

Wiesław LESZEK*

**ROZWAŻANIA O PODSTAWACH TRIBOLOGII.
2. PROCESY DYFERENCJACJI I INTEGRACJI
WIEDZY TRIBOLOGICZNEJ**

**CONSIDERATION OF TRIBOLOGY BASIS
2. PROCESSES OF TRIBOLOGICAL KNOWLEDGE
DIFFERENTIATION AND INTEGRATION**

Słowa kluczowe:

dyferencjacja wiedzy, rekombinacja wiedzy, integracja wiedzy

Key-words:

knowledge differentiation, knowledge recombination, knowledge integration

Streszczenie:

W publikacji przedstawiono trzy kolejne fazy przemian struktur wewnętrznych dyscypliny naukowej: dyferencjację wiedzy, rekombinację wiedzy i integrację wiedzy. Omówienie to uzupełniono komentarzem interpretującym przemiany struktury wiedzy tribologicznej.

* Politechnika Poznańska, Instytut Maszyn Roboczych i Pojazdów Samochodowych,
ul. Piotrowo 3, 60-965 Poznań.

WSTĘP

Artykuł ten jest kolejną publikacją z rozpoczętego referatem wygłoszonym na Szkole Tribologicznej w Łądku Zdroju w 2001 r. cyklu „Rozważania o podstawach tribologii”. Temat artykułu wywodzi się z referatu wygłoszonego na Kongresie Eksploatacyjnym w Krynicy Górskiej w 2000 r. pt. „Rozwój tribologii w świetle prawidłowości rozwoju nauki” [L. 1]. W publikacji tej przedstawiono trzy kolejne fazy przemian struktur wewnętrznych dyscypliny naukowej dyferencjację wiedzy, rekombinację wiedzy i integrację wiedzy. Stwierdzenie to uzupełniono komentarzem interpretującym owe przemiany następująco:

Kumulowanie się wiedzy dotyczącej określonych obiektów lub zjawisk powoduje, że po przekroczeniu pewnego jej zasobu staje się ona trudna do opanowania i wykorzystania. Pojawia się więc tendencja do jej dzielenia na mniejsze jednostki łatwiejsze w analizach i wykorzystaniu praktycznym. Kryteria podziału bywają różne i zależą od specyfiki dyscypliny naukowej, a raczej od charakterystycznych cech przedmiotu jej zainteresowania. Kiedy podziały wewnętrzne osiągną pewien poziom szczegółowości następuje faza ich łączenia w różnych konfiguracjach problemowych, przedmiotowych, metodycznych itp. Faza ta została nazwana fazą rekombinacji wiedzy polegającej na tworzeniu mniej lub bardziej trwałych struktur wewnętrznych zawierających elementy syntezy fragmentów istniejącej wiedzy. Faza rekombinacji jest fazą swoistego porządkowania wiedzy bez jej tarciowego wzbogacania. Zjawisko to pojawia się dopiero w fazie integracji, w której dokonuje się synteza elementów wiedzy z różnych dyscyplinach naukowych opisujących różne aspekty rzeczywistości. W wyniku integracji wiedzy pojawiają się w strukturze nauki w pierwszej kolejności interdyscyplinarne problemy badawcze, a po ich rozwiązaniu również interdyscyplinarna wiedza. Zwykle, w początkowym okresie jej powstawania jest ona przypisywana do zakresu dyscypliny naukowej najszerzej pojmującej swoje problemy badawcze i metody ich rozwiązywania. W miarę rozwoju wiedzy interdyscyplinarnej kształtują się osobne pograniczne dyscypliny naukowe i generowane już w ich ramach problemy badawcze.

Ze względu na konieczność zwrócenia uwagi odbiorców tamtego referatu na inne jeszcze zagadnienia, kwestie dyferencjacji i integracji wiedzy tribologicznej przedstawiono w formie skróconej, syntetycznej.

