

## TERMIELEKTRYCZNE FORUM W BELFAŚCIE i nowoczesne trendy w rozwoju termoelektryczności

*„Czy mogła termoelektryczność uratować RMS Titanic”? Poster z takim intrygującym tytułem został wisienką na torcie XVII Międzynarodowego Forum Termoelektryczności, które w dniach 15-18 maja br. odbyło się w stolicy Irlandii Północnej i zostało zorganizowane przez Międzynarodową Akademię Termoelektryczną (ITA) wspólnie z Queen's University of Belfast. Ogromne zainteresowanie mieszkańców Belfastu dotyczące wszystkiego, co wiąże się z tragiczną historią „Titanica” nie jest przypadkowe. Statek zbudowano w miejscowej stoczni. Obok niej działa muzeum, w którym wystawiono liczne dokumenty, zdjęcia, elementy statku, rzeczy pasażerów etc. Ale jaka jest w tym rola termoelektryczności?*

Autor publikacji V. Razińkov z Instytutu Termoelektryczności w Czerniowcach opisuje następującą historię. Podczas budowy statku do Belfastu przyjechali dwaj niemieccy wynalazcy, którzy w 1901 roku uzyskali patent na czujnik termoelektryczny (prototyp współczesnych kamer termowizyjnych). Czujnik ten był w stanie wykryć w oceanie górę lodową w odległości 8 km. Wynalazcy zaproponowali właścicielowi „Titanica” kupno praw do ich patentu i zainstalowania czujnika na statku. Właściciel uznał to za zbędne, powołując się na szczególne środki bezpieczeństwa przyjęte w rozwiązaniu konstrukcji statku, w tym przede wszystkim jego kadłuba, który został podzielony na szereg hermetycznych oddzielonych od siebie przedziałów. Założono, że statek nie zatoni nawet wtedy, gdy cztery przedziały wypełnią się wodą.

Tragicznej nocy 14 kwietnia 1912 roku marynarze z „bocianiego gniazda” zauważyli górę lodową w odległości zaledwie 600 metrów. Tego dystansu nie wystarczyło, mając na uwadze ogromną bezwładność statku. Kapitan wydał polecenie, aby gwałtownie skrócić w lewo, ale już nie mógł uniknąć kolizji. Iceberg rozdarł poszycie prawej burty statku na długości 6 (sześciu!) przedziałów (ponad 90 metrów), którym woda wdarła się do środka. W rezultacie, statek powoli poszedł na dno. Według różnych danych, zginęło wówczas od 1500 do 1635 osób... Zatem, czy termoelektryczność mogła uratować „Titanica”? Wydaje się, że tak.

Przypomnijmy naszym Czytelnikom, że Międzynarodowa Akademia Termoelektryczna powstała w 1994 roku i obecnie zrzesza ponad 80 wybitnych naukowców i praktyków z 28 krajów, pracujących w dziedzinie termoelektrycznego przekształcenia energii. Do aktualnych kierunków działalności Akademii należą: poszukiwanie nowych, bardziej efektywnych materiałów termoelektrycznych i badania ich właściwości, opracowanie przemysłowych technologii produkcji tych materiałów i modułów wytwarzanych na ich bazie, praktyczne zastosowanie termoelektryczności, w tym generacja energii elektrycznej, termoelektryczne chłodzenie i klimatyzacja, termometria.

Co dwa lata ITA organizuje Forum światowe, z których ostatnie trzy poświęcono odkrywcom zjawisk termoelektrycznych. Tegoroczne Forum było dedykowane jednemu z ojców teorii zjawisk termoelektrycznych **Williamowi Thomsonowi** (Lord Kelvin), który urodził się i pracował w Belfaście. W pierwszym dniu obrad Forum wygłoszono kilka referatów nawiązujących do działalności naukowej W. Thomsona nie tylko w obszarze termoelektryczności, ale także termodynamiki, chłodnictwa i kriogeniki. W pozostałe dni członkowie Akademii i kandydaci na członków prezentowali własne osiągnięcia.

Na zakończenie Forum na walnym zgromadzeniu Akademii tradycyjnie wybrano nowych członków i przyznano Honorowe Złote Nagrody. Jak dotąd takie nagrody otrzymało 13 naukowców i 17 firm lub instytucji z całego świata. W tym roku przyznano 3 nagrody.

W kategorii „Za wybitne osiągnięcia w termoelektryczności” nagrodę otrzymał profesor dr hab. inż. **Sergij Filin** z Zachodniopomorskiego Uniwersytetu Technologicznego w Szczecinie za osiągnięcie najwyższych na świecie wskaźników energetycznych stacjonarnych domowych i transportowych chłodziarek termoelektrycznych.

Dwie pozostałe nagrody otrzymali:

- profesor **A. Kasian** (Technical University of Moldova) za zasadniczy wkład w rozwój teorii termoelektryczności, zwłaszcza opracowanie organicznych materiałów termoelektrycznych;
- dr inż. **A. Pustovalov** (JSC Research-Industrial Enterprise «BIAPOS», Moskwa) za opracowanie generatorów termoelektrycznych pracujących w warunkach bezobsługowych na rosyjskich i amerykańskich stacjach kosmicznych.

