

# Konferencja *online* Click-Watch-Talk 2.0 dla branży materiałów kompozytowych

Dzięki współpracy Targów w Krakowie Sp. z o.o., Polskiego Klastra Technologii Kompozytowych, Politechniki Warszawskiej oraz pod patronatem Komitetu Inżynierii Materiałowej i Metalurgii Polskiej Akademii Nauk w dn. 24-25 marca 2021 r. odbyła się już po raz drugi konferencja *online* Click-Watch-Talk 2.0, w której wzięli udział specjaliści z branży materiałów kompozytowych. Uczestniczyło w niej *live* 20 prelegentów z Polski i Niemiec oraz 634 specjalistów głównie z Polski (ponad 90%), ale także z Niemiec, Wlk. Brytanii, Holandii, Kanady, Austrii i USA. Referaty wygłoszone w trakcie 2 dni konferencji (9 h) zgrupowane zostały w 6 blokach tematycznych.

Pierwszy blok tematyczny poświęcony był kompozytom metalowym. Obrady w tym bloku otworzyła dr hab. inż. Anna J. Dolata, prof. Politechniki Śląskiej (Katedra Zaawansowanych Materiałów i Technologii na Wydziale Inżynierii Materiałowej), członek Sekcji Materiałów Niemetalowych w Komitecie Inżynierii Materiałowej i Metalurgii PAN, a także członek Rady Polskiego Klastra Technologii Kompozytowych. W swoim wystąpieniu wprowadzającym przedstawiła ona teraźniejszość i przyszłość kompozytów metalowych.



Fot. 1. Prof. Anna J. Dolata (Foto: Archiwum Konferencji)

Pierwszym prelegentem w tej grupie tematycznej był prof. dr hab. inż., dr h.c. Jerzy J. Sobczak z Akademii Górniczo-Hutniczej, który przedstawił aspekty technologiczne wytwarzania metalowych materiałów kompozytowych na podstawie takich metali, jak aluminium, miedź, magnez, tytan i superstop, zarówno zbrojonych dyspersyjnie (węgiel krzemu, węgiel boru, tlenek glinu), jak i zbrojonych włóknami (włókna węglowe) oraz „zbrojonych” gazem (gazary). Referent



Fot. 2. Prof. Jerzy J. Sobczak (Foto: Archiwum Konferencji)

zaprezentował również podstawy inżynierii stanu ciekłego (LME), a w szczególności techniki wytwarzania kompozytów przez infiltrację ciśnieniową, metalurgię proszkową, ciekło-fazowe odlewanie i osadzanie. Scharakteryzował także układy reaktywne i niereaktywne oraz zwilżalne i niezwilżalne. Podał też przykłady zastosowania kompozytów w przemyśle samochodowym i w technologiach kosmicznych (tłoki, komory spalania, łożyska ślizgowe), podkreślając przy tym perspektywiczne znaczenie nanokompozytów.

W kolejnym wystąpieniu dr hab. inż. Maciej Dyzia, reprezentujący firmę InnoMat Sp. z o.o. (Katowice) oraz Politechnikę Śląską (Zakład Ceramiki, Kompozytów i Technologii Odlewniczych w Instytucie Inżynierii Materiałowej), omówił wdrożenia w zakresie odlewanych odśrodkowo kompozytów aluminiowych („z laboratorium do odlewni”), przygotowane w założonym przez prof. J. Ślezione Laboratorium Kompozytów Metalowych oraz w spółce InnoMat, będącej *spin-off* Politechniki Śląskiej. Wiele tych opracowań (tłoki kompozytowe do sprężarek) zostało dokonanych w trakcie realizacji PBZ „Nowe tworzywa i procesy technologiczne w odlewnictwie”.



