

---

**Wiesław LESZEK\***

**ROZWAŻANIA O PODSTAWACH TRIBOLOGII  
CZ. 12 – SYSTEMATYKA DZIAŁAŃ BADAWCZYCH  
W TRIBOLOGII – OD STRATEGII DO TAKTYKI  
BADAŃ TRIBOLOGICZNYCH**

**DISCUSSION ABOUT FUNDAMENTAL PROBLEMS  
OF TRIBOLOGY. PART 12 – SYSTEMATIC OF RESEARCH  
ACTIVITY IN TRIBOLOGY – FROM STRATEGY  
TO TACTIC TRIBOLOGY RESEARCH**

**Słowa kluczowe:**

tribologia, proces badawczy, systematyka działań badawczych, strategia, sztuka operacyjna, taktyka

**Key words:**

tribology, research process, systematic of research activity, strategy, operational art, tactic

---

\* Politechnika Poznańska, Wydział Maszyn Roboczych i Transportu, ul. Piotrowo 3, 60-965 Poznań.

## Streszczenie

W opracowaniu przedstawiono próbę usystematyzowania problematyki badawczej tribologii według kryterium ogólności zadań poznawczych. Do systematyki wykorzystano istniejącą w sztuce wojennej strukturę obejmującą strategię, sztukę operacyjną i taktykę. Pojęcia te adaptowano do celów zadań poznawczych tribologii i wyprowadzono z nich wnioski użytkowe.

## WSTĘP

Do usystematyzowania działań badawczych w tribologii zastosowano strukturę działań występującą w sztuce wojennej. W zależności od zasięgu tych działań mieszczą się one w grupie działań strategicznych, operacyjnych i taktycznych. Ciągłość rozwiązywanych w tych grupach działań umożliwia zachowanie ciągłości decyzji i oceny jednolitości celów, jakie powinny być osiągnane przy realizacji zadań wynikających z atrybutów poszczególnych grup działań. Podobne rezultaty można przewidywać przy realizacji zadań badawczych zachowujących atrybuty wymienianych wcześniej zadań sztuki wojennej. Przyjęcie takiego założenia spowodowało układ treści tego opracowania, w którym przedstawiono kolejno strategiczne, operacyjne i taktyczne działania badawcze występujące w tribologii, posługując się przy tym wiedzą zawartą w analogicznych działach sztuki wojennej. Starano się przy tym określać wymagania, jakie powinny być spełnione dla osiągnięcia celów procesów poznawczych.

Opracowanie zakończono analizą wniosków wynikających z zaproponowanego ujęcia problemu systematyki działań badawczych w tribologii.

## INFORMACJE WPROWADZAJĄCE

Zasadniczą kwestią dla omawianych zagadnień jest celowość działania. Jak napisał S. Koziej [L. 1]: „Niezbędne przy tym jest zrozumienie różnic między celem, zamiarem a zadaniem bojowym. **Zadanie** określa, co należy zrobić, jakie działania podjąć, **cel** mówi, po co dane działanie ma być wykonane, co chce się osiągnąć w jego rezultacie. **Zamiar** natomiast określa, jak to działanie ma być realizowane, w jaki sposób ma być przeprowadzone. Punktem wyjścia i głównym wyznacznikiem struktury każdego działania jest oczywiście jego cel, który jest swoistą odpowiedzią na wcześniej uświadomione sobie potrzeby”.

W zależności od skali celu można podjąć działanie strategiczne, operacyjne i taktyczne.

W słowniku języka polskiego [L. 2] **strategia** określona jest jako „dział sztuki wojennej obejmujący przygotowanie i prowadzenie wojny jako całości oraz jej poszczególnych kampanii i bitew. **Taktyka** zaś to „sposób, metoda

postępowania mająca doprowadzić do osiągnięcia określonego celu; działania według obmyślanego planu”.

Cytowany przez S. Kozieja [L. 1] F. Skibiński **strategię** zdefiniował jako „sposób postępowania w przygotowaniu i prowadzeniu danej konkretnej wojny, kampanii lub bitwy, obrony i zastosowany przez najwyższe ogniwa władzy państwowej, naczelne dowództwo sił zbrojnych”. „**Taktyka** to tyle co metoda postępowania, umiejętności używania rozporządzalnych sił dla osiągnięcia zamierzonych celów”.

Początkowo, jak napisał S. Koziej – w zaraniu dziejów istniała tylko jednorodna (jednolita) taktyka, bowiem w miarę jednolite było narzędzie taktyki. Później zaczęło się różnicować. Najnowszym działem sztuki wojennej jest sztuka operacyjna. Jej genezy należy szukać w sferze praktyki, zwiększenia się zakresu czasowego i przestrzennego prowadzonych wojen.