W tym artykule postanowiono rozwinąć i uzupełnić niektóre problemy podnoszone w tekście poprzednim. Celowość powrotu do tych kwestii

wynika z tego, że na przemiany w wiedzy o tarceniu wynikające z ilościowego przyrostu wiedzy o zjawisku tarcia nałożyły się przemiany wynikające ze zmiany przeznaczenia i charakteru tej wiedzy z przyrodniczej na techniczną. Stało się to wtedy, kiedy wiedzę przyrodniczą (fizykalną) o tarcieniu zaczęto wykorzystywać do sterowania nim w węzłach kinematycznych maszyn i urządzeń. Inaczej mówiąc, wtedy kiedy zwrócono uwagę na to, że od tarcia, jego skutków i sposobów sterowania jego parametrami zależą funkcjonalne, trwałościowe i niezawodnościowe cechy tych węzłów.

Konsekwencją tego nowego miejsca wiedzy o tarcieniu, i tym razem także o zużyciu i smarowaniu węzłów kinematycznych (nazywanymi także systemami tribologicznymi) były odmienne niż w innych dyscyplinach naukowych przemiany struktur wewnętrznych. Temu procesowi postanowiono poświęcić ten artykuł.

WIEDZA POTOCZNA I POCZĄTKI NAUKOWEJ WIEDZY O TARCIE

Z tarcieniem jako zjawiskiem fizycznym (przyrodniczym) zetknął się człowiek wtedy, kiedy był zmuszony przemieścić w przestrzeni obiekt, który był cięższy niż możliwości przeniesienia go. Ujawnił się wtedy podstawowy atrybut tarcia – opór ruchu w sytuacji styku z innym obiektem. Atrybut ten był tym groźniejszy, że ówczesne źródła napędu były zbyt słabe, aby człowiek mógł przemieszczać dowolne obiekty na dowolne odległości. Badania historyczne ujawniły, że już w głębokiej starożytności znano wiele sposobów ograniczania negatywnych skutków tarcia, znano także możliwości jego wykorzystania do celów użytkowych. Tworzył się już wtedy zbiór informacji nazywany **wiedzą potoczną**.

Wiedza potoczna powstawała w rezultacie przypadkowych zwykle spostrzeżeń i doświadczeń uzyskiwanych metodą prób i błędów. Można o niej powiedzieć, że:

- nie są znani jej twórcy i jest przekazywana zwykle przez osobiste kontakty, w niektórych tylko przypadkach doczekała się zapisu prezentowanych treści,
- nie zawsze ma naukowe uzasadnienie, a jeśli je posiada, to ma ono wobec niej charakter wtórny,
- jej wykorzystywanie jest nawykowe, wynikające z zasady „zawsze tak robiono”, zwykle więc przy jej stosowaniu nie liczone się z regułami efektywności [L. 2].

H. Garnfinkel [L. 3] wymienił kilkanaście cech potocznego opisu rzeczywistości, z których najważniejsze wydają się być następujące:

1. Sens przypisywany opisowi jest z punktu widzenia zbiorowości tym, którego się od niego wymaga. Wymaga się przy tym, by inny człowiek dokonywał takiego samego przypisania sensu.
2. Z punktu widzenia użytkownika, usankcjonowanym stosunkiem między opisywanymi przejawami przedmiotu i przedmiotem intencjonalnym – przejawiającym się w opisywany sposób jest stosunek niewątpliwej odpowiedniości.

Wynika z tego, że akceptacja wiedzy potocznej oparta jest na swoistej umowie funkcjonującej między użytkownikami, którzy w ramach przyjętej konwencji nie kwestionują jej zasadności.

3. Z punktu widzenia użytkownika występuje charakterystyczna rozbieżność między publicznie przez środowisko uznanym z prywatnym, ukrytym sensem opisu i ten prywatny, indywidualny sens nie jest ujawniony.

Oznacza to, że cechy wiedzy potocznej, zwłaszcza jej treść budzą często wątpliwości wśród użytkowników, co prawdopodobnie jest przyczyną podejmowania prób jej naukowego zweryfikowania. Zdarza się, że po sprawdzeniu wiedza potoczna już jako wiedza naukowa zostaje włączona do zasobów określonej dyscypliny naukowej.

