

**FLIZIKOWSKI Józef, MROZIŃSKI Adam, TOMPOROWSKI Andrzej,
MACKO Marek, JANKOWSKI Marek**

MECHANICZNA INŻYNIERIA INNOWACJI MASZYN

Streszczenie

W opracowaniu zaproponowano sformalizowane podejście do innowacji maszyn. W wyniku rozpatrzenia stanu wiedzy, praktyki i wątpliwości dotyczących mechanicznego, inżynierskiego, energetycznego i środowiskowego charakteru innowacji maszyn, urządzeń i instalacji, na przykładzie rozdrabniaczy, określono i wyłoniono jej problematykę i metody naukowe. Metody polegające na formułowaniu metateorii inżynierii procesu, nowych idei, rozwiązań, nowych warunków wdrożeń i nowoczesnego monitorowania ich stanów oraz przemian w eksploatacji; dalej ich weryfikacji doświadczalnej, stosowanej i celowej działalności badawczej, na zabiegach poznawczych technicznej, maszynowej inżynierii innowacji.

WSTĘP

Każda dyscyplina wiedzy, w tym mechaniczna inżynieria innowacji maszyn (MIIM), jeśli ma być uznawana w nauce, musi odznaczać się zarówno pewnymi cechami wspólnymi dla wszelkich przedmiotów naukowych, jak i wyodrębnić się czymś spośród nich. Pierwsze decydują o tym, czy może ona w ogóle zasługiwać na miano nauki, drugie zaś o tym, czy ma ona prawo do samodzielnego bytu [1, 4, 5].

Mechaniczna inżynieria innowacji maszyn należy do tych, nielicznych już dziś obszarów nauk technicznych, których cechy metodologiczne nie zostały do końca określone. Toteż ciągle jeszcze jest ona przedmiotem różnych sporów i kontrowersji. Sięgają one niekiedy tak daleko, iż w ogóle kwestionują jej naukowy charakter, a więc miejsce w dyscyplinie „budowa i eksploatacja maszyn”, w rodzinie nauk technicznych [2, 3].

Przy pewnego typu interpretacjach MIIM jest niczym innym, jak zbiorem dyrektyw na użytek praktyków, a wyprowadzonych z innych przedmiotów nauk przyrodniczych [1, 6]. W takim przypadku nie mogłaby ona być, rzecz jasna, przedmiotem naukowym, bowiem nie miałaby własnej problematyki badawczej i własnej metodologii jej rozwiązywania. Według jeszcze innej koncepcji, MIIM miałaby być dziełem teoretycznych dociekań z zakresu różnych dyscyplin jak: mechanika, energetyka, ekologia, podstawy jakości, ochrona środowiska, teoria systemów oraz podstawy konstrukcji – budowy i eksploatacji maszyn, urządzeń oraz instalacji. Staje się wówczas sprawą dyskusyjną, czy pewne elementy tych nauk połączone z sobą stanowią oddzielną dyscyplinę, czy też można ponadto wyodrębnić jakiś zasób wiedzy, który wszedł w zakres tamtych dyscyplin, a który zasługuje na miano MIIM.

Celem opracowania było rozpatrzenie stanu wiedzy, praktyki i wątpliwości dotyczących mechanicznego, inżynierskiego, energetycznego i środowiskowego charakteru innowacji maszyn, urządzeń i instalacji, na przykładzie rozdrabniaczy.

1. ZAŁOŻENIA

W świetle założeń metodologii, które przyjmujemy za teoretyczną podstawę niniejszych rozważań, każda nauka jest zbiorem zdań opisujących rzeczywistość. Zrozumiałe, iż zdania te wymagają pewnej systematyzacji oraz że muszą być one ustalane na podstawie kryteriów pozasubiektywnych, na podstawie określonych, sprawdzalnych przesłanek. Nie jest jednak w przypadku MIIM, jasne ani jaki rodzaj systematyzacji twierdzeń ma w niej zastosowanie, ani też droga ich ustalania.