M. Laszczyk i Wł. Miszański [L. 3] zaproponowali następujące definicje:

- **Strategia wojskowa** – składnik narodowej lub wielonarodowej (koalicyjnej) strategii przedstawiający sposób tworzenia i wykorzystywania sił zbrojnych w osiąganiu celów państwa lub grupy państw.
- **Sztuka operacyjna** – dział sztuki wojennej obejmujący teorię i praktykę przygotowania i prowadzenia operacji przez zgrupowanie wojsk, zmierzających do osiągnięcia celu strategicznego (operacyjnego) na obszarze działań wojennych.
- **Taktyka** – to część składowa sztuki wojennej, specjalność obejmująca teorię i praktykę przygotowania i prowadzenia walki przez pododdziały, oddziały i związki taktyczne jednego lub kilku rodzajów wojsk, ze składu różnych rodzajów sił zbrojnych.

Według S. Kozieja [L. 1] pierwszym wyróżnieniem między działami sztuki wojennej jest **skala działań**. *Strategia* dotyczy całości sił zbrojnych i ich użycia w wojnie. *Taktyka* zajmuje się sposobami działania najważniejszych jednostek organizacyjnych rodzajów wojsk. *Sztuka operacyjna* rozpatruje zagadnienia użycia i działania najwyższych ogniw organizacyjnych rodzajów sił zbrojnych.

Podstawowa różnica między działaniami sztuki wojennej tkwi jednak w *charakterze rozpatrywanych problemów* i sposobach podejścia do ich rozwiązywania [L. 1]. Najbardziej uwidacznia się to w relacjach między celami i środkami. W *taktyce* punktem wyjścia są siły i środki, jakimi się dysponuje. Stosownie do ich wielkości i możliwości określa się dopiero cele i zadania. Mówiąc obrazowo, *taktyka* to nic innego jak określenie zadań dla sił, jakie się posiada. W *sztuce operacyjnej* jest natomiast odwrotnie. Punkt wyjścia stanowią cele i zadania, które należy wykonać. Dla nich dobiera się niezbędne siły i środki, tworząc stosowne do danego celu i zadania struktury, ugrupowania itp. Dlatego też związki operacyjne, w odróżnieniu od taktycznych, nie mają stałe-

go składu ani jednakowej struktury. **Myślenie strategiczne** z kolei łączy w sobie właściwości podejścia zarówno taktycznego, jak i operacyjnego.

Twórca „nauki o nauce” J.D. Bernal stworzył termin „strategia pracy badawczej”, jego poglądy przedstawił G.A. Łachtin [L. 4]. Podobnie jak w taktyce wojennej, w nauce drogi do zwycięstwa określane są nie tylko planem; ich wybór powinien uwzględniać również trudne do przewidzenia działania przeciwnika. W charakterze przeciwnika występuje tutaj przyroda, ochraniająca swoje nie ujawnione jeszcze tajemnice. **Strategia nauki** to sposób prowadzenia kampanii nauki, to koncepcja głównodowodzącego, której celem jest osiągnięcie zwycięstwa.

Inna konieczna składowa zwycięstwa – to *taktyka*. Taktyka w nauce to metody działania jej szeregowych żołnierzy, młodszych i średnich dowódców w tym niekończącym się boju z otaczającym nas światem o wydarcie mu tajemnic. Innymi słowy, taktyka nauki to zespół codziennych działań związanych z organizacją wysiłków badaczy i stworzeniem wszelkich warunków do osiągnięcia celu.

Sam J. D. Bernal [L. 5] stwierdził, że: „Nauka wymaga strategii nie mniej jak taktyki i to zarówno w badaniach podstawowych, jak i wiedzy stosowanej. Tendencja do specjalizacji w nauce przejawiająca się w rozwoju specjalnej terminologii i przedłużeniu stażu koniecznego dla rozeznania się w danej gałęzi wiedzy czyni niezbędnym stworzenie pewnych środków dla takiego powiązania poszczególnych dyscyplin, które by im umożliwiło wzajemne korzystanie ze swych osiągnięć.

Próba zastosowania strategii w nauce zakłada konieczność poszerzenia horyzontów myśli naukowej, konieczność brania pod uwagę całości rozwoju nauki, a nie tylko postępów danej dyscypliny i wreszcie konieczność nawiązywania prac naukowych nie tylko do współczesnych obserwacji, lecz także do przeszłości i przyszłości.

W kolejnych częściach opracowania przedstawione poglądy i koncepcje odniesione zostaną do tribologii.

## STRATEGIA BADAŃ TRIBOLOGICZNYCH

Omawiany we wcześniejszych odcinkach „Rozważań o podstawach tribologii” jej dualizm jako dyscypliny w naukach fizykalnych oraz dyscypliny w naukach technicznych generuje możliwość sformułowania dwóch jej celów strategicznych.