Wiedza potoczna może być uważana za pojęcie nadrzędne wobec wiedzy zdroworozsądkowej, która cechuje się znaczną nieokreślonością. Według E. Nogła [L. 4] nieokreśloność ta przejawia się:

- nieostrością terminów, co nie pozwala na precyzyjne odróżnienie przedmiotów denotowanych przez dany termin od tych, które nie są jego desygnatami,
- brakiem precyzji w charakteryzowaniu różnic pomiędzy przedmiotami oznaczanymi przez dany termin wiedzy zdroworozsądkowej (co wynika w znacznym stopniu z braku odpowiednio sprecyzowanych miar tej wiedzy),
- sądy i poglądy wiedzy zdroworozsądkowej nie wyjaśniają zazwyczaj „dlaczego jest tak, że ...”, a jeżeli podają takie wyjaśnienia, to nie są one oparte na metodzie naukowej,
- brak kontroli poglądów wiedzy zdroworozsądkowej metodami stosowanymi do kontroli twierdzeń (lub innych zdań prawdziwych lub uznawanych za takie) wiedzy naukowej.

W odróżnieniu od wiedzy potocznej wiedza naukowa wyróżnia się metodami uzyskiwania i weryfikacji informacji, wyróżnia się istnieniem określonych reguł postępowania zanim spostrzeżenie dokonane przypadkowe lub w wyniku świadomego poszukiwania włączone zostanie do systemu wiedzy. Fakty i teorie naukowe muszą przejść okres krytycznych badań i prób ze strony innych kompetentnych i bezstronnych osób i muszą się okazać na tyle przekonujące, by zyskać niemal powszechną akceptację. Celem nauki jest nie tylko zdobywanie informacji czy wypowiedanie zdań całkowicie niesprzecznych, dąży ona do jak najszerzej akceptacji racjonalnych poglądów [L. 2].

Zajmiemy się teraz przemianami strukturalnymi zachodzącymi w wiedzy potocznej, która jako genetycznie starsza od wiedzy naukowej znacznie ją wyprzedzała. Zawarte tu spostrzeżenia dotyczą przede wszystkim wiedzy o tarciu.

Pierwszym zjawiskiem jakie ujawniło się podczas wykorzystywania wiedzy potocznej do celów technicznych było zjawisko propagacji tej wiedzy. Czynnikiem sprzyjającym propagacji wiedzy stała się wymiana handlowa. Dzięki wynalezieniu koła, a potem chomąta można było przewozić towary na znaczne odległości. Towary zaś stanowiły źródło informacji technicznej, przede wszystkim o tym, że takie przedmioty można wytwarzać. Przez naśladownictwo, posługując się własnymi, lokalnie dostępnymi surowcami i stosując posiadane swoiste narzędzia odtwarzano, a także doskonalono procesy technologiczne wytwarzanie przedmiotów wzbudzających zainteresowanie. Najczęściej jednak naśladowcy byli zmuszeni do posługiwania się nowymi, nie stosowanymi uprzednio narzędziami. Dzięki temu następowało wyrównywanie się poziomów cywilizacyjnych różnych regionów. W ten sposób tworzyły się kręgi cywilizacyjne łączone ponadplemiennymi więzami kulturowymi [L. 5].

Doskonaląc się wiedza techniczna sprzyjała powstawaniu systemów produkcyjnych z wariantowym wykorzystaniem surowców i operacji technologicznych. Stanowiło to początek zjawiska integracji wiedzy, chociaż zachowywała ona wszystkie atrybuty wiedzy potocznej.

Najwcześniejszym zadaniem wyłonionym w kwestii posługiwania się tarciem i przeciwdziałania jego objawom było zmniejszenie oporów ruchu podczas przemieszczania dużych mas. Skalę trudności jakie należało pokonać ilustrują następujące przykłady [L. 6]:

- „Iwia brama” w Mykenach z epoki kultury kreteńskiej zbudowana jest z bloków kamiennych o wadze do 125 ton,

- niektóre obeliski stawiane w starożytnym Egipcie, posiadające wysokość 30–40 m, ważą 300–400 ton.

Wstępna integracja wiedzy o tarcniu będąca skutkiem jej dyfuzji w ówczesnych kręgach kulturowych pozwoliła na konstatację, że opór przemieszczeń ciał jest mniejszy przy toczeniu niż przy ślizganiu oraz, że powierzchnie ciał stałych zwilżone cieczą stawiają opór mniejszy niż powierzchnie suche, przy czym niektóre ciecze dłużej zachowują te właściwości. Według D. Dowsona [L. 7] znaleziska dokonane przez archeologów na Bliskim Wschodzie świadczą o tym, że w starożytności świadomie stosowano tarcie w urządzeniach wiertniczych (przekazywanie ruchu przez sznur obracający oś) oraz w dźwigach, znano zasadę wykorzystywania lin przy cumowaniu okrętów (intuicyjnie wykorzystywano zasadę tzw. „stożka tarcia”), znano łożyska oporowe i ślizgowe, smarowanie ich smarami roślinnymi, zwierzęcymi i mineralnymi (nafta), znano zasady stosowania ścierniwa do szlifowania i polerowania kamieni i wyrobów metalowych.

