są wszystkie ciała w przyrodzie. Atomy są wieczne, niezniszczalne, nie powstają, ani nie giną, nie ulegają też przemianom. Jest ich nieskończenie wiele. Powszechną właściwością atomów jest ruch, jest on wieczny jak one i jest to jedyna zmiana, jakiej podlegają. Ciała złożone z atomów są więc układami dynamicznymi. Współczesna teoria atomowa wypracowana przez fizykę różni się zasadniczo od poglądów DEMOKRYTA. Atom jest podzielny i składa się z układów mniejszych, zwanych cząstkami elementarnymi, których nie uważa się za wieczne i niezniszczalne, mogą się one nawzajem w sobie przekształcać. Ilość atomów jest ograniczona, jest ich około stu.

DEMOKRYT nie znał pojęcia cząsteczki, nie znał sił oddziaływania (łączył atomy za pomocą zaczepów, haków itp.). O ile dla DEMOKRYTA atomy były najrealniejszym bytem, to dla mechaniki kwantowej są one jedynie hipotezą. Te różnice sprawiają, że niektórzy (HEISENBERG [2], WEIZSACKER [7])

uważają je za tak bardzo istotne, iż twierdzą, że późniejsze poglądy PLATONA i PITAGOREJCZYKÓW są bliższe ideom współczesnej fizyki niż poglądy atomistów greckich.

Atomom i ciałom z nich złożonych DEMOKRYT odmawiał jakości zmysłowych, dlatego też odnosił się sceptycznie do poznania zmysłowego, chociaż głosił postulat doświadczenia. Pewnych wiadomości według DEMOKRYTA dostarczał tylko rozum, który potrafił atomy wykryć. Zjawiska atomiści tłumaczyli przyczynami, które pojmowali za materialne i mechaniczne.

PITAGORAS (570-497) i PITAGOREJCZYCY twierdzili, że "arche" (prawem, zasadą przyrody) jest liczba. Nie potrzebowali więc zarodków, żywiołów i atomów do odpowiedzi na pytanie, jak powstaje świat. Liczby uważali za rzecz pierwszą w całej przyrodzie i dlatego ich pogląd ilościowy na naturę był zgodny z poglądem atomistów. Twierdzili, że rzeczy nie posiadają innych właściwości niż geometryczne, co można wyrazić przez liczbę. Liczbę PITAGOREJCZYCY rozumieli jednak jako przestrzenną wielkość, jako realny kształt - a nie tylko abstrakcję - jako składnik, przyczynę, wzór rzeczy. Była ona czynną siłą przyrody, która wszędzie wywiera swój wpływ. Mówiąc językiem ARYSTOTELESA, za istotny czynnik świata uważali nie materię, ale jej formę. Paradoskalność poglądów PITAGOREJCZYKÓW zmniejsza nie tylko sposób pojmowania liczby, ale przede wszystkim osiągnięcia współczesnej fizyki. "Nie ulega wątpliwości - pisze HEISENBERG [2] - że dla współczesnej teorii kwantów cząstki elementarne można uznać w ostatecznej instancji za formy matematyczne, lecz o naturze bardziej złożonej. Formy matematyczne przedstawiające cząstki elementarne powinny być rozwiązaniem jakiegoś równania wyrażającego wieczne prawo ruchu materii. Jest to problem dotychczas nie rozwiązany. Nie znamy jeszcze podstawowego prawa ruchu materii, nie możemy więc z niego matematycznie wyprowadzić własności cząstek elementarnych. Jednakże, jak się wydaje, fizyka teoretyczna w swym obecnym stadium rozwoju jest dość bliska osiągnięcia tego celu i możemy się spodziewać, jakiego typu prawa należy oczekiwać".