**Celem strategicznym tribologii jako dyscypliny w naukach fizykalnych jest wyjaśnienie zjawiska tarcia i jego atrybutów oraz zjawisk związanych ze skutkami tarcia i możliwościami ograniczania ich konsekwencji.** Za kryterium osiągnięcia celu strategicznego w tym aspekcie tribologii powinno być

uznane zbudowanie teorii tarcia, której zakres i struktura umożliwiłyby realizację następujących funkcji:

1. **Funkcja systematyzacji wiedzy** – Teoria naukowa powstaje jako rezultat nagromadzenia obserwacji empirycznych. Sformułowane na tej drodze fakty, hipotezy i prawa są nieodzownymi elementami przy badaniu tarcia. W początkowej fazie kształtowania się dyscypliny naukowej elementy te występują niezależnie od siebie i dlatego uznanie słuszności lub niesłuszności któregoś z nich nastręcza ogromne trudności. Zadaniem teorii jest zamknięcie tych elementów w taki układ, w którym można je uznać za logiczne następstwo pewnych założeń podstawowych. Teoria więc buduje strukturę porządkującą elementy wiedzy naukowej, znajduje dla każdego zaobserwowanego faktu empirycznego miejsce wśród innych obserwacji oraz hierarchizuje wagę poszczególnych obserwacji na podstawie założeń wejściowych.
2. **Funkcja rozszerzania, pogłębiania, uściślenia wiedzy** – Systematyzacja wiedzy naukowej osiągnana za pomocą teorii pozwala na uzasadnienie i interpretację faktów znanych przed powstaniem teorii oraz na uzyskanie przez logiczne wnioskowanie informacji nieznanymi przed zbudowaniem teorii, rozszerzając w ten sposób zakres wiedzy uznawanej za wiedzę naukową.  
Rozpatrywanie łączne wielu faktów empirycznych pozwala na głębsze i bardziej wszechstronne ich wyjaśnienie, a także na weryfikację sądów wydawanych na ich podstawie. Budowanie teorii nie polega więc tylko na sumowaniu posiadanej wiedzy, ale na jej przetworzeniu i weryfikacji wszystkich postaci zdań ogólnych sformułowanych dzięki posiadanej wiedzy.
3. **Funkcja interpretacji i prognozowania zjawiska** – Teoria, stanowiąc element struktury badawczej w nauce, musi realizować także podstawową funkcję, jaką jest wyjaśnienie zaobserwowanych faktów. W tym celu w teorii zamknięte są związki przyczynowo-skutkowe, sformułowane w postaci praw lub co najmniej hipotez. Oddzielne jednak prawa i hipotezy mogą zwykle umożliwić interpretację prostych oddzielnych obserwacji. Wyjaśnienie złożonych zjawisk przyrodniczych wymaga spójnego systemu uzasadnionych, sprawdzonych, niesprzecznych praw i hipotez posiadających wspólne założenia wejściowe. Formułując układy związków przyczynowo-skutkowych teoria umożliwia przewidywanie występowania zjawisk nieznanymi w czasie tworzenia teorii, a także ukierunkowanie badań empirycznych na ich poszukiwanie oraz sugestie metodyczne o sposobach ich realizacji.
4. **Funkcja podnoszenia niezawodności wiedzy** – Połączenie oddzielnych faktów, praw i hipotez w jeden system i związanie ich logicznymi zależnościami sprzyja kształtowaniu się zaufania i pewności wobec prawdziwości

wniosków wynikających z takiego systemu. Oddzielne prawa i hipotezy sprawdzane są tylko tymi obserwacjami, które mają z nimi bezpośredni związek. Przez włączenie ich do jednej wspólnej teorii są one pośrednio weryfikowane na podstawie innych obserwacji wchodzących w zakres tej teorii i logicznie z nimi związanych. Jeżeli więc oddzielne uogólnienie obserwacji empirycznych sprawdzone jest ogromną ilością faktów, to dla uogólnienia tego w ramach teorii weryfikacja rozszerza się do granic stosowalności całej teorii. Prawdopodobieństwo błędnego wniosku w takim przypadku jest przy zachowaniu reguł wnioskowania minimalne.

Ten cel strategiczny zakłada pewną uniwersalność, ponieważ ujęte w nim wyjaśnienie zjawiska tarcia, jego atrybutów i skutków obejmuje układy przyrodnicze (biologiczne, geologiczne itp.) i układy techniczne budowane przez człowieka dla osiągnięcia celów użytkowych. Problemy badawcze mieszczące się w ramach tej grupy celów strategicznych mieszczą się w zakresie odpowiedzialności tribologii jako dyscypliny naukowej i jej naukowego otoczenia – innych dyscyplin naukowych, znajdujących się na tym samym poziomie ogólności sformułowań dotyczących badań rzeczywistości. Tribologia korzysta z wiedzy pozyskanej w innych dyscyplinach naukowych, rewanżując się im elementami własnego dorobku naukowego. Spostrzeżenie to podkreśla interdyscyplinarność tribologii i charakter jej relacji z innymi dyscyplinami badawczymi [L. 6].