Fot. 3. Dr hab. inż. Maciej Dyzia (Foto: Archiwum Konferencji)

W ostatnim wystąpieniu w tym bloku tematycznym dr inż. Ewa Olejnik, reprezentująca firmę Innerco Sp. z o.o. (Kraków) oraz Akademię Górniczo-Hutniczą (Katedra Inżynierii Stopów i Kompozytów Odlewanych na Wydziale Odlewnictwa WOkis), omówiła wielofunkcyjne kompozyty na podstawie metalowej (MMC) zbrojone cząstkami węglików metali. Wyróżniła ona kompozyty 1D, w których wzmocnienie obejmowało jedynie warstwę powierzchniową, kompozyty 2D, w których wzmocnienie obejmowało zewnętrzną strefę, oraz kompozyty 3D wzmacniane w całej masie materiału. Jako osnowę wykorzystywała ona żelazo (zeliwo), nadstop, oraz glin, a jako dyspersyjne wzmocnienie stosowała wytwarzane *in situ* węgliki tytanu i wolframu. W przypadku kompozytów 3D zawartość zbrojenia sięgała 55% (TiC), a nawet 75% (WC). Kompozyty te wykorzystywane były do wytwarzania korpusów pomp wirowych oraz w przemyśle samochodowym.



Fot. 4. Dr inż. Ewa Olejnik (Foto: Archiwum Konferencji)

Drużyna tematyczna dotyczyła kompozytów hybrydowych polimer-metal. Wprowadzenia do obrad w tej grupie dokonał prof. dr hab. inż. Andrzej Błędzki



Fot. 5. Prof. Andrzej Błędzki (Foto: Archiwum Konferencji)

z Zachodniopomorskiego Uniwersytetu Technologicznego w Szczecinie, przewodniczący Sekcji Materiałów Niemetalowych w Komitecie Inżynierii Materiałowej i Metalurgii PAN, członek Rady Polskiego Klastra Technologii Kompozytowych.

Pierwszy referat w tej grupie tematycznej wygłosił prof. dr inż. Holger Seidlitz z niemieckiego Brandenburg University of Technology (Institute of Production Research) Cottbus-Senftenberg oraz Polymermaterialien und Composite PYCO, Fraunhofer-Institut f. Angewandte Polymerforschung (Wildau, Cottbus). Tematem tego referatu były hybrydowe materiały kompozytowe polimer-metal, wykorzystywane do wytwarzania drukowanych płytek dla elektroniki, czujników, przełączników, elementów grzejnych, zbiorników ciśnieniowych oraz elementów karoserii samochodowych, kolejowych i samolotowych. Prelegent skoncentrował się na badaniu struktury tych kompozytów i badaniu ich właściwości mechanicznych. Przekazał również obszerne informacje na temat zakresu badań prowadzonych w Niemczech w tym zakresie.



Fot. 6. Prof. Holger Seidlitz (Foto: Archiwum Konferencji)

I wreszcie ostatni referat w tej grupie tematycznej dotyczył wykorzystania materiałów kompozytowych do produkcji nart, snowboardów, snowkitów, wakeboardów i kiteboardów. Prelegentem był Tomasz Wierzchucki z firmy Loxee Sp. z o.o. (Tychy). Prelegent przedstawił szczegółowe informacje na temat wieloskładnikowej struktury tych wyrobów oraz materiałów stosowanych w procesach produkcyjnych prowadzonych w jego firmie. Są to tkaniny szklane, węglowe, kevlarowe



Fot. 6. Pan Tomasz Wierzchucki (Foto: Archiwum Konferencji)

i Iniane, a także stalowe krawędzie, tytanowe wkładki, nakrętki, folie, guma oraz różne gatunki drewna.