Toteż wstępna charakterystyka metodologiczna tego obszaru nauki wymaga odpowiedzi na następujące pytania:

- Jaki rodzaj działalności badawczej znajduje się u podstaw powstawania naukowej wiedzy technicznej innowacji. Na jakim materiale danych nauka ta jest budowana. Jest to więc problem **przesłanek**, a co za tym idzie, rodzaju zabiegów poznawczych, takich jak: wyobraźnia, myślenie, racjonalizm, inteligencja, pojętność, talent, na podstawie których ma być budowana MIIM.
- Jakiego rodzaju problemy badawcze miałyby rozwiązywać MIIM, a więc jakim wycinkiem rzeczywistości miałyby się zajmować: inteligentne teorie idei, konstrukcji, procesu, czynności i ruchu nowości. Jest to więc kwestia dokładniejszej, merytorycznej analizy i opisu **twierdzeń** wchodzących w jej skład, np. mechaniki, budowy i eksploatacji maszyn.
- Dla pełnej charakterystyki metodologicznej konieczne jest ustalenie, w jaki sposób i wedle jakich zasad ma się dokonywać systematyzacja wyników badań MIIM, np. możliwości osiągnięcia wartości, dóbr, efektywności działania systemów, jakości uzyskiwanych produktów i usług, nieszkodliwości oddziaływania procesów i produktów; a więc jaka ma być **struktura** tej nauki

Sprawa nauki inżynierskiej MIIM: inżynierii mechanicznej nieznanych maszyn, instalacji, urządzeń przetwórstwa, praktycznej i środowiskowej przydatności MIIM, jej zasobu wiedzy, staje się szczególnie doniosła wtedy, kiedy w społeczeństwie wzrasta rola i ranga kultury, zwłaszcza kultury technicznej. Wiemy, że takie maszyny, procesy i zjawiska są ściśle związane z przemianami społecznymi, które polegają na kształtowaniu się i umacnianiu innowacyjnych form życia zbiorowego. Wiedza, umiejętności, postawa twórcza, to najważniejsze potrzeby i cechy, w które należy wyposażać absolwentów, na trzech stopniach kształcenia: inżynierskim, magisterskim i doktorskim, ale również inżynierów pracujących w gospodarce.

Są więc nieodzowne odpowiedzi na pytania:

- jaka wiedza,
- jakie umiejętności,
- jaka postawa innowatora jest niezbędna, aby inżynieria innowacji maszyn nie toczyła się bezwładnie?

Bezwładnie zdaje się toczyć cała potężna przestrzeń maszyn, procesów, materiałów konstrukcyjnych, a przede wszystkim następstw ich działania w środowisku. Jest to przywilej entropii, czyli naturalnej dążności materii do bezwładnego ruchu. Ruchu owoców i następstw innowacyjności, tworzenia (działania) bez sterowania, bez władzy człowieka. Jaka postawa? Solidarna postawa twórcy MIIM, to poczucie się do: współodpowiedzialności za osiągnięcia i dorobek poprzedników, współodpowiedzialności tworzenia dla przyszłości; współdziałania z poprzednikami, obecnymi i następcami; zgodności i jedności interesów wszystkich klas, wytwórców i myśli wobec środowiska żywności, pasz i energii. Jakie jest znaczenie środowiska naturalnego? Nie ma obiektywnej potrzeby podkreślania środowiskowego charakteru MIIM. Jest natomiast, na pierwszym etapie przewidywania, propagowania, programowania ich rozwoju, potrzeba: sterowania, regulacji i kompensacji środowiska naturalnego, przez zaprojektowanie właściwych środowiskowo, stanów i przemian inżynierii mechanicznej systemu/układu.

2. INNOWACJA ROZDRABNIACZY

Mechaniczna inżynieria innowacji rozdrabniaczy materiałów biologicznych, z jednej strony skierowana jest na nowe warunki techniczne: idee, konstrukcje, sposoby i warunki działania maszyn/procesów; z drugiej - na jakość produktu przed, w czasie i po rozdrabnianiu oraz na cele dalszego użycie produktu: spożywcze, paszowe, energetyczne lub chemiczne; na efektywne przetwarzanie i nieszkodliwość oddziaływania produktu/procesu na siebie, system techniczny i otoczenie/środowisko naturalne, czyli na stany postulowane.