**Celem strategicznym wynikającym z lokalizacji w dziedzinie nauk technicznych jest opanowanie metod sterowania tarciami i jego skutkami w różnych systemach tribologicznych.** Idzie tu o systemy wytworzone przez człowieka, w których tarcie jako zjawisko przyrodnicze traktowane jest jak proces techniczny, w którym tarcie zachodzi w przewidywanych fragmentach mechanizmów i maszyn, przyjmuje zakładane wartości parametrów opisujących je oraz przebieg ich zmienności pod wpływem czynników uznanych przez człowieka za właściwe dla osiągnięcia takich systemów.

Znaczna różnorodność systemów tribologicznych spowodowała powstanie wielu sposobów uzyskiwania z nich pożądaných parametrów tarcia i przeciwdziałania niepożądanym jego skutkom. Mankamentem jest pewne nieuporządkowanie wiedzy i brak uogólnień. Wynika z tego pośredni cel mieszczący się między przedstawionymi uprzednio celami zasadniczymi. Polega on na zbudowaniu wspólnej struktury wiedzy tribologicznej mieszczącej w sobie elementy obu tych celów i umożliwiając sformułowanie zadań ogólnych, z których można by było korzystać dla realizacji celów poznawczych i użytkowych tribologii.

Ze względu na to, że znaczną część wiedzy użytkowej tribologii stanowi wiedza potoczna, drugą składową pośredniego celu strategicznego jest transformacja tej wiedzy na język naukowej wiedzy tribologicznej. Polega to na oparciu tribologicznej wiedzy potocznej na uznawanych za słuszne naukowych

podstawach, przede wszystkim tych, które mieszczą się w ramach realizacji przedstawionego wcześniej poznawczego celu strategii tribologii.

Podejście wyrażone w przedstawionych konstrukcjach prowadzi do swoistego holistycznego traktowania tribologii. **Holistyka w tribologii** polega na tym, że obiekt techniczny, w którym zainstalowano kilka mniej lub bardziej od siebie uzależnionych systemów tribologicznych, powinien być traktowany jako całość z punktu widzenia funkcjonalności, trwałości i niezawodności obiektu oraz obsługi eksploatacyjnej i ekonomiki wytwarzania i użytkowania. Tworzy to założenia do powołania kryterium holistycznego sterowania bieżącego użytkowania i okresowej obsługi konserwacyjno-naprawczej. Według tego kryterium stan i zachowanie elementów systemu tłumaczy się dopiero w kontekście całości obiektu, którą tworzą, a która stawia tym elementom inne wymagania, niż kiedy rozpatruje się osobne jednostki elementarne.

## OPERACYJNA SZTUKA BADAŃ TRIBOLOGICZNYCH

Posługując się wcześniej przedstawioną analogią między sztuką wojenną a sztuką badań naukowych przyjmijmy, że sztuka operacyjna w badaniach naukowych to dział sztuki badań naukowych obejmujący teorię i praktykę przygotowania i prowadzenia badań naukowych przez jednostki organizacyjne zmierzające do osiągnięcia celu strategicznego w wybranych problemach badawczych [L. 1].

W sztuce operacyjnej punkt wyjścia stanowią cele i zadania, które należy wykonać. Dla nich dolicza się niezbędne siły i środki, tworząc stosowne do danego celu i zadania struktury [L. 1]. Pierwszym założeniem jakie w tym miejscu należy poczynić, jest stwierdzenie, że zadania operacyjne w badaniach naukowych realizowane są przez ośrodki naukowe, między którymi ustalono podział pracy i zasady współdziałania. Z tego względu związki operacyjne tworzone są dla realizowania określonych zadań i osiągnięcia ustalonych celów badawczych, po osiągnięciu których mogą zostać rozwiązane. Zazwyczaj nie mają one stałego składu instytucjonalnego ani jednakowej struktury.

Tribologii, jako dyscyplinie naukowej, przedmiotem badań której jest tarcie, jego przyczyny, mechanizmy i skutki, można przypisać następujące funkcje operacyjne:

- funkcja opisowa – identyfikacyjna: „co to jest?”
- funkcja opisowa – diagnostyczna: „jak jest?”
- funkcja eksplikacyjna (wyjaśniająca): „dlaczego jest tak a tak?”
- funkcja prognostyczna: „jak będzie?”
- funkcja realizacyjna: „jak działać, aby osiągnąć to a to?”

Na funkcje te składają się „operacje tribologiczne”.