W kolejnej grupie tematycznej dyskutowano o monitorowaniu uszkodzeń i naprawie kompozytów polimerowych. Wystąpienia wprowadzającego dla tej grupy dokonał prof. Andrzej Błędzki. W pierwszym referacie prof. dr hab. inż. Tomasz Chady z Wydziału Elektrycznego na Zachodniopomorskim Uniwersytecie Technologicznym w Szczecinie, członek Polskiego Towarzystwa Badań Nieniszczących i Diagnostyki Technicznej



Fot. 7. Prof. Tomasz Chady (Foto: Archiwum Konferencji)

SIMP, przedstawił dwie niestandardowe elektromagnetyczne metody badań nieniszczących kompozytów polimerowych, stanowiące uzupełnienie wielu konwencjonalnych metod stosowanych w tym zakresie. Pierwsza z tych metod to metoda terahercowa operująca falami o długości odpowiadające dalekiej podczerwieni (1–10 THz). To promieniowanie niejonizujące o energii 4–10 meV, nie stanowiące zagrożenia dla organizmów żywych, ale zapewniające dużą głębokość wnikania. Jest ono odbijane przez metale, absorbowane przez wodę i penetruje materiały dielektryczne, umożliwiając wykrywanie wszelkich defektów w strukturze materiałów kompozytowych. Metoda ta jest przydatna nie tylko do badania materiałów kompozytowych, ale również do badania materiałów polimerowych, drewna i betonu. Jej zastosowanie Prelegent przedstawił na przykładzie badania laminatów wzmacnianych włóknem szklanym. Druga metoda oparta na badaniu prądów wirowych o częstotliwości megaherców została zaprezentowana na przykładzie badania laminatów wzmacnionych włóknem węglowym.

Lasero generowane ultradźwięki jako bezkontaktowa technika badań nieniszczących wielowarstwowych struktur metalicznych i kompozytowych były przedmiotem wystąpienia dr. inż. Łukasza Ambrozińskiego z Akademii Górniczo-Hutniczej im. Stanisława Staszica w Krakowie. Metoda ta pozwala na znaczne udoskonalenie klasycznej metody ultradźwiękowej, której wadą jest niewielka rozdzielczość i konieczność stosowania płynów sprężających. W przypadku wzbudzonych laserowo ultradźwięków o częstotli-



Fot. 8. Dr inż. Łukasz Ambroziński (Foto: Archiwum Konferencji)

wości poniżej 5 MHz uzyskuje się skany trójwymiarowe umożliwiające obrazowanie struktury materiału i wykrywanie defektów strukturalnych. W przypadku badania kompozytów wzmacnianych włóknem węglowym metoda okazała się nawet bardziej skuteczna niż tomografia komputerowa, która jest ponadto droga i czasochłonna. Metodę tę można z pewnymi ograniczeniami stosować również do badania defektów w metalach, a także porowatości materiałów metalicznych. Prelegent wykorzystał ją z powodzeniem do badania metali klejonych żywicą epoksydową.

O kontroli jakości kompozytów przy użyciu kamer termowizyjnych i terahercowych mówił Pan Dariusz Knapek z firmy EC Test Systems Sp. z o.o. (Kraków), która zajmuje się dystrybucją sprzętu pomiarowego, produkowanego przez znane firmy światowe, a także świadczeniem usług badawczych i pomiarowych. Prelegent podał przykłady wykorzystania oferowanych kamer termowizyjnych i terahercowych do badania elementów łodzi i jachtów (maszty, poszycia) wykonanych z kompozytów, elementów konstrukcyjnych pociągów (wykrywanie delaminacji) oraz sprzętu gospodarstwa domowego (wannę akrylowe).



Fot. 9. Pan Dariusz Knapek (Foto: Archiwum Konferencji)

Techniki badań nieniszczących materiałów kompozytowych (badania wizualne, radiografia cyfrowa, badania ultradźwiękowe) przedstawił Pan Piotr Goździcki z firmy NDT-NET Sp. z o.o. (Lublin), która zajmuje się doбором, dystrybucją i wdrażaniem systemów do badań nieniszczących oraz dostarcza sprzęt renomowanych firm dla laboratoriów, instytucji badawczych i firm produkcyjnych.



Fot. 10. Pan Piotr Goździcki (Foto: Archiwum Konferencji)

W swoim wystąpieniu scharakteryzował on platformę obrazowania ultradźwiękowego dolphicam2 (1,5–10 MHz) oraz urządzenia i oprogramowanie dla radiografii cyfrowej.

