



INŻYNIERIA MATERIAŁOWA

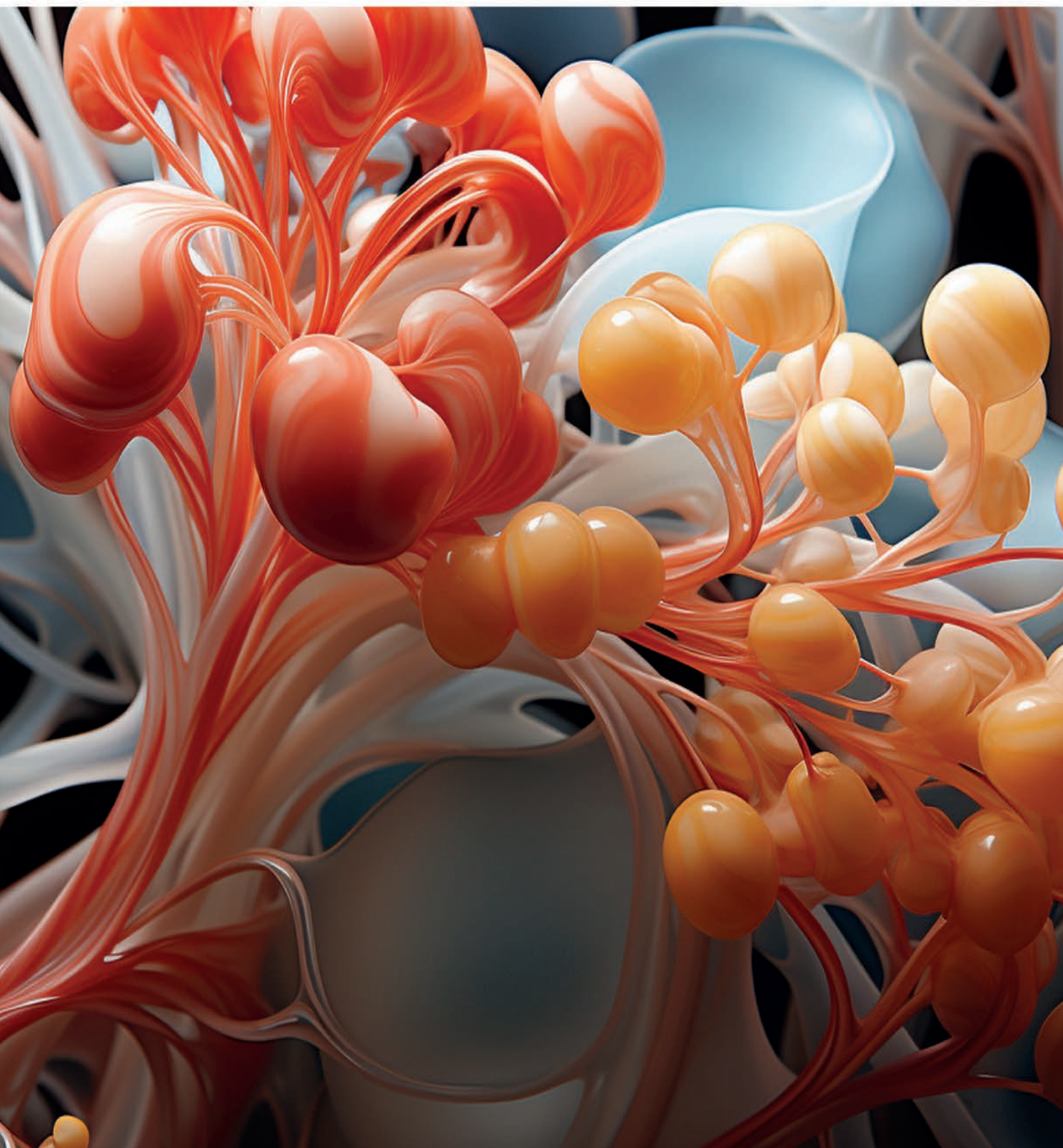
1

M A T E R I A L S E N G I N E E R I N G
• **M A T E R I A Ł Y I T E C H N O L O G I E** •

PL ISSN 0208-6247 e-ISSN 2449-9889

Indeks 36156

cena 85,00 zł (w tym 8% VAT)



messe frankfurt

WE ARE THE DRIVING FORCE BEHIND INDUSTRIAL TEXTILES.