Od 2017 roku drugim przedstawicielem Polski w Akademii został dr hab. inż. **Krzysztof Wojciechowski**, profesor Akademii Górniczo-Hutniczej im. Stanisława Staszica w Krakowie, którego wybrano na członka rzeczywistego ITA. Jego referat zatytułowany „Generatory termoelektryczne: od materiałów do przyrządów” prezentował kompleksowe podejście do problemu efektywności generatorów termoelektrycznych przeznaczonych do utylizacji ciepła spalin samochodów” i spotkał się z dużym zainteresowaniem i akceptacją obecnych na sali obrad. Wręczenie nagród i dyplomów nowym członkom Akademii odbyło przy pomniku Kelvina w pięknym uniwersyteckim ogrodzie botanicznym.

Zasięg współpracy międzynarodowej ITA staje się coraz bardziej szeroki. Rośnie udział takich krajów jak Niemcy, Chiny, Japonia, a także krajów, które wcześniej do potęg w dziedzinie termoelektryczności nie należały: Indie, Grecja, Polska. Odzwierciedleniem wzrastającej roli Indii





i wielkości tamtejszego rynku zostało wybrane na członka ITA dr inż. S. Chatterjee (MECON Ltd., Indie) na nowego wice-prezydenta Akademii.

Jednym z ważniejszych zadań Forum, oprócz wymiany informacji i poglądów, jest określenie trendów rozwoju termoelektryczności, analiza osiągnięć i porażek, wskazanie najważniejszych problemów, wymagających rozwiązania. Tą misję zawsze przyjmuje na siebie Prezydent ITA prof. Lukian Anatychuk, występujący z podsumowaniem pracy Forum. Tym razem jego oceny i prognozy nie były szczególnie optymistyczne. Poniżej przedstawię główne tezy jego wystąpienia.

- Niska efektywność generatorów termoelektrycznych (TEG) stoi na przeszkodzie ich przemysłowego zastosowania. Projekty termoelektryczne coraz częściej przegrywają przetargi i granty na korzyść maszyn parowych, których współczynnik COP (13-15%) również nie jest wysoki, ale nadal jest dwukrotnie wyższy niż dla urządzeń termoelektrycznych.
- Niezbędna jest „komputeryzacja termoelektryczności”. Na poziomie modułów termoelektrycznych sytuacja prezentuje się przyzwoicie: są programy komputerowe, w tym dla wymienników ciepła. Natomiast na poziomie materiałów tego nie ma. Powinny pojawić się programy pozwalające na optymalizację parametrów materiałów termoelektrycznych. Zaczynając od komórek i dalej do kryształów i materiałów końcowych. Obecnie wszystko wykonuje się eksperymentalnie. Traci się na to mnóstwo czasu, sił i pieniędzy. Temu, kto opanuje takie technologie komputerowe, będzie gwarantowany sukces biznesowy.
- Sukces prac w zakresie stworzenia TEG dla środków transportu jest uzależniony od ceny wytworzonej energii elektrycznej. Takie generatory będą konkurencyjne jedynie w tym przypadku, jeśli koszt wytworzenia energii zmieści się w granicach 0,2...0,5 \$/W. Z kolei ten koszt i sama konkurencyjność silnie zależy od poziomu temperatury górnego źródła. Dla silników benzynowych ta temperatura wynosi 300-350°C i tu konkurować z maszynami parowymi jest najtrudniej, ale przy temperaturze górnego źródła poniżej 200°C maszyny parowe stają się zbyt duże i drogie. W tym zakresie temperatur tkwi szansa termoelektryczności.
- W rozwinięcie poprzedniej tezy, tzw. „ogony temperaturowe” spalania węglowodorów kształtują się na poziomie około 80°C. W takim zakresie temperaturowym wystarczy, aby generator termoelektryczny osiągał współczynnik COP około 5%. Sumaryczna moc, którą można uzyskać z taką sprawnością wynosi  $1,5 \times 10^{12}$  W, co jest równoważne mocy wszystkich elektrowni jądrowych na Ziemi.
- Zbudowany w Japonii pierwszy w świecie TEG, wykorzystujący energię oceanu (różnicę temperatur na powierzchni i na głębokości około 3 km – red.) zużywał całą swoją moc na przepompowanie wody. Tu decydującą rolę odgrywa „czynnik skali”. Przy większej mocy, tzn. ponad 5 kW, podobna elektrownia staje się rentowna, mimo że jej współczynnik COP wynosi zaledwie 0,2-0,5%, a gęstość strumienia ciepła to około 1 do 2 W/m<sup>2</sup>.
- Dużo prac poświęcono badaniom własności tzw. materiałów egzotycznych. Ze względu na cenę i niewielkie zasoby ich konkurencyjność budzi duże wątpliwości.
- Swoistym czynnikiem hamującym projektowanie TEG jest żywotność materiałów. Ale czy zawsze powinna ona być wysoka? Nie, nie zawsze. Przykładowo, dla samochodów może ona być nawet mniejsza od 10 000 godzin. Obniżając wymagania co do żywotności, można osiągnąć obniżenie kosztów własnych generatora. Fachowcy Instytutu Termoelektryczności NAN Ukrainy podejmują się wyzwania dotyczące sformułowania wymagań wobec materiałów dla samochodowych TEG, co powinno przyspieszyć i wspomóc pracę nad opracowaniem dla nich odpowiednich materiałów.
- Prezydent ITA **wysoko ocenił stan rozwoju w zakresie chłodzenia termoelektrycznego** na tle innych kierunków (możliwe, że dlatego jedną z nagród ITA uhonorowano osiągnięcia właśnie w tym obszarze – red.). Jego zdaniem, tu mamy najmniej pro-



blemów, konkurencyjność chłodziarek termoelektrycznych rośnie.