W ramach kolejnej grupy tematycznej przedstawiono automatyzację procesów wytwarzania elementów kompozytowych. Wprowadzenia do tej tematyki dokonał dr Andrzej Czulak z Polskiego Klastra



Fot. 11. Dr Andrzej Czulak (Foto: Archiwum Konferencji)

Technologii Kompozytowych, członek Sekcji Materiałów Niemetalowych w Komitecie Inżynierii Materiałowej i Metalurgii PAN, a referat wiodący wygłosił Dipl.-Ing. Martin Kretschmann z Brandenburgische Technische Universität Cottbus-Senftenberg (Fachgebiet Polymerbasierter Leichtbau) oraz Fraunhofer IAP. Ten bardzo ciekawy referat dotyczył wytwarzania z laminatów rur oraz ciśnieniowych zbiorników do przechowywania wodoru. Obok metody nawijania i wyplatania Prelegent zastosował metodę zautomatyzowanego nakładania włókien AFP (*automated fiber placement*), w której najpierw



Fot. 12. Pan Martin Kretschmann (Foto: Archiwum Konferencji)

otrzymywane są preplegi z włókien węglowych impregnowanych żywicą, a następnie produkty końcowe z wykorzystaniem form do uzyskania odpowiednich kształtów oraz utwardzania kompozytów przez docisk i ogrzewanie (podczerwień). Prelegent pokazał filmy ilustrujące proces produkcyjny. Omówił również formowanie przyrostowe oraz wykorzystanie robotów w procesie produkcyjnym. Pokreślił znaczenie współpracy z naukowcami z Politechniki Wrocławskiej.

O szansach i wyzwaniach związanych z wykorzystaniem kompozytów w gazownictwie mówił Pan Przemysław Wnęk z Polskiej



Fot. 13. Pan Przemysław Wnęk (Foto: Archiwum Konferencji)

Spółki Gazownictwa Sp. z o.o. Przedstawił on potrzeby materiałowe spółki oraz jej starania o dopuszczenie kompozytów na osnowie polimerowej do powszechnego stosowania w gazownictwie. Dotychczas dopuszczony do tego celu był tylko polietylen. Izba Gospodarcza Gazownictwa dała już wytyczne dla przeznaczonych do transportu węglowodorów rurociągów kompozytowych ze wzmocnionych materiałów termoplastycznych (2019 r.). Wymagana jest tu elastyczność materiału, odporność na korozję, mała gęstość, barierowość oraz prosta technologia montażu i naprawy.

Przedostania grupa tematyczna dotyczyła druku 3D jako perspektywicznej metody addytywnego przetwórstwa materiałów kompozytowych. Wprowadzenia do tej tematyki dokonała prof. dr hab. inż. Anna Boczkowska z Politechniki Warszawskiej, członek Sekcji Materiałów Niemetalowych w Komitecie Inżynierii Materiałowej i Metalurgii PAN oraz członek Rady Polskiego Klastra Technologii Kompozytowych.



Fot. 14. Prof. Anna Boczkowska (Foto: Archiwum Konferencji)

Referat na temat druku 3D termoplastycznych materiałów kompozytowych wygłosił dr hab. Robert Przekop, prof. Uniwersytetu Adama Mickiewicza w Poznaniu (AM Zespół Hal Technologicznych Centrum Zaawansowanych Technologii UAM), który przedstawił zarówno związane z tym wyzwania i szanse,