Pionierskie, inspirujące, postępowe:
Poznaj innowacje, dzięki którym
w branży zachodzą dynamiczne
zmiany.

techtexsil.com
info@poland.messefrankfurt.com
tel. (22) 49 43 200

20-ta edycja

PERFORMANCE.

techtexsil



23–26. 04. 2024
FRANKFURT NAD MENEM

FUNCTION.

FUTURE.

in parallel with

texprocess

part of

TEXPERTISE
the textile business network



Wydawnictwo Czasopism i Książek Technicznych
SIGMA-NOT Spółka z o.o.

WYDAWNICTWO
SIGMA-NOT

ul. Ratuszowa 11, 03-450 Warszawa
tel.: +48 22 818 09 18, +48 22 818 98 32
www.sigma-not.pl, e-mail: sekretariat@sigma-not.pl

Adres redakcji:

ul. Ratuszowa 11, 03-450 Warszawa
tel.: +48 663 311 933
www.imat.com.pl, e-mail: i.materialowa@sigma-not.pl

Prenumerata:

e-mail: prenumerata@sigma-not.pl, tel.: +48 22 840 35 89

Dział Reklamy i Marketingu:

e-mail: reklama@sigma-not.pl, tel.: +48 22 827 43 65

Skład i druk:

STUDIO DTP SIGMA-NOT
Drukarnia Wydawnictwa SIGMA-NOT Sp z o.o.
nakład do 100 egz. (w tym wersja cyfrowa)
cena 70,00 zł (w tym 8% VAT)
PL ISSN 0208-6247, e-ISSN 2449-9889, INDEKS 36156

Redakcja nie ponosi odpowiedzialności za treść reklam i ogłoszeń.

KOLEGIUM REDAKCYJNE:

Redaktor Naczelny:
prof. dr hab. inż. Agnieszka SOBZAK-KUPIEC
Sekretarz Redakcji:
mgr Anna SKURZEWSKA

RADA NAUKOWA:

Dr inż. KRZYSZTOF BIERNAT, prof. PIMOT (Przewodniczący)
Dr hab. inż. JAN BARWICKI
Dr inż. BOGDAN BOGDAŃSKI
Prof. MICHAEL BRATYCHAK
Dr inż. MICHAŁ CHMIELAREK
Prof. dr hab. inż. ALEKSANDRA CZYRSKA-FILEMONOWICZ
Prof. dr hab. inż. ANNA FRACZKIEWICZ, Francja
Prof. Dr.-Ing. Habit. MAIK GUDE, Niemcy
Dr hab. inż. JOLANTA JANCZAK-RUSCH, Szwajcaria
Prof. Dr. RUDOLF KAWALLA, Niemcy
Dr ANNETTE KIPKA, Szwajcaria
Dr JACEK KOMENDA, Szwajcaria
Prof. Dr. JANOS L. LABAR DSc., Węgry
Dr hab. inż. WACŁAW MUZYKIEWICZ, prof. AGH
Doc. Ph.D. Eng. EDWARD PLESHAKOV, Ukraina
Dr JULIAN PLEWA DSc., Niemcy
Dr JAN A. PUSZYŃSKI, USA
Dr inż. ADAM RYLSKI
Prof. Dr. Ing. JAROSLAV SOJKA, Czechy
Dr TOM TROCZYŃSKI, Kanada
Prof. ATHENA TSETSEKOU, Grecja

Wersja papierowa czasopisma

„Inżynieria Materiałowa” („Materials Engineering”)
jest jego wersją pierwotną.