Operacje tribologiczne wywodzą się od **atrybutów tarcia**. Atrybutem przyjęto nazywać „Cechę jakiegoś bytu nieodłączną od niego, czyli taką, bez

której nie mógłby on istnieć, której zatem nie można od niego pojęciowo ode-  
rwać bez zniekształcenia pojęcia o jego istocie”[L. 7].

Historia tribologii wykazuje, że do atrybutów tarcia, a więc objawów wy-  
stępujących we wszystkich systemach tribologicznych, zaliczyć można nastę-  
pujące zjawiska wynikające z warunków wystarczającego i koniecznego istnie-  
nia tarcia:

- opór przemieszczania się elementów systemu,
- zmiana postaci energii doprowadzonej do systemu (transformacja),
- dysproporcja energii doprowadzonej do systemu i transformowanej,
- zmiany jakościowe i ilościowe strefy styku w tym wyprowadzenie cząstek materiału tworzącego tę strefę (zużycie),
- generowanie drgań, w tym drgań w paśmie akustycznym.

Każdy z tych atrybutów jest konsekwencją zjawisk generowanych w styku  
ciał stałych pod wpływem energii własnej tych ciał (elementów systemu tribo-  
logicznego) oraz doprowadzonej do nich energii mechanicznej. Z punktu wi-  
dzenia użytkowych właściwości systemu tribologicznego mogą one być trakto-  
wane jako korzystne, neutralne lub niekorzystne zmiany w tym systemie. Gene-  
ruje to cele strategiczne badań tarcia (przedstawione wcześniej). Dla realizacji  
obu tych celów tribologia posługuje się następującymi działaniami, które moż-  
na nazwać „**operacjami tribologicznymi**”:

- 1) rozpoznanie genezy i objawów atrybutów tarcia,
- 2) zabezpieczenie systemów tribologicznych przed niepożądanymi objawami  
atrybutów tarcia,
- 3) przeciwdziałanie narastaniu i kumulacji niepożądanych objawów atrybutów  
tarcia,
- 4) ograniczanie intensywności działania tarcia i jego niepożądanych atrybu-  
tów,
- 5) w szczególnych przypadkach sytuacji technicznych – zwiększanie wartości  
wskaźników intensywności atrybutów tarcia,
- 6) zabezpieczenie (stabilizowanie) struktury i funkcji systemu tribologicz-  
nego.

Określenia te mogą być uważane za określenie **celów operacyjnych dzia-  
łań tribologicznych**. W przekazach informacyjnych cele te, jak i aktualny stan  
ich osiągnięcia, ujmowane są w układzie **kategorialnym** o następującej struk-  
turze: **tarcie, zużycie, smarowanie**. Ujęcie to jest wyrazem tendencji do inte-  
gracji wewnętrznej poszczególnych kierunków badań tribologicznych. Integra-  
cja operacji bowiem jest praktycznie realizacją celów strategicznych. Przez  
połączenie sił kadrowych oraz środków technicznych wielu ośrodków badaw-  
czych można doprowadzić do wielostronnego zbadania podjętego problemu,  
którego określenie mieści się w nazwie celu operacyjnego. Zbiór takich celów  
powinien umożliwić osiągnięcie celu strategicznego, w pierwszej kolejności



w odniesieniu do określonego, konkretnego systemu tribologicznego (łożyska, przekładni itp.). Na poziomie realizacji celów operacyjnych badań tribologicznych wyraźnie uwidacznia się potrzeba koordynacji działań realizatorów od uzgadniania zamierzeń badawczych do syntezy wyników badań. Znacznym ułatwieniem w tej kwestii jest osiągnięty już dość wysoki poziom informatyzacji ośrodków badawczych umożliwiający połączenie wielu ośrodków badawczych nie tylko w kraju, lecz również w skali międzynarodowej.

Wymaga to jednak innego sposobu planowania i dystrybucji zadań badawczych zmierzających do osiągnięcia wspólnego celu, najpierw operacyjnego i w następnej kolejności strategicznego.

Na zakończenie rozważań o operacyjnej sztuce badań tribologicznych warto zwrócić uwagę na to, że cele operacyjne stanowią podstawę do generowania celów taktycznych tych badań i odpowiadających im zadań taktycznych umożliwiających ich osiągnięcie.

## TAKTYKA BADAŃ TRIBOLOGICZNYCH

**Taktyka** według Słownika języka polskiego [L. 2] to „sposób, metoda postępowania mająca doprowadzić do osiągnięcia określonego celu, działanie według obmyślonego planu”.

J. Bernal [L. 5] kwestię tę ujął następująco: „Taktyka w nauce – to metody działania jej szeregowych żołnierzy, młodszych i średnich dowódców w tym niekończącym się boju z otaczającym nas światem o wydarcie mu tajemnic. Innymi słowy, taktyka nauki to zespół codziennych działań związanych z organizacją wysiłków badaczy i stworzeniem wszelkich koniecznych warunków do osiągnięcia celu”.