Wynikiem efektywnego i nieszkodliwego działania technicznych systemów rozdrabniania biomasy, np. ziarnistej są: jakość odpowiedniej (maksymalizowanej) masowej/objętościowej ilości produktu (wydajności), minimalne zapotrzebowanie mocy, a w konsekwencji minimalne zużycie energii na jednostkę wydajności celowego (granulometrycznie, jakościowo) produktu. Wysoka jakość, efektywność i nieszkodliwość są najważniejszymi stanami postulowanymi.

Stąd za kryteria oceny stanu, przemian i kryteria wyboru rozwiązania wielotarczowego - stany postulowane SP(Q) spożywczego, paszowego, energetycznego lub chemicznego systemu rozdrabniania, w środowisku naturalnym, możemy przyjąć wysoką:

1. Jakość materii, żywności, paszy, nośnika energetycznego, surowca, tworzywa, elementu, produktu, odpadu, konstrukcji, mocy, energii;
2. Efektywność energetyczną (sprawność, trwałość, niezawodność, funkcjonalność, jednostkowe zużycie energii), ekologiczną (wykorzystanie potencjału odpadowego z przemysłu spożywczego, alternatywnego zastosowania paszowego, energetycznego, zastąpienie węgla kamiennego biomasa, zmniejszenie emisji i zanieczyszczenia powietrza (redukcja tlenków azotu o 70% i siarki – do 90%, powstanie lokalnego, odnawialnego źródła energii, np. z pieczywa odpadowego) i ekonomiczną (utrzymanie stałych cen energii, ciepła, dywersyfikacja konwencjonalnych źródeł energii: węgla, miału węglowego, gazu ziemnego i oleju opałowego) działania maszyn, urządzeń, instalacji, linii technologicznej;
3. Nieszkodliwość oddziaływania produktu, procesu, układu procesowego (procesującego) na otoczenie, środowisko i w wewnętrznych relacjach (a nawet nowe miejsca pracy przy dystrybucji i przetwórstwie biomasy, aktywizacja zawodowa mieszkańców wsi, bezrobotnych, dodatkowe dochody, wykorzystanie użyteczne odpadów).

Warunki techniczne Wt (idee, cechy konstrukcyjne elementów, relacje, sterowanie i czas $Ck(E,R,s,t)$), z założenia prowadzące do wystąpienia stanów postulowanych SP, polegają na nowych, modernizowanych lub optymalizowanych (tabela 1):

1. Technicznych ideach projektowych, konstrukcyjnych rozwiązań, wytwórczych/przetwórczych, sposobach przetwarzania biomasy (zgniatanie, kruszenie, cięcie, skręcanie, złożone stany obciążeń i odkształceń, wyciskanie, filtracja itd.), aplikacjach, rynku, organizacji;
2. Cechach konstrukcyjnych środków technicznych: maszyn, urządzeń, instalacji procesu, sterowania, informacji i logistyki zaopatrywania;
3. Czynnościach, parametrach procesu, ruchu elementu, surowca, nośnika energii, produktu i relacjach układu procesowego (np. przetwarzania biomasy na biopaliwa).

Problemy badawcze mechanicznej inżynierii innowacji rozdrabniaczy, najczęściej pro wdrożeniowe, polegają na badaniach przemysłowych i pracach rozwojowych, odkrywaniu warunków technicznych dla racjonalnych stanów postulowanych.