- Miniaturyzacja modułów termoelektrycznych stawia przed teoretykami nowe trudne pytania. Powstające w mikromodułach duże gradienty temperatur potrzebują odpowiedzi, na ile ma tu zastosowanie klasyczna termodynamika. Nasza wiedza o fizyce kontaktów jest na razie zbyt uboga.
- Wszyscy są wyznawcami klasycznej termopary. Stworzona przez nas uogólniona teoria wskazuje, że są dziesiątki potencjalnie lepszych wariantów. Przykładowo, jako gałąź termoelementu można wykorzystać materiał porowaty, aby nośnik ciepła przepływał wzdłuż wysokości termoelementu w kanałach tego materiału. „Fizyka pokazuje”, że tym sposobem można polepszyć wskaźniki energetyczne 1,7 razy. Z tej możliwości jak na razie nikt nie skorzystał, mimo że pierwsze publikacje na ten temat ukazały się 6 lat temu.
- Technika pomiarowa. We współczesnym świecie informacja staje się istotniejszą niż sama energia. Efektywność systemów pomiarowych może być podniesiona o 2 rzędy wielkości.



Jak na razie pozostawimy te tezy bez komentarza. Część z nich, rzeczywiście, wymaga dokładnej analizy i przemyslenia.

Następne XVIII Forum Termoelektryczne odbędzie się w maju 2019 roku w Kijowie. Na Ukrainie urodził się akademik A.F. Ioffe – jeszcze jedna wyjątkowa postać w historii termoelektryczności. Dzięki odkryciu przez niego półprzewodników w latach 30. ubiegłego wieku dotychczas teoretyczna nauka o termoelektryczności nabrała skrzydeł i stała się pełnoprawnym uczestnikiem techniki chłodniczej. W ojczyźnie akademika, mieście Romny obwodu Sumskiego odbędzie się wyjazdowe posiedzenie ITA, podczas którego planowane jest odsłonięcie pomnika tego wybitnego naukowca.

Na Forum w Belfaście pozytywnie została przyjęta propozycja organizacji jednego z następnych Forum w Polsce, co byłoby niewątpliwym uznaniem zasług polskich naukowców w dziedzinie termoelektryczności.

**Sergij FILIN**

Zachodniopomorski Uniwersytet Technologiczny  
w Szczecinie



## KLIMOR na konferencjach medycznych pt. SZPITALA I OBIEKTY SŁUŻBY ZDROWIA

# Klimor

W miesiącu maju br. firma KLIMOR zakończyła swój udział w wiosennym cyklu branżowych konferencji zatytułowanych **SZPITALA I OBIEKTY SŁUŻBY ZDROWIA**. Specjalistyczne wydarzenia dedykowane były aspektom technicznemu planowania, projektowania, zarządzania oraz budowy i modernizacji szpitali, a także innym obiektom służby zdrowia.

Firmę KLIMOR reprezentował **Wiesław Łukaszewicz**, Kierownik ds. Produktu, który podczas swoich prelekcji omawiał kwestie związane z podwyższonymi wymaganiami czystości w salach operacyjnych, a także zaprezentował produkty marki KLIMOR w świetle projektu nowych wytycznych w zakresie projektowania, wykonania, odbiorów i eksploatacji systemów wentylacyjnych i klimatyzacyjnych.

– „Uczestnictwo naszej firmy w konferencjach specjalistycznych wynika z misji działania się ze środowiskiem branżowym naszą wiedzą ekspercką i wieloletnim doświadczeniem. A kreowanie najlepszych praktyk stanowi zarówno nasz przywilej jak i obowiązek względem otoczenia biznesowego i okołobiznesowego organizacji.” – podkreśla **Ewa Pilarska** Dyrektor ds. Marketingu i PR.

W czasie konferencji słuchacze poznali nie tylko zalety promowanych rozwiązań, ale także mieli okazję do wypowiedzi w panelu dyskusyjnym, podczas którego wyrażali konieczność podążania za torem nowych wytycznych i rozporządzeń w zakresie projektowania, co rokuje modernizacjami obiektów szpitalnych z zachowaniem najwyższych standardów wykonania.

Cykl wiosennych konferencji odbył się w Katowicach, Lublinie, Warszawie, Białymstoku oraz w Gdańsku. Pomysłodawcą i organizatorem była firma DND PROJECT.

**Wszystkim uczestnikom dziękujemy za aktywny udział!**