Kontynuując tę myśl G. Łachtin [L. 4] stwierdził, że „Przed kierownictwem instytutu lub zakładu badawczego pojawiają się przede wszystkim zagadnienia praktyczne: jak najlepiej wybrać tematykę badań, rozdzielić środki na tematy, zbudować strukturę organizacyjną swej placówki, poprawić zaopatrzenie zakładu, jakimi zasadami kierować się przy doborze pracowników, jak zorganizować ich dzień pracy, czym pobudzić aktywność twórczą, jak przewidzieć konflikty w zespole i uniknąć ich.

Jeśli strategiczne zadania nauki rozwiązywane są w sposób scentralizowany, to w zagadnieniach dotyczących taktyki istnieje znaczna decentralizacja, kierownictwo podejmuje decyzje na podstawie znajomości konkretnej sytuacji, często w warunkach gdy nie ma pełnej informacji. A przecież od poziomu tych decyzji zależy efektywność wykorzystania pracy badaczy i efektywność wykorzystania innych zasobów.

Dlatego właśnie należy wypracować ogólny sposób wyboru rozwiązań i decyzji podejmowanych samodzielnie i niezależnie w różnych instytutach

naukowych, uwzględniając przy tym, że ogólnych rozwiązań być nie może, ogólna może być tylko metodologia podejmowania decyzji”.

Dalej autor stwierdza: „Przed wszystkim wyboru wymagają cele bieżącej pracy placówki, tj. tematyka. Przez optymalny plan tematyczny należy rozumieć taki plan, który najbardziej odpowiada potrzebom społecznym w badaniach danej dziedziny i możliwościom placówki”.

Formułowanie zadań taktycznych stanowi kolejny etap konkretyzacji działań wynikających z celów strategicznych badań tribologicznych. Bardzo często badacz podejmujący realizację zadań taktycznych nie zdaje sobie sprawy z tego, jaki cel strategiczny właśnie realizuje. Dotyczy to przede wszystkim badaczy początkujących, dla których podstawowym celem jest rozwiązanie zadania, które podjął. Dodatkowym czynnikiem wpływającym na pogłębianie się tej sytuacji jest zróżnicowanie wewnętrzne tribologii i wynikające z tego ograniczenie świadomości celów poznawczych na najniższym szczeblu działań poznawczych.

W tribologii jako dyscyplinie w naukach technicznych wyodrębnić można następujące podziały wiedzy, a w konsekwencji również podziały zadań badawczych [6]:

**1. Podział kategorialny** polega na wyodrębnieniu trzech grup zagadnień związanych z tarcieniem, zużyciem i smarowaniem.

Zadania badacza dotyczące tarcia obejmują poszukiwania zależności między warunkami, w jakich odbywa się przemieszczanie będących w styku ciał stałych a parametrami tarcia, za które przyjęto uważać siłę tarcia i współczynnik tarcia. Od chwili, kiedy zgodzono się na dwuczynnikową interpretację tarcia J.W. Kragielskiego, zaprzestano w zasadzie poszukiwania czynników generujących tarcie. Ta makroskopowa interpretacja uznana została za wystarczającą dla celów użytkowych.

Problematyka zużycia polega na poszukiwaniu zależności między warunkami tarcia a parametrami zużycia, za które uznano całkowity ubytek materiału z warstw wierzchnich będących w styku ciał stałych lub jego pochodną po czasie lub drodze tarcia. Pomija się przy tym zmiany jakościowe tych warstw, występujące w ich strukturach i zmieniające właściwości funkcjonalne styku tarciovego a w efekcie całego węzła kinematycznego. Dwie wymienione kategorie są ze sobą związane i mają niejako wspólny program badawczy. Osobną kategorią jest smarowanie, do której włączono poza zagadnieniami dotyczącymi zachowania się środków smarowych w strefie styku tarciovego również zagadnienia technologii komponowania środków smarowych. W ten sposób tribologia poszerzona została o chemię smarów i elementy preparatyki organicznej.