Dwumiesięcznik indeksowany parametrycznie
w bazach: BazTech, Index Copernicus, ERIHPlus

Artykuły publikowane w czasopiśmie są recenzowane przez
samodzielnych pracowników naukowych, specjalistów w zakresie
zagadnień przedstawianych w pracach.

Zdjęcia na okładce: www.freepik.com



INŻYNIERIA MATERIAŁOWA

1

MATERIALS ENGINEERING
• MATERIAŁY I TECHNOLOGIE •

PL ISSN 0208-6247 e-ISSN 2449-9889
Indeks 36156
cena 85,00 zł (w tym 8% VAT)

Czasopismo naukowo-techniczne redagowane przy współdziałaniu
POLSKIEGO TOWARZYSTWA MATERIAŁOZNAWczego

CONTENTS • SPIS TREŚCI

OD REDAKCJI 2

MADE IN POLAND

Przegląd badań naukowych i innowacji polskich naukowców
w kraju i na świecie 3

Agnieszka Chaczyk, Philipp Skoda, Janusz Krawczyk

Machinability of steels used for drinking water installation fittings

Skrawalność stali stosowanych na złączki przeznaczone
do wody pitnej 6

Kamil Roman

*Analysis of the tensile process energy consumption of coniferous wood
exposed to seawater*

Analiza energochłonności procesu rozciągania drewna iglastego
poddanego działaniu wody morskiej 12

Jan Barwicki, Kinga Borek, Kamila Mazur

*Some aspects of monitoring of different processes in agriculture using
acoustic emission phenomena*

Niektóre aspekty monitorowania różnych procesów w rolnictwie
z wykorzystaniem zjawisk emisji akustycznej 23

CO PISZĄ INNI

Przegląd krajowych i zagranicznych czasopism naukowych
i naukowo-technicznych 28

ZGŁOSZENIA PATENTOWE

Wybrane zgłoszenia patentowe z dziedziny inżynierii
materiałowej wg *Biuletynu Urzędu Patentowego* nr 50–52 z 2023 r.
i 1–8 z 2024 r 32

Autor za publikację artykułu w czasopiśmie naukowym
„Inżynieria Materiałowa” („Materials Engineering”)

otrzymuje 40 punktów

zgodnie z komunikatem Ministra Edukacji i Nauki
z dnia 17 lipca 2023 r. w sprawie wykazu czasopism naukowych
i recenzowanych materiałów z konferencji międzynarodowych.

Szanowni Czytelnicy,

naukowcy z Politechniki Krakowskiej od lat 80. XX w. prowadzą badania nad zastosowaniem wodoru jako paliwa. Pod koniec stycznia br. wynalazcy po raz pierwszy zaprezentowali publicznie swoje innowacyjne rozwiązanie – tłokowy silnik spalinowy przystosowany do zasilania wodorem. Nad adaptacją 5-cylindrowego przemysłowego silnika Scania pracował zespół naukowców z Katedry Pojazdów Samochodowych PK pod kierunkiem prof. Marka Brzeżańskiego. W najnowszym rozwiązaniu posłużono się całą wiedzą zdobytą we wcześniejszych pracach, ale także wprowadzono nowe, autorskie elementy. Silnik wymagał gruntownego przebudowania do korzystania z wodoru jako paliwa. Naukowcy zaprojektowali i wykonali cały nowy system spalania wraz z tłokami, systemem doprowadzania paliwa (niektóre jego elementy zostały wydrukowane na drukarkach 3D), układem zapłonowym, modułami przepustnicy sterowanymi silnikiem krokowym i oprogramowaniem silnika. Podczas prezentacji prof. Brzeżański powiedział, że *Jeżeli produkcja wodoru z odnawialnych źródeł ruszy pełną parą, to w okresie przejściowym ewolucji motoryzacyjnej można stosować wódór do tłokowych silników spalinowych. Największą zaletą tego rozwiązania są korzyści dla zdrowia ludzi i środowiska – brak emisji toksycznych składników spalin oraz brak emisji dwutlenku węgla.* Co istotne, naukowcy z PK prowadzą badania nad wykorzystaniem wodoru wielotorowo i oprócz adaptacji silnika, współpracują z koncernem Toyota przy pracach dotyczących ogni wodorowych, a także opracowują własne konstrukcje (m.in. silnik jednocylindrowy z nowatorskim systemem bezpośredniego wtrysku wodoru do komory spalania). Takie informacje cieszą szczególnie w obliczu trwającej transformacji ekologicznej.