Ze względu na to, że wiedza o tarcniu na poziomie wiedzy potocznej nie była zapisywana następowała jej selekcja przy przekazywaniu z pokolenia na pokolenie. Po prostu, te sposoby sterowania i posługiwania się tarcieniem, które okazywały się być nieprzydatne były zapominane. Bardzo często również przypominane lub odkrywane na nowo. Brak archiwizowania wiedzy potocznej był poza brakiem informacji o jej genezie, największym mankamentem tej wiedzy.

Ocena przydatności wiedzy potocznej wynikała ze znaczenia użytkowego obiektu technicznego, którego dotyczyła. Następową kumulacja wiedzy wokół obiektów i procesów technologicznych ich wytwarzania i użytkowania.

Gromadzona i systematyzowana wiedza potoczna stanowiła podstawę do podjęcia prób jej bardziej ścisłej interpretacji i filozoficznego uogólnienia. Tarcie, jego przyczyny i skutki stały się więc przedmiotem zainteresowania ludzi nie związanych z produkcją, nie posiadających doświadczeń warsztatowych, co pozwalało im na rozpatrywanie tych problemów z pozycji posiadanej wiedzy o materii i występujących tam zjawiskach. Mogli oni prowadzić badania i rozważać tarcie jako zjawisko przyrodnicze, całkowicie nie związane z techniczną działalnością człowieka. Traktując tarcie w sztucznych układach technicznych jako szczególny przypadek tarcia w przyrodzie mogli tworzyć założenia naukowej wiedzy o tarcniu [L. 8].

POWSTANIE I ROZWÓJ NAUKOWEJ WIEDZY O TARCIE

Zasadniczego przełomu w problematyce sterowania tarcie dokonała rewolucja przemysłowa jaka nastąpiła w końcu XVIII i na początku XIX w. Wprowadzenie maszyn i narzędzi zastępujących pracę człowieka postawiło nowe zadanie w dziedzinie sterowania tarcie:

- 1) brak w początkowym okresie rewolucji przemysłowej uniwersalnego źródła napędu przy znacznym skomplikowaniu mechanizmów i zastosowaniu w jednej maszynie wielu węzłów kinematycznych, narażonych na tarcie, pogłębiał problem zmniejszenia oporów ruchu;
- 2) wynalezienie i powszechne zastosowanie maszyny parowej postawiło problem zapewnienia stabilności (równomierności) ruchu maszyn, a więc problemy kształtowania chropowatości warstwy wierzchniej elementów maszyn i zapewnienia optymalnego smarowania;
- 3) zastosowanie maszyny parowej jako źródła napędu spowodowało powstanie typowego schematu konstrukcyjnego: napęd – przełożenie – organ roboczy, co wyłoniło problem przekładni pasowych, ciernych i zębatych;
- 4) produkcja maszyn i narzędzi traktowanych już jako towar rynkowy postawiła problem ich trwałości i niezawodności, a więc problem sterowania zużyciem podczas tarcia, co obok zagadnień materiałowo-konstrukcyjnych i technologicznych zmusiło producentów do podjęcia prób rozwiązywania zagadnień eksploatacyjnych tzn. użytkowania i obsługiwanie maszyn;
- 5) wykorzystanie maszyny parowej jako źródła napędu układów trakcyjnych i upowszechnienie transportu kolejowego ujawniły problem hamowania w maszynach, którego znaczenie wzrosło w początkach XX w. wraz z upowszechnieniem się transportu samochodowego;
- 6) zwiększenie różnorodności wytwarzanych towarów spowodowało intensywny rozwój technologii ich wytwarzania, a więc również rozwój problematyki wykorzystania tarcia jako czynnika technologicznego [L. 8].