Tab. 1. Mechaniczna inżynieria innowacji rozdrabniaczy

Etap innowacji	Istota twórczości	Uwarunkowania																														
1. Metateoria	Możliwość rozdrabniania materiałów ziarnistych, z wykorzystaniem techniki ścinania nitów.	Ukierunkowanie rozwiązania: materiały lepkosprężyste, wilgotne, trudno rozdrabniane, ziarniste,																														
2a. Odkrycie, ośnienie: nowe idee rozdrabniania	<p>Wizualizacje idei</p> <p>a)  b)  c) </p> <p>a) oznaczenie momentów i obciążeń; F_s – siła ścinania, M_b – moment zastępczy, F_H – siła prostopadła do kierunku przemieszczenia płaskowników, F_V – siła styczna, F_{RH}, F_{RV} – siły reakcji na krawędziach listwy, s – szczelina, b) naprężenia występujące w próbce dla przemieszczenia płaskowników na odległość 75% grubości próbki; τ – naprężenia styczne, σ – naprężenia normalne, c) naprężenia występujące w próbce w przypadku przemieszczenia płaskowników na odległość 50% grubości próbki</p>	Odkrywana idea odkształcania elementów wypełnień w otworach przesuwających się listew; ruch jednej listwy, tarczy, bębna z otworami, ruch wielu listew, tarcz, bębnow, ...																														
2b. Odkrycie, ośnienie: nowa konstrukcja	 <p>Wizualizacje konstrukcji</p> <p>Zespół rozdrabniający wielobębnowy, wielootworowy</p>	Odkrywana jest głównie konstrukcja zespołu procesowego: geometryczna, materiałowa, dynamiczna postać, wymiary i tolerancje jego elementów.																														
2c. Odkrycie ośnienie: nowy proces	<table border="1" data-bbox="502 1422 1093 1646"> <thead> <tr> <th>Cecha, parametr ruchu</th> <th>Tarcza I</th> <th>Tarcza II</th> <th>Tarcza III</th> <th>Tarcza IV</th> <th>Tarcza V</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Prędkość obrotowa, n, min^{-1}</td> <td>768</td> <td>756</td> <td>756</td> <td>714</td> <td>702</td> </tr> <tr> <td>Prędkość obrotowa, n, s^{-1}</td> <td>12,8</td> <td>12,6</td> <td>12,6</td> <td>11,9</td> <td>11,7</td> </tr> <tr> <td>Prędkość kątowna, $\omega, \text{rad} \cdot \text{s}^{-1}$</td> <td>80,38</td> <td>79,12</td> <td>79,12</td> <td>74,74</td> <td>73,46</td> </tr> <tr> <td>Przełożenie kinematyczne, $i_k = \omega_i / \omega_n, -$</td> <td>0,7647</td> <td>0,8750</td> <td>1,00</td> <td>1,1429</td> <td>1,3077</td> </tr> </tbody> </table>	Cecha, parametr ruchu	Tarcza I	Tarcza II	Tarcza III	Tarcza IV	Tarcza V	Prędkość obrotowa, n, min^{-1}	768	756	756	714	702	Prędkość obrotowa, n, s^{-1}	12,8	12,6	12,6	11,9	11,7	Prędkość kątowna, $\omega, \text{rad} \cdot \text{s}^{-1}$	80,38	79,12	79,12	74,74	73,46	Przełożenie kinematyczne, $i_k = \omega_i / \omega_n, -$	0,7647	0,8750	1,00	1,1429	1,3077	Istotną rolę, ze względu na procesy, dynamiki odkształceń ośrodków wielofazowych, odgrywa różnica prędkości między tarczami.
Cecha, parametr ruchu	Tarcza I	Tarcza II	Tarcza III	Tarcza IV	Tarcza V																											
Prędkość obrotowa, n, min^{-1}	768	756	756	714	702																											
Prędkość obrotowa, n, s^{-1}	12,8	12,6	12,6	11,9	11,7																											
Prędkość kątowna, $\omega, \text{rad} \cdot \text{s}^{-1}$	80,38	79,12	79,12	74,74	73,46																											
Przełożenie kinematyczne, $i_k = \omega_i / \omega_n, -$	0,7647	0,8750	1,00	1,1429	1,3077																											
3. Wdrożenie: badania przemysłowe, prace rozwojowe	 <p>Badania możliwości technicznych, technologicznych i ekonomicznych producenta; oraz projektowanie koniecznych modernizacji technologicznych.</p>	Liczy się wdrożenie globalne, zintegrowane ekologicznie, energetycznie i gospodarczo. Tu najważniejsze jest monitorowanie czynnego procesu!																														