Fot. 15. Prof. Robert Przekop (Foto: Archiwum Konferencji)

jak i ograniczenia. W swoim bardzo interesującym wystąpieniu przedstawił on dość subiektywną ocenę tej nowej klasy procesów przetwórstwa termoplastycznych tworzyw polimerowych, dokonaną również zgodnie ze stosowaną w innowacyjności metodyką TRIZ. Zwrócił on uwagę na uniwersalność procesu, który może być wykorzystywany zarówno w produkcji jednostkowej, jak i seryjnej, prototypowaniu, hobbyście oraz badaniach i rozwoju we wszystkich działach gospodarki narodowej. Proces stwarza nieograniczone możliwości formowania struktur przy braku odpadów lub niewielkich ich ilościach powstających tylko wtedy, kiedy konieczny jest *post-processing* wyrobów końcowych. Proces może być wykorzystywany również do przetwórstwa materiałów kompozytowych wzmocnianych napełniaczami drobnoziarnistymi i włóknami ciętymi. Dokonał też porównania druku 3D z konwencjonalnymi procesami przetwórstwa tworzyw sztucznych (ekstruzja) pod względem ekonomicznym (czaso- i energochłonność, koszt zakupu urządzeń, konieczność wstępnego przygotowania kompozytowego filamentu).

W kolejnym referacie w tej grupie tematycznej Pan Andrzej Burgs z Grupy Sygnis New Technologies (Warszawa) ocenił ekonomiczny potencjał materiałów specjalistycznych. Grupa Sygnis zajmuje się consultingiem technolo-



Fot. 16. Pan Andrzej Burgs (Foto: Archiwum Konferencji)

gicznym, projektami badawczo-rozwojowymi, drukiem 3D, biotechnologią i realizacją krótkich serii produkcyjnych. W szczególności przedmiotem zainteresowania Grupy są przemysłowe kompozyty wysokosprawne (w tym kompozyty medyczne) oraz inne kompozyty termoplastyczne, a także wytwarzanie kompozytów eksperymentalnych w warunkach laboratoryjnych oraz biodruk narządów.

O wykorzystaniu druku 3D w produkcji wyrobów kompozytowych mówiła też Pani Kinga Szeliga z CadXpert (Kraków), która przedstawiła systemy tego druku, a także stosowane materiały i zastosowania produktów. Jej firma oferuje ponad 30 modeli drukarek 3D oraz usługi druku w 5 technologiach z ponad 70 materiałów, w tym kompozyty nylonu, poliwęglanów, kopolimeru ABS i kevlaru z włóknem węglowym. Prelegentka omówiła też druk form pod wyroby kompozytowe.



Fot. 17. Pani Kinga Szeliga (Foto: Archiwum Konferencji)

Nad tym, czy wydruki z materiałów kompozytowych mogą zastąpić elementy metalowe zastanawiał się Pan Michał Kowalczyk z firmy Omni3D (Poznań). Stwierdził on, że jest to możliwe, podając przykłady turbiny pompy próżniowej i uchwytu przekładni (nylon z włóknem węglowym), przekładni zębatej (nylon z włóknem szklanym) oraz kół zębatych (poliwęglan z filamentem z kopolimeru ABS).



Fot. 18. Pan Michał Kowalczyk (Foto: Archiwum Konferencji)

Ostatnia grupa tematyczna dotyczyła współpracy polsko-portugalskiej w zakresie materiałów kompozytowych. Ze strony polskiej o tej współpracy mówili prof. Anna Boczkowska i dr Andrzej Czulak, a ze strony portugalskiej Pan Tomás Fernandes z firmy Mobinov Cluster Automóvel Portugal. Dr A. Czulak przebywał w Portugalii z ra-



Fot. 19. Pan Tomás Fernandes (Foto: Archiwum Konferencji)

mienia Polskiego Klastra Technologii Kompozytowych i nawiązał tam współpracę. Pan Tomás Fernandes przedstawił obszerną informację na temat zakresu działalności portugalskiego klastra i jego powiązań z lokalnymi i globalnymi firmami działającymi w przemyśle samochodowym. W trakcie Konferencji nastąpiło podpisanie umowy o współpracy między obydwojoma klastrami.

Pełne teksty wystąpień w postaci video i/lub prezentacji dostępne są na stronie <https://www.kompozyt-expo.pl/pl/click-watch-talk.html>. Zachęcam do zapoznania się z nimi, gdyż zawierają znacznie więcej ważnych informacji, niż można było zmieścić w tym krótkim sprawozdaniu.