Do rozwiązania wygenerowanych przez rozwój techniki problemów inżynierskich nie wystarczała już wiedza potoczna. Musieli zająć się nimi profesjonalnie przygotowani badacze, dając w ten sposób początek naukowej wiedzy o tarcie.

Zgodnie z wcześniejszymi stwierdzeniami w takich sytuacjach powstającą wiedzę przypisywano dominującej dyscyplinie naukowej. Ze względu

du na to, że źródłem powstającej naukowej wiedzy o tarcii i jego skutkach była mechanika traktowana jako część fizyki jej też przypisano zasadniczą część odpowiedzialności za postęp wiedzy i jej wykorzystanie techniczne. Zapoczątkowana została integracja wiedzy potocznej z tworzącą się wiedzą naukową o tarcii.

Pierwszym zjawiskiem które towarzyszyło procesowi tej integracji była reinterpretacja wiedzy potocznej i nadanie jej porządku logicznego i uzasadnień charakterystycznych dla wiedzy naukowej uzyskiwanej przez stosowanie ścisłych postulatów metody naukowej. Elementy wiedzy potocznej, które nie mogły być zinterpretowane naukowo były odrzucane, inne stanowiły źródło problemów badawczych podejmowanych przez uczonych. Rezultatem ich rozwiązania było nie tylko rozszerzenie zakresu zastosowań technicznych wiedzy naukowej o tarcii, ale także powstanie modeli interpretacyjnych pełniących do chwili obecnej funkcji substitutów teorii [L. 8].

Cechą charakterystyczną wiedzy o tarcii jest występowanie w niej pewnych rudymetów doświadczeń warsztatowych i wiedzy potocznej.

Razem z rozwojem wiedzy o tarcii, jego skutkach i sposobach sterowania nimi następowała specjalizacja tej wiedzy i jej różnicowanie (dyferencjacje). Przekształcenie się wiedzy o tarcii z wiedzy fizycznej w wiedzę techniczną nastąpiło wtedy, kiedy w problematyce przeciwdziałania skutkom tarcia przestał dominować opór ruchu i priorytet uzyskało zużycie elementów węzłów kinematycznych, a w konsekwencji utrata zdolności do realizowania przewidzianych dla nich funkcji w maszynach i urządzeniach technicznych. Do kategorii wiedzy o tarcii i jego skutkach: tarcia i zużycia dołączono później trzecią składową tej wiedzy, a mianowicie wiedzę o smarowaniu węzłów kinematycznych [L. 9]. Powstała triada kategorii tribologicznych tarcie, zużycie i smarowanie, traktowana integralnie jako pewna całość, w ramach której następuje kumulowanie się wiedzy (tym razem już łącznej) wokół obiektów technicznych. Zjawisko to przyniosło rozdzielenie wiedzy tribologicznej na wiedzę podstawową obejmującą ogólną wiedzę o tarcii, zużyciu i smarowaniu wspólną dla wszystkich (a przynajmniej dla znacznej części) obiektów technicznych oraz na wiedzę specjalistyczną dotyczącą specyficznych zjawisk związanych z tarciami zachodzących w poszczególnych grupach obiektów technicznych. Znaczną część wiedzy specjalistycznej stanowią reguły postępowania przy optymalnym projektowaniu, wytwarzaniu i eksploatacji obiektów technicznych, w których występuje tarcie.

Kumulowanie się wiedzy specjalistycznej wokół obiektów technicznych spowodowało wtórną dyferencjację wcześniej obszernych zakresów wiedzy. Przy zachowaniu podstawowej wiedzy o tarcu jako wiedzy bazowej w ramach obu pozostałych kategorii następuje coraz bardziej widoczny rozdział według układu: obiekt – zużywanie oraz obiekt – smarowanie. Wiedza tribologiczna jest dzielona na wiele różnych sposobów. Uzasadnia to pogląd, że znajduje się ona w fazie rozwiniętej dyferencjacji [L. 1].

Zróznicowana i rozdzielona wiedza tribologiczna wyraźniej niż w przypadku całościowych ujęć tej wiedzy ujawnia swoje braki i słabości. Dlatego systematycznie ponawiane są próby ich wyeliminowania przez rekombinację istniejącej wiedzy oraz integrację wewnętrzną i integrację międzydyscyplinową.