Chociaż, podobne problemy rozwiązuje modernizowanie i optymalizowanie. Jakie są różnice między tymi trzema metody postępu, rozwoju?

Istota metod:

1. optymalizacja – polega na modelu matematycznym stanów postulowanych i warunków technicznych, przez którego analizę (analityczne badania optymalizacyjne) ułatwione są poszukiwania cech, parametrów i wdrożenie - najlepszego środka, sposobu, czynności technicznej, np. zoptymalizowanego urządzenia rozdrabniającego bio-surowce dla potrzeb przemysłu spożywczego, paszowego, czy energetycznego;
2. modernizacja – na fragmentarycznym zastosowaniu modelu matematycznego i dużej pomysłowości, koncipowaniu nowszych idei, konstrukcji - dla unowocześnienia i wdrożenia zespołu, operacji, ruchu technicznego, np. zmodernizowanego ruchu zespołów maszyny, urządzenia, instalacji rozdrabniania,
3. innowacja – według własnej i tworzonej wiedzy, polega na sformalizowanym postępowaniu, rozpoczynającym się od wymyślenia **nowej teorii** – metateorii, w odpowiedzi na tę teorię - wymyśleniu, **wykoncypowaniu nowych rozwiązań** (środków, sposobów, czynności), po zweryfikowaniu koncepcji kryteriami wyboru – prowadzi przez dobrze zrealizowane **wdrożenie nowości**, do czuwania nad jakością uzyskiwanego produktu i następstwami działania nowości w eksploatacji za pomocą niekończącego się **aktywnego monitorowania**; więc głównie polega na wyobraźni, pomysłowości, wymyśleniu i wdrożeniu - nowego środka, sposobu, czynności technicznej, np. nowego urządzenia mechanicznej inżynierii rozdrabniania z wszystkimi konsekwencjami rynkowymi, organizacyjnymi i technicznymi.

W tym świetle wstępna charakterystyka metodologiczna pro wdrożeniowych przesłanek, twierdzeń i struktury mechanicznej inżynierii innowacji rozdrabniaczy materiałów biologicznych, polega na:

- Formułowaniu metateorii inżynierii rozdrabniania, nowych teorii pobudzających do koncipowania nowych idei, rozwiązań, nowych warunków wdrożeń i nowoczesnego monitorowania ich stanów oraz przemian w eksploatacji; dalej ich weryfikacji doświadczalnej, stosowanej i celowej działalności badawczej, zabiegach poznawczych technicznej, maszynowej inżynierii innowacji. Daje to zabiegi poznawcze, materiał danych, przesłanki – na których nauka mechanicznej inżynierii innowacji maszyn jest budowana.
- Formułowaniu celowościowych problemów i ich rozwiązań, pytań o warunki techniczne Wt: o nowe idee rozdrabniania, nową konstrukcję rozdrabniacza lub inne nowe konstrukcje maszyn, urządzeń rozdrabniania, nowe parametry, przyrządy, obrabiarki do przetwórstwa, wytwarzania, nowe obszary użytkowania, obsługiwanie, zasilania systemu, które są niezbędne dla zaistnienia kulturowo postulowanego stanu SP: wartości, dóbr, wysokiej efektywności działania, jakości produktu, nieszkodliwości oddziaływania procesu i produktu. Te problemy badawcze, w oparciu o dokładniejszą, merytoryczną analizę i opisy twierdzeń wchodzących w jej skład, mają być rozwiązywane przez mechaniczną inżynierię innowacji rozdrabniaczy.
- Ustaleniu struktury tej nauki, optymalizacji, modernizacji, innowacji – jako metod naukowych, wskaźników zmiennych materiału, maszyny, przetwarzania i celu w systemach: procesowym, sterowniczym, informacyjnym i logistycznym, czyli środowiskowo racjonalnych sposobów i zasad inżynierii mechanicznej systemów, gdzie ma się dokonywać systematyzacja wyników badań innowacyjnego rozdrabniania.