Dla PLATONA (427-347) materia - obok Boga i idei - była trzecią przyczyną przyrody - materialną, obok przyczyn: sprawczej i celowej. Z natury swej była bezkształtna, nieograniczona i nieokreślona, mogła być kształtowana. Połączenie materii i idei dało przyrodę. Przyroda, choć materialna, posiada jednak własności idealne i duchowe. Materia jest jednak źródłem ułomności natury, która jest ograniczona w czasie i przestrzeni. Świat przyrody nie może być rzeczywistością prawdziwą, skoro ma swoją historię: powstaje, ulega przemianom i ginie. Doskonałość musi być wieczna i niezmienna. Nie może posiadać ograniczeń w czasie i przestrzeni. Ponad przyrodę musi istnieć byt prawdziwy, którego cechą jest pełnia i doskonałość, jest to świat wieczny i niezmiennych idei. Naprawdę istnieją tylko idee, a przyroda znajduje się między bytem i niebytem, między istnieniem a nieistnieniem. Rzeczy są jedynie cieniem idei. Idee są. O rzeczach można powiedzieć, że tylko stają się.

#### 4. Arystotelesowskie pojęcie substancji, materii i formy [5], [7]

ARYSTOTELES (384-322 p.n.e.) uważał, że substancją mogą być jedynie konkretne rzeczy, a składają się one z formy i materii. Stół jest z drewna (greckie hyle = materia, oznacza drewno). Drewno jest materią stołu, ale stół nie jest drewnem, tylko drewnianym stołem. Stół jest istotą, formą stołu. Stół jednak musi z czegoś być. Jeżeli jest w umyśle stolarza, to jest tylko abstrakcją. Podobnie jest z materią, gdyby była bez formy, byłaby wtedy tylko zasadą filozoficzną i nie można by jej poznać, gdyż poznaje się tylko formę. Drewno też ma formę, składa się z żywiołów (atomów - mówiąc językiem współczesnym). Dla DEMOKRYTA materia pierwsza - atomy - posiada niekwestionowaną formę, jest bytem. Dla ARYSTOTELESA atomy były abstrakcją, zasadą filozoficzną. Fizyka współczesna w ostatnim czasie kontynuuje tradycje atomizmu i dlatego bytem w fizyce dwudziestowiecznej jest pojęcie materii. Pojęcia substancji używa się dla określenia jakościowych właściwości materii. Przykładowo, w chemii stosuje się pojęcie substancji czystej. Teorie ośrodków ciągłych - w tym również termodynamika fenomenologiczna - uważają, że to, co wypełnia przestrzeń, posiada niekwestionowaną formę, jest materią. Ogólne, pojęciowe, gatunkowe właściwości rzeczy (które mogą istnieć tylko jako coś, co przysługuje konkretnym przedmiotom) nazywał ARYSTOTELES formą, a pozostałe materią. Materia ze swej natury to coś nieuformowane i nieokreślone i tak powstało pojęcie materii: jako nieokreślone podłoże zjawisk. Ale ARYSTOTELES nie był konsekwentny w stosowaniu tego pojęcia, bo czasami drewno, marmur, czy brąz nazywał materią. Podobną niekonsekwencję wykazywał w stosunku do pojęcia substancji, którą czasami utożsamiał z formą, a wynikało to z tego, że chociaż materię i formę uważał za niezbędne składniki substancji, to jednak forma była dla niego składnikiem ważniejszym. Forma dla ARYSTOTELESA była odpowiednikiem pojęcia przedmiotu, istotą rzeczy, tym, co jest poznawalne. A dla poznania właściwości rzeczy ARYSTOTELES stosował cztery zasady wyjaśniania: oprócz materii i formy poszukiwał w nich przyczynę sprawczą oraz cel każdego przedmiotu. Zarówno przyczynę sprawczą jak i cel widział w formie i dlatego trzy zasady sprowadził do jednej: forma jest siłą działającą celowo. ARYSTOTELES uważał, że istnieją te same przyczyny ruchu (czyli aktualizowania się potencji): sprawcza, formalna, materialna i celowa. Forma jest zatem czynnikiem pojęciowym (tym, co poznaje się), ale jest także czynnikiem aktywnym (kształtującym).