*Dr inż. Jerzy Polaczek, Warszawa*

## Komitet Patronacki wspierający wydawanie naszego czasopisma w 2021 r.:

1. Uniwersytet Technologiczno-Przyrodniczy im. Jana i Jędrzeja Śniadeckich w Bydgoszczy, Wydział Inżynierii Mechanicznej
2. Zachodniopomorski Uniwersytet Technologiczny w Szczecinie, Wydział Kształtowania Środowiska i Rolnictwa
3. Uniwersytet Ekonomiczny we Wrocławiu, Wydział Ekonomii i Finansów
4. Uniwersytet Kardynała Stefana Wyszyńskiego w Warszawie, Wydział Biologii i Nauk o Środowisku
5. Uniwersytet Ekonomiczny w Krakowie, Kolegium Ekonomii, Finansów i Prawa
6. Uniwersytet Przyrodniczy w Lublinie, Wydział Inżynierii Produkcji, Katedra Chemii Rolnej i Środowiskowej, Instytut Gleboznawstwa, Inżynierii i Kształtowania Środowiska, Wydział Nauk o Żywności i Biotechnologii
7. Uniwersytet Przyrodniczy we Wrocławiu, Wydział Przyrodniczo-Technologiczny
8. Uniwersytet Warszawski, Wydział Chemii
9. Politechnika Wrocławska, Wydział Inżynierii Środowiska, Wydział Chemiczny
10. Grupa Azoty Zakłady Azotowe Kędzierzyn SA, Kędzierzyn-Koźle
11. Politechnika Częstochowska, Wydział Infrastruktury i Środowiska, Wydział Inżynierii Produkcji i Technologii Materiałów
12. Grzegorz Kądziałowski, Warszawa
13. Technical University of Kosice, Słowacja, Faculty of Mechanical Engineering
14. Centralny Instytut Ochrony Pracy – Państwowy Instytut Badawczy, Warszawa
15. Sieć Badawcza Łukasiewicz – Instytut Ciężkiej Syntezy Organicznej "Błachownia", Kędzierzyn-Koźle
16. Uniwersytet Przyrodniczy w Poznaniu
17. Instytut Nafty i Gazu – Państwowy Instytut Badawczy, Kraków
18. Centrum Naukowo-Badawcze Ochrony Przeciwpożarowej im. Józefa Tuliszkowskiego – Państwowy Instytut Badawczy w Józefowie
19. Uniwersytet Rolniczy im. Hugona Kołłątaja, Kraków
20. Sieć Badawcza Łukasiewicz – Instytut Chemii Przemysłowej im. Profesora Ignacego Mościckiego, Warszawa
21. Politechnika Lubelska
22. Politechnika Poznańska
23. Wojskowy Instytut Chemii i Radiometrii, Warszawa
24. Instytut Chemicznej Przeróbki Węgla, Zabrze
25. Uniwersytet Mikołaja Kopernika w Toruniu
26. Uniwersytet Jana Kochanowskiego w Kielcach
27. Uniwersytet Pedagogiczny im. KEN, Kraków
28. Szkoła Główna Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie
29. Główny Instytut Górnictwa, Katowice
30. Politechnika Warszawska, Wydział Chemiczny
31. Ola International Sp.z o.o., Warszawa
32. Zbigniew Miara, Dankowice
33. Polmlek Grudziądz Sp. z o.o.
34. Grupa Azoty Zakłady Chemiczne „Police” SA, Police
35. Sieć Badawcza Łukasiewicz – Instytut Technologii Eksploatacji, Radom
36. New Era Materials Sp. z o.o., Modlniczka
37. Narodowe Centrum Badań Jądrowych w Świerku
38. Akademia Kaliska im. Prezydenta Stanisława Wojciechowskiego, Kalisz
39. Uniwersytet w Żilinie, Słowacja
40. Politechnika Śląska, Gliwice