WNIOSKI

Mechaniczna inżynieria innowacji maszyn jest wydzielonym obszarem innowacji, która jest przedmiotem rozwoju i postępu technicznego. Jest więc dla niej miejsce w dyscyplinie „budowa i eksploatacja maszyn”, w dziedzinie nauk technicznych.

MIIM ma własną problematykę badawczą i własną metodologię jej rozwiązywania. Przykład innowacji rozdrabniaczy pokazuje, że są takie zasoby wiedzy, które zasługuje na miano mechanicznej inżynierii innowacji. Problematyka i metoda innowacji maszyn polegają na sformalizowanym postępowaniu, rozpoczynającym się od wymyślenia nowej teorii – czyli metateorii, dalej - w odpowiedzi na tę metateorię: odkryciu, wymyśleniu, wykoncypowaniu nowych rozwiązań (idei, środków, sposobów, czynności), po zweryfikowaniu koncepcji - według kryteriów wyboru – postępowanie innowacyjne prowadzi, przez dobrze zrealizowane wdrożenie nowości, do czuwania nad jakością uzyskiwanego produktu i następstwami działania nowości w eksploatacji za pomocą niekończącego się aktywnego monitorowania; więc inżynieria innowacji, głównie polega na wyobraźni, pomysłowości, wymyśleniu i wdrożeniu idei - nowego środka, sposobu, czynności technicznej, np. nowego urządzenia mechanicznej inżynierii rozdrabniania z wszystkimi konsekwencjami aplikacyjnymi, rynkowymi, organizacyjnymi i technicznymi.

BIBLIOGRAFIA

1. Burnewicz, J. (2009). *Innovative perspective of transport and logistics*. Gdańsk, Poland: Wydawnictwo Uniwersytetu Gdańskiego.
2. Flizikowski, J. B. (2011). *Intelligent grinding system*. Inżynieria i Aparatura Chemiczna nr 3/2011, (pp.22-23). Warszawa, Poland: SIGMA-NOT Sp. z o.o..
3. Flizikowski J., Bieliński K., (2013): *Technology and Energy Sources Monitoring: Control, Efficiency, and Optimization*. IGI GLOBAL USA; ISBN13: 9781466626645, ISBN10: 146662664X, EISBN13: 9781466626959
4. Kłos, Z. (2011). *Pro-innovative and pro-quality approach in product development*. Inżynieria i Aparatura Chemiczna nr 3/2011, (pp. 37-38). Warszawa, Poland: SIGMA-NOT Sp. z o.o..
5. Niederliński, S. (1987). *System i sterowanie*. Warszawa, Poland: PWN.
6. Macko, M., Boniecka, M. & Drop, A. (2011). *Life cycle assessment of grinders Rusing SoliWorks Sustainability application (in polish)*. Inżynieria i Aparatura Chemiczna nr 3/2011, (pp. 49-50). Warszawa, Poland: SIGMA-NOT Sp. z o.o..
7. Tomporowski, A. (2011). *Structure development of biological material shredders. Part I and II (in polish)*. Inżynieria i Aparatura Chemiczna nr 3/2011, (pp. 75-78). Warszawa, Poland: SIGMA-NOT Sp. z o.o..

MECHANICAL ENGINEERING OF MACHINE INNOVATION

Abstract

The study proposed a formalized approach to innovation. As a result of the examination of the state of the art, practice, and concerns about mechanical engineering, energy, and environmental innovation nature of the machinery, equipment and installations, on grinders example, are defined the problems and scientific methods. The methods of formulating metatheories process engineering, new ideas, solutions, their conditions and changes in operation, new deployments and monitoring; as their experimental verification, applied and targeted research activities on specific cognitive machinery,

Autorzy:

FLIZIKOWSKI Józef, MROZIŃSKI Adam, TOMPOROWSKI Andrzej - Wydział
Inżynierii Mechanicznej UTP w Bydgoszczy

MACKO Marek - Wydział Matematyki Fizyki i Techniki UKW w Bydgoszczy

JANKOWSKI Marek - ADP Bydgoszcz