Naturę formy, jej działanie nazywał energią ( $\epsilon\nu\epsilon\rho\upsilon\tau\epsilon\iota\alpha$ , łacińskie: actus, akt) i uważał działanie za istotę bytu. Materia zaś była tylko potencją (możliwością), dyspozycją. U ARYSTOTELESA kształtuje się więc późniejsze rozumienie pojęcia substancji (istota, podłoże, podmiot). Uznanie jakościowych właściwości rzeczy - należących do formy - za bardziej istotne od ilościowych okazało się szczególnie tragiczne dla fizyki. Wobec powagi ARYSTOTELESA zapomniano przez dwa tysiące lat o ilościowym badaniu przyrody

(zapoczątkowanym przez PLATONA i PITAGOREJCZYKÓW) i o przyczynowym traktowaniu zjawisk (DEMOKRYT), a obraz świata budowano w oparciu o poznanie zmysłowe. Dopiero KOPERNIK, GALILEUSZ, KARTEZJUSZ i NEWTON w pełni przezwyciężyli poglądy ARYSTOTELESA.

##### 5. Poarystotelesowskie pojęcie materii i substancji [5]

Nauka grecka od TALESA do ARYSTOTELESA wytworzyła tak dużą ilość poglądów na otaczającą człowieka rzeczywistość, że następcy zmuszeni byli nawiązywać do osiągnięć myślicieli tego okresu. STOICY (300 p.n.e. do 200 n.e.) substancję pojmowali jak ARYSTOTELES, widząc w niej pierwiastki: czynny i bierny (forma i materia). Oba pierwiastki pojmowali materialnie. Forma była materią, ale bardziej subtelną (podobne do ognia i powietrza) - nazywali ją pneuma (Πνεύμα). Pneuma, przenikając materię, kształtuje ją. O różnicach poszczególnych ciał decyduje stężenie tej samej pneumy.

EPIKUR (341-270 p.n.e.) i EPIKUREJCZYCY (400 n.e.) wyznawali poglądy DEMOKRYTA.

PLOTYN (203-270 n.e.) uważał, że istnieje tylko jeden byt, a istotą jego jest stawanie się (a nie trwanie, jak twierdził PLATON), promieniowanie. Ma on naturę światła. Wyłonione postacie bytu to jakby promienie. Te z kolei emanują nowe byty w porządku o zmniejszonej doskonałości. Początkiem tego procesu jest Absolut, z którego emanują trzy hipostazy: duch, dusza i materia. Materia włączona została więc do jednego procesu emanacyjnego z duchem. Świat przyrody składał się z materii i ukształtowania, które jest odzwierciedleniem idealnego bytu w materii.

Za twórcę nowoczesnej nauki uważa się KARTEZJUSZA (Rene DESCARTES, 1596-1650). Był on tym, który wskazał nowe perspektywy rozwoju zarówno dla fizyki jak i dla filozofii. Uważał, że niezawodną miarą wiedzy jest jasność i wyraźność, które można uzyskać tylko na drodze matematycznej, gdyż uważa ona tylko własności ilościowe. Tworzy więc geometrię analityczną. Ideałem badania przyrody dla KARTEZJUSZA jest traktowanie jej przestrzennie (geometrycznie) i mechanicznie. Podzielał on sceptycyzm starożytności i średniowiecza odnośnie do poznania zmysłowego. Znalazł jednak niezawodny fundament wiedzy: była nią myśl. Nawiązując do osiągnięć AUGUSTYNA uważał, że prawdy należy szukać nie w materii (w której szukało ODRODZENIE i nie znalazło), nie w przedmiocie, ale w podmiocie, w człowieku, w świadomym duchu. Oddzielili więc KARTEZJUSZ świat myśli od świata materii. Jeśli jest myśl, to musi być ktoś, kto myśli. Z istnienia myśli wynika świat materii. Myśląca jaźń, dusza, musi być substancją niezależną od materii. I tak powstała koncepcja dwóch substancji (myślącej i rozciągłej), która panowała również w fizyce przez trzysta lat.