Rekombinacja wiedzy tribologicznej polega na łączeniu odosobnionych dotychczas elementów wiedzy według kryteriów wynikających z celów tego połączenia, zwykle problemu technicznego wymagającego rozwiązania. Elementy łączone ze sobą zachowują logiczną niezależność a struktura powstająca w wyniku rekombinacji ma zwykle układ szeregowy.

Integracja wewnętrzna jest wyższą formą rekombinacji, ponieważ w jej rezultacie powstaje synteza wiedzy. Użytkownik tak zbudowanego systemu wiedzy nie operuje kolejno niezależnymi jej elementami a zadaniami formułowanymi drogą wnioskowania z przesłanek, którymi są elementy syntezowanej wiedzy. Integracja wewnętrzna wiedzy tribologicznej przynosi co prawda nowe, często ciekawe spojrzenie na wcześniej znane fakty naukowe ale jej możliwości interpretacyjne nie wykraczają poza zakres wiedzy znanej przed syntezą. Szansą na wzbogacenie tych możliwości jest integracja międzydyscyplinowa. Polega ona na tworzeniu modeli interpretacyjnych łączących wiedzę tribologiczną z wiedzą zaczerpniętą z dyscyplin nie tworzących dotychczas wyraźnych związków z tribologią.

Procesy integracji międzydyscyplinarnej zostały zapoczątkowane kilkadziesiąt lat temu i miały w Polsce lokalne apogeum w latach siedemdziesiątych ubiegłego wieku. W późniejszym okresie proces integracji wiedzy o tarcu z fizyką i chemią ciała stałego oraz chemią fizyczną uległ zahamowaniu. Można przyjąć hipotezę, że przyczyną tego stanu rzeczy było wyczerpanie się prostych i łatwych w interpretacji problemów badawczych oraz trudna do przełamania dla tribologów bariera wiedzy fizycznej. Stąd trudności w tworzeniu koncepcji badawczych umożliwiających naturalne związki interdyscyplinarne. Niezależnie jednak od okresowego zahamowania procesów integracyjnych jest to zjawisko nieuchronne.

ZAKOŃCZENIE

Przedstawione w tym artykule zagadnienia dotyczą prostych form integracji i dyferencjacji wiedzy tribologicznej i towarzyszących tym procesom innych zmian strukturalnych w zasobie wiedzy o tarcii, zużyciu i smarowaniu. Formy te stanowią wyjście do bardziej złożonych postaci integracji nauki np. do tworzenia systemów dyscyplin naukowych lub ich konglomeratów. Kwestie te staną się przedmiotem analizy w następnych publikacjach z cyklu „Rozważania o podstawach tribologii”.

LITERATURA

1. Leszek W.: Rozwój tribologii w świetle prawidłowości rozwoju nauki. ZEM Nr 2(126), 2001.
2. Leszek W.: Badania empiryczne. Wybrane zagadnienia metodyczne. Wyd. ITE, Radom 1997.
3. Garnfinkel H.: Aspekty problemu potocznej wiedzy o strukturach społecznych [w:] Fenomenologia i socjologia. PWN, Warszawa 1989.
4. Nogel E.: Struktura nauki. PWN, Warszawa 1976.
5. Bednarczyk H., Leszek W., Wojciechowicz B.: Relacje edukacyjne człowiek – maszyna. Wyd. ITE, Radom 1995.
6. Bublejnikov F. D., Minchenkov E. Ja.: Oчерk razvitija klassichskoj mekhaniki. Wyd. Uchpiedgiz, Moskwa 1961.
7. Dowson D.: History of tribology. Wyd. Longman, Londyn – Nowy Jork 1976
8. Leszek W.: Metodologiczne podstawy badań trybologicznych. PAN – Oddz. w Poznaniu, seria Mechanika i Budownictwo T. 8, PWN, Warszawa – Poznań 1981.
9. Leszek W., Trzos M.: O kontekstowym charakterze wiedzy tribologicznej. ZEM Nr 1(125), 2001.

Recenzent:
Marian SZCZEREK

Summary

The paper presents three consecutive phases of science discipline internal structures transformation namely: knowledge differentiation, knowledge recombination and knowledge integration. The issue discussion is complemented by comments concerning the transformation of tribological knowledge structure.