**2. Podział według obiektów** polega na dystrybucji zagadnień według klasyfikacji węzłów kinematycznych.

Podziałem pochodnym wobec niego jest wyróżnienie tarcia ślizgowego, tocznego i wiertnego. Oba podziały wywodzą się genetycznie z przedmiotu „podstawy konstrukcji” wykładanego na wydziałach mechanicznych wyższych uczelni technicznych. Celem tego przedmiotu, a więc i podziału jest ewidencja i rozwój metod projektowania węzłów kinematycznych, w których występuje tarcie zarówno jako czynnik pożądaný, jak i niekorzystny. Wszystkie rozpatrywane obiekty opisywane są według wspólnego programu badawczego, w którym różnice wynikają z uwzględnienia specyficznych zadań funkcjonalnych węzła. W ten sposób tribologia przybiera znamiona dyscypliny taksonomicznej (od „takson” – typ, klasa), tzn. nauki o określonego typu obiektach. W jej ramach następuje dalszy podział na podklasy obiektów, wynikający z dostrzegania różnic specyfiki obiektów zajmujących te podklasy. Należy przy tym zauważyć, że taksonomizowanie tribologii odbywa się bez zachowania zasady rozłączności klasyfikacji. Stąd zdarza się, że te same obiekty rozpatrywane są w różnych klasach i podklasach na podstawie ad hoc przyjętego kryterium klasyfikacyjnego.

**3. Podobnym do poprzedniego, jakkolwiek opartym na innym kryterium, jest podział według zjawisk.**

Niezupełnie precyzyjne kryterium zjawiskowości powoduje, że występują równoległe podziały. Z jednej strony za zjawisko uważa się sytuację wytworzoną w węźle kinematycznym przez warunki tarcia, stąd podział na tarcie suche, mieszane, graniczne itp. Z drugiej strony stosowana jest bardziej fizykalna forma kryterium, z czego wynika podział tworzących się w węźle kinematycznym sytuacji na zjawiska mechaniczne (np. odkształcania), fizyczne (np. adhezja), cieplne (np. przemiany energetyczne) itp. Oba te podziały nie zostały wyczerpane i co jakiś czas wprowadzane są nowe pojęcia i uzupełnienia. Dotyczy to przede wszystkim kryterium fizykalnego, które w zestawieniu z sytuacjami występującymi w węźle kinematycznym spełnia funkcje interdyscyplinarne. Polega to na tym, że sytuacjom takim przypisuje się, nie zawsze słuszne, występowanie w nich jakichś zjawisk fizycznych, które z założenia mają wyjaśnić te sytuacje. Taki sposób postępowania jest próbą powrotu do fizyki, od której tribologia jako dyscyplina w dziedzinie nauk technicznych uległa oddzieleniu.

**4. Podział teleologiczny według kryterium celu strategicznego lub operacyjnego – przeznaczenie wyników badań i procedur transformacyjnych.** Cele te omówiono wcześniej. W praktyce uważa się, że w wielu przypadkach cele te można realizować jednocześnie, posługując się techniką doboru i kształtowania materiałów, doboru środków smarowych, stosując odpowiednie metody obliczeniowe i właściwe metody użytkowe i obsługiwanie obiektów technicznych, w których występują systemy tribologiczne.

**5. Podział branżowy** związany jest z umownym przyporządkowaniem pewnych obiektów do branż produkcyjnych.

Podział branżowy grupuje problemy tribologiczne i odpowiadające im zadania badawcze według zainteresowania branży, nie zaś według ich ważności poznawczej. Często zdarza się, że te same zadania poznawcze podejmuje się z różnych przyczyn lokalnych występujących w różnych działach produkcji. Nieprecyzyjne metody modelowania powodują, że wyniki tych inicjowanych i realizowanych badań są trudne do syntezy przez ich nieporównywalność. Stąd pochodzą ogromne trudności w osiąganiu celów strategicznych tribologii.

Niezależnie od tego, z jakiego podziału pochodzą zadania taktyczne, zachowują one wspólną zasadę realizacyjną. Stanowi ona podstawę schematu postępowania badawczego zawierającego dyrektywy postępowania i jednolitą strukturę kolejności czynności badawczych. W skład tej struktury wchodzi następujące fazy, w których mieszczą się kolejne czynności:

#### **Faza koncepcyjna**

- Sformułowanie genezy zadania badawczego.
- Wybór celu badania, obiektu badań, dokonanie studiów literatury przedmiotu.
- Sformułowanie problemu badawczego.
- Opracowanie hipotez badawczych.
- Dokonanie wyboru miejsca badania, scharakteryzowanie próby badawczej.
- Wybór zmiennych i opracowanie zbieżności między zmiennymi.
- Opracowanie typologii wskaźników charakteryzujących zmienne oraz przyjęcie metod wyznaczania ich wartości.
- Wybór metod, technik i narzędzi badawczych.
- Przyjęcie definicji ważniejszych pojęć związanych z problemem badawczym.
- Wykonanie badań pilotażowych i testów związanych z metodą badawczą.
- Opracowanie ostatecznej wersji problemów badawczych, hipotez, metod i narzędzi badawczych.
- Zgromadzenie literatury przedmiotu, analiza i synteza aktualnego stanu wiedzy o podjętym problemie i problemach zbliżonych.