Właściwością ciał materialnych jest rozciągłość. Przymiotem rozciągłości jest nieskończona podzielność, nie mogą więc ciała składać się z

atomów. Skoro ciała materialne mają tylko właściwości przestrzenne, mogą podlegać jedynie zmianom przestrzennym, czyli ruchowi. Spostrzegane zmiany jakościowe są subiektywnymi reakcjami zmysłów. Mechaniczna koncepcja przyrody staje się uboższa od koncepcji greckiej czy scholastycznej, ale jest prostsza i łatwiejsza do opracowania matematycznego. Materia kartezjańska pozbawiona była właściwości dynamicznych, a więc i sił. Nie mogła powodować ruchu. Ruch został nadany z zewnątrz i w przyrodzie musi być zachowywany. Tak zdecydowane oddzielenie obu substancji spowodowało pytania: czy? ale jeśli tak, to w jaki sposób oddziałują materia ze świadomością? Było to podstawowe pytanie, jakie nauka zadawała w siedemnastym wieku. Podział na świat materii i myśli był zbawienny dla fizyki, która zaczęła stosować ilościowy opis, badając zjawiska (głównie ruch), w których bierze udział materia.

Jeśli chodzi o oddziaływanie między materią i duszą, to N. MALEBRANCHE (1638-1715) twierdził, że nie ma oddziaływania między obu substancjami. T. HOBBS (1588-1677) zaś uważał, że istnieją tylko substancje materialne, a B. SPINOZA (1632-1677) uznawał tylko jedną substancję (myśl i materia to dwa przymioty tej samej substancji - Boga).

G.W. LEIBNIZ (1646-1716) przyjmował nieograniczoną ilość substancji, tego samego rodzaju, niematerialnych, lecz duchowych, które nazwał monadami. Obdarzone były one siłami, ich naturą była więc przemienność. Świat materialny to jedynie zjawiska substancji, ale dobrze ugruntowane (nie złudy). Substancje tylko dla siebie są substancjami, dla innych substancji są materią. Fizyka może więc badać tylko zjawiska.

Podobnie uważał I. NEWTON (1642-1727), który cel nauki widział w znalezieniu stałych związków między zjawiskami, czyli praw. Kartezjuszowskie pojęcie materii (substancji rozciągłej) uzupełnił bezwładnością i nieprzenikliwością. Ojciec empiryzmu J. LOCKE (1632-1704) twierdził, że w doświadczeniu poznajemy tylko idee proste, które są podstawą wiedzy. Pojęcie substancji nie wynika z faktów, a jest jedynie tworem instynktu i wyobraźni.

J.O. de La METTRIE (1709-1751) był materialistą, ale rozróżniał materię czynną i bierną. Materia czynna spełniała rolę kartezjańskiej duszy, ale oprócz myślenia: ożywiała i poruszała ciała. E. KANT (1724-1804), wprowadzając sądy a priori, uważał, że niecałe poznanie wywodzi się z doświadczenia, ale jednocześnie dowodził, że poznanie nie może obejmować się bez doświadczenia. Fizycy współcześni stanowisko to formułują następująco: "zmierzyć można tylko to, co się wcześniej pomyśli". Uczony nie jest świadkiem, ale sędzią przyrody, którą zmusza do odpowiedzi na postawione pytania. Według KANTA pojęcie materii i substancji może być stosowane w takim zakresie, w jakim podlega doświadczeniu. W okresie pozytywizmu zarówno w fizyce jak i filozofii panuje minimalizm. Pytania o istotę materii i substancji nie uważa się za najważniejsze. Należy rozwiązywać zadania mniej ambitne, ale lepiej ugruntowane w rzeczywistości przyrodniczej. Stopniowe



odkrycia fizyki powinny określić istotę materii. Przeprowadzona jednak krytyka nauki na przełomie dziewiętnastego i dwudziestego wieku między innymi przez: E. BOUTROUX (1845-1921), H. POINCARÉ (1854-1912), P. DUHÉME (1861-1916) i H. BERGSONA (1859-1941) znacznie podkopała wiarę, że fizyka rozwiąże to zadanie. Wykazano bowiem, że naukę (w tym również matematykę) cechuje: aproksymacyjny charakter jej praw, konieczność stawiania hipotez, przybliżona sprawdzalność, rozpad na wiele dziedzin, (które badają odmienne postacie bytu) oraz brak konieczności (gdyż prawa naukowe zależą od umysłu ludzkiego).

Dla POINCARÉ prawa naukowe, to nie odtworzenie rzeczywistości, ale jedynie konwencje. Konwencjami są również pewniki matematyczne, są one tworem umysłu, wcale nie koniecznym, lecz umownymi hipotezami służącymi do przybliżonego opracowania rzeczywistości. Konwencje nie są prawdziwe - nie mogą zresztą być, skoro umysł ludzki nie jest doskonały - wystarcza, że na danym etapie rozwoju nauki są wygodne. Wprawdzie w fizyce i w innych naukach przyrodniczych szczegółowo, porządkujące prawa formułuje się na podstawie doświadczenia, ale wielkie systemy naukowe, wyjaśniające znów stają się konwencjami (bo są tworem umysłu i w całości nie są równocześnie sprawdzalne). Wielcy fizycy dwudziestego wieku uważali, że intuicja dla fizyka jest tak samo niezbędna, jak dla filozofa, i ten, kto ją posiada, staje się twórcą nauki. Ogólnie można więc stwierdzić, że współczesny pogląd naukowy (biorąc pod uwagę również teorię informacji) stwierdza ograniczoną możliwość poznania prawdy. Odnosi się to również do pojęć materii i substancji.

## 6. Uwagi i wnioski końcowe

Z przeprowadzonego przeglądu różnych stanowisk, jakie były zajmowane w historii nauki na temat rozumienia pojęć materii i substancji oraz z obecnych poglądów fizyki na temat struktury materii wynika, że nie ma żadnych podstaw do twierdzenia, że materia korpuskularna to substancja, a materia polowa nie jest substancją. Podział taki jest niepotrzebny, niezgodny z historycznym kształtowaniem się tych pojęć i zarazem sztuczny, gdyż obie formy materii (korpuskularna i polowa) występują równocześnie we wszystkich znanych dotąd zjawiskach. Wszystkie ogólne prawa fizyki dotyczą układów korpuskuły - pole fizyczne i to razem w fizyce i naukach matematyczno-fizycznych nazywa się materią.

Wychodząc z tych założeń do układu jednostek SI wprowadzono jednostkę podstawową: zwaną jednostką ilości materii lub liczności materii - 1 mol, a nie jednostkę substancji, jak to czasami się stwierdza.

Bytem dla fizyki jest materia. Tak też uważał Stanisław OCHĘDUSZKO i do końca w książkach [np. 4] jak i w artykułach posługiwał się pojęciem materii. Pojęcia substancji używał do odróżnienia jakościowych cech materii

(jak czyni to chemia). Pisał więc na przykład o substancji palnej paliwa i o balaście. W równaniach matematyczno-fizycznych występowała zawsze materia wyrażona ilościowo przez masę, jednostki ilości materii oraz przez energię. Celem tej pracy jest obrona tego stanowiska oraz szersze jego uzasadnienie wobec innych stanowisk, jakie występują obecnie w polskiej literaturze dotyczącej termodynamiki fenomenologicznej.

Jednoznaczna odpowiedź na pytanie o strukturę materii nie jest dziś możliwa, choćby z tego powodu, że nie zbudowano jednolitej teorii pola oraz ze względu na mnogość nie uporządkowanych faktów doświadczalnych z fizyki cząstek elementarnych.

A oto niektóre ważniejsze definicje materii:

- materia to atomy (DEMOKRYT),
- materia: to przeciwpojęcie formy, to nieokreślone podłoże zjawisk (ARYSTOTELES),
- materia to przeciwpojęcie świadomości (AUGUSTYN, KARTEZJUSZ),
- materia to cząstki elementarne wraz z otaczającymi je polami fizycznymi (kwantowa teoria pola),
- materia to to, co może działać na zmysły i przyrządy pomiarowe,
- materia to możliwość empirycznego rozstrzygnięcia alternatyw (WEIZSÄCKER).