#### **Faza wykonawcza**

- Opracowanie harmonogramu badań.
- Przeprowadzenie badań właściwych.
- Uporządkowanie wyników badań.
- Opracowanie klucza kodyfikującego.
- Modyfikacja zebranych materiałów i wstępne opracowanie wyników.

#### **Faza weryfikacji**

- Analiza wyników i ocena stanu rozwiązania zadania badawczego.

- Ocena stanu zweryfikowania hipotez.
- Opracowanie stanu wiedzy w świetle zweryfikowanych hipotez.
- Ocena możliwości uogólnienia wniosków i propozycja kierunków dalszych badań dla osiągnięcia celów operacyjnych i strategicznych.

Charakterystyczną cechą badań taktycznych jest to, że jakkolwiek ich wewnętrzna realizacja powinna zachować podaną wyżej procedurę, to poszczególne zadania można traktować indywidualnie i jeśli tylko nie są wbudowane w jakąś strukturę hierarchiczną, mogą być realizowane niezależnie od siebie. Ważne jest tylko to, aby mieściły się w przyjętych celach operacyjnych i strategicznych. Spostrzeżenie to, chociaż nie jest powszechnie uświadomione w środowisku, wyjaśnia przyczynę narastania taktycznej, jednostkowej informacji tribologicznej bez jej kontynuacji na poziomach operacyjnym i strategicznym, na których tworzone są uogólnienia i formułowane przesłanki teoretyczne.

## ZAKOŃCZENIE

W strukturze celów od strategii do taktyki, ta druga obejmuje cele najbardziej szczegółowe i także zadania badawcze. Generowanie struktury zadań w tribologii może odbywać się w dwóch kierunkach. Kierunek pierwszy prowadzi od strategii do taktyki przez badania operacyjne. Działania w tym kierunku polegają na uszczegóławianiu celów i zadań wychodząc od celów strategicznych. Niestety słabość bazy teoretycznej tribologii utrudnia praktyczną realizację tego kierunku.

Drugi kierunek prowadzi od celów taktycznych i po zrealizowaniu odpowiadających im zadań wiedzy przez zadania operacyjne do celów i zadań strategicznych. Zadania taktyczne zwykle mają źródła zewnętrzne i ich geneza wynika z potrzeb techniki. Jeśli mają one cele dotyczące różnych celów społecznych, mogą one „awansować” do poziomu celów strategicznych. Rozważanie zaczyna się jednak od celów taktycznych. Aktualny stan całej struktury poznawczej tribologii wynika z dwukierunkowego podejścia do osiągania celów tribologii jako dyscypliny naukowej.

Powodem, dla którego budowanie systemu celów tribologii zaczyna się od celów taktycznych jest ich elastyczność i możliwość dokładnego zdefiniowania kryterium osiągnięcia celu. W większości przypadków podejmowane są na podstawie więzi środowiska naukowego z praktyką techniczną. Po określeniu potrzeby technicznej jej cel jest transformowany na język celów poznawczych. Jeśli podjęcie i wykonanie takiego zadania zakończy się sukcesem, efekt poznawczy może stać się motorem zmian w kolejnych celach na wyższych poziomach działań.

Wspomniane cechy zadań taktycznych powodują, że na poziomie im odpowiadających celów następuje systematyczne podejmowanie, zawieszanie i uznawanie realizacji celów poznawczych. Najczęstszą przyczyną zawieszania

realizacji celów taktycznych jest niedostatek sił i środków do ich osiągnięcia. Realizacja ta jest wznawiana, jeśli ustaną przyczyny jej zawieszenia. Z tego samego powodu następuje selekcja i wznawianie realizacji takich celów.

## LITERATURA

1. Koziej S.: Teoria sztuki wojennej. Wyd.: Bellona, Warszawa 1998.
2. Szymczak M. (Red.): Słownik języka polskiego t. III, PWN, Warszawa 1983.
3. Laszczyk M., Miszański Wł.: Niektóre dylematy współczesnej sztuki wojennej. [W]: Sztuka wojenna, [red. red. M.Krauze, R.M. Szulc]. Sztuka wojenna. Konteksty teoretyczne i praktyczne. Wyd.: A. Marszałek, Toruń, 2000.
4. Łachtin G.A.: Taktyka nauki, PWN, Warszawa 1972.
5. Bernal J.D.: Nauka o dziejach, PWN, Warszawa 1957.
6. Leszek W.: Jeszcze raz i nieco inaczej o tribologii. MCNEMT, Radom, 1994.
7. Podsiad A.: Słownik terminów i pojęć filozoficznych, Instytut Wydawniczy PAX, Warszawa 2000.

## Summary

**This paper presents an attempt at systematising the issues of tribology research according to the criterion of general cognitive tasks. The existing structure covering strategy, operational art and tactics were used for the systematic attempt like in the art of war. These concepts were adopted for the cognitive tasks of the tribology and the useful conclusions were derived from them.**