W historii nauki przez pojęcie substancji najczęściej rozumiano to, co zdeterminowane w sobie posiada swoją odrębną treść i definicję, co ponadto w jakiś sposób istnieje samo w sobie, a nie tkwi w jakimś podłożu.

Definicja ta, pochodząca od ARYSTOTELESA, określa substancję, jako rzecz samą w sobie zorganizowaną przez formę, o niezmienniej treści, mogącą stanowić podmiot intelektualnego poznania. Substancja składa się z dwu składników: potencjalnego - materii i aktualnego - formy.

Chociaż konkretna substancja dla fizyka i przedstawiciela nauk matematyczno-fizycznych jest przedmiotem realnym, to jednak nie wchodzi w ich zakres badań. Substancji nie stwierdza się bowiem za pomocą matematyki czy eksperymentu. Fizyk, stosując ilościowy opis zjawisk, zajmuje się ilościowymi właściwościami rzeczywistej substancji; dokładniej: bada to, co ARYSTOTELES nazwał materią. Oczywiście jest, że chodzi tu tylko o istotę metody fizycznej, gdyż fizyka oprócz równań matematyczno-fizycznych (które stanowią główną jej treść) jako uzupełnienie stosuje również opis jakościowy, który może dotyczyć formy substancji (ogólnych, pojęciowych, gatunkowych właściwości rzeczy). Spełnia wtedy funkcję filozoficzno-poznawczą i może posługiwać się pojęciem substancji.

Taką rolę bardzo często spełnia chemia - chociaż w coraz większym zakresie stosuje metodę ilościową w swoich badaniach - dlatego też pojęcie substancji jest podstawowym pojęciem chemicznym. W badaniach ilościowych nie bada się formy substancji (przykładowo: nie ma istotnej różnicy przy pomiarze masy  $H_2O$  oraz  $O_2$  i  $H_2$ , mimo że te substancje mają inną formę). Dlatego obecnie w naukach matematyczno-fizycznych, wszędzie tam, gdzie chodzi o ilościowe właściwości substancji, pojęcie materii (w sensie fi-

zycznym i filozoficznym – obie te nauki podają najogólniejszą teorię materii) wypiera kartezjańsko-newtonowskie pojęcie substancji.

#### LITERATURA

- [1] Bohr N.: Fizyka i wiedza ludzka. Warszawa 1963.
- [2] Heisenberg W.: Fizyka a filozofia. Książka i Wiedza, Warszawa 1965.
- [3] Madejski J.: Termodynamika techniczna. Wyd. Pol. Warszawskiej, Warszawa 1972.
- [4] Ochęduszek S.: Termodynamika stosowana. WNT, Warszawa 1974.
- [5] Tatarakiewicz Wł.: Historia filozofii. PWN, Warszawa 1970.
- [6] Truesdell C.: Sześć wykładów nowoczesnej filozofii przyrody. PWN, Warszawa 1969.
- [7] Weizsäcker C.F.: Jedność przyrody. PIW, Warszawa 1978.

#### ПОНИМАНИЕ ПОНЯТИЙ МАТЕРИИ И ВЕЩЕСТВА В ИСТОРИИ РАЗВИТИЯ НАУКИ

##### Р е з ю м е

В статье автор критикует определение понятий материи и вещества, которые функционируют в настоящее время в польской литературе, касающейся макроскопической термодинамики.

Одновременно представлено формирование этих понятий в истории европейской науки.

#### UNDERSTANDING OF BOTH MATTER AND SUBSTANCE CONCEPTS IN THE HISTORY OF SCIENCE

##### S u m m a r y

Author criticizes the definitions of substance and matter used in Polish literature dealing with phenomenological thermodynamics. The developing of these concepts in history of European science is presented.