W bieżącym numerze prezentujemy artykuł pt. „Skrawalność stali stosowanych na złączki przeznaczone do wody pitnej”, a celem przedstawionych w nim badań było wyznaczenie własnego indeksu skrawalności materiałów stosowanych w firmie SANHA Polska. W pracy „Analiza energochłonności procesu rozciągania drewna iglastego poddanego działaniu wody morskiej” autor opisał badania wytrzymałości mechanicznej drewna nasączonego słoną wodą, które dowiodły, że nasączenie wpływa w różny sposób na parametry drewna w zależności od jego gatunku. W artykule pt. „Niektóre aspekty monitorowania różnych procesów w rolnictwie z wykorzystaniem zjawisk emisji akustycznej” autorzy wykazali, że technika emisji akustycznej jest przydatna do monitorowania i pomiaru transportu oraz mieszania koncentratów paszowych i innych składników. Metoda ta idealnie nadaje się do wskaźników alarmowych przepływu/braku przepływu, nie wymagając kalibracji i jedynie podstawowego wsparcia elektronicznego.

Zachęcamy Państwa do nadsyłania artykułów naukowych, informacji na temat wydarzeń w branży czy recenzji publikacji z dziedziny inżynierii materiałowej. Cały czas przyjmowane są zamówienia na prenumeratę „Inżynierii Materiałowej” w 2024 r., która jest dostępna w trzech różnych wariantach.

Życzymy przyjemnej lektury!

Anna Skurzevska
Sekretarz Redakcji

MADE IN POLAND

Ekologiczne paliwo z Politechniki Gdańskiej

Naukowcy z Politechniki Gdańskiej we współpracy z kolegami z Politechniki Warszawskiej opisali nowy sposób otrzymywania eteru dimetylowego (DME), atrakcyjnej i ekologicznej alternatywy dla oleju napędowego (ON), LPG i LNG. DME jest bezbarwnym gazem, stosowanym obecnie w różnych gałęziach przemysłu: chemicznym, kosmetycznym czy farmaceutycznym, ale także w kuchenkach gazowych, zamiast propanu-butanu. Można go wytwarzać z różnych surowców, takich jak gaz ziemny, węgiel lub biomasa. Najpierw z gazu ziemnego w reakcji z ditlenkiem węgla powstaje tzw. gaz syntezowy, a następnie gaz ten jest zamieniany w eter pod dużym ciśnieniem w nowatorskim układzie i w obecności stworzonego przez zespół katalizatora. – *Zarówno katalizator, który został przez nas poddany modyfikacjom, jak i reaktor naszego demonstratora zostały zgłoszone do ochrony patentowej. Opracowana przez nas metoda zapewnia większą opłacalność ekonomiczną i energetyczną w procesie tworzenia eteru. Dzięki badaniom w demonstratorze udowodniliśmy ostateczną koncepcję technologii, która nadaje się już do bezpośredniego wdrożenia* – informują naukowcy. Nowe paliwo nie emituje toksycznych, tworzących smog cząstek stałych, łatwo jest go skroplić, przechowywać i transportować. Niestety, jako paliwo oparte na węglowodorach nadal w czasie spalania emituje ditlenek węgla, a przy tym dostarcza mniej energii niż tradycyjne paliwa.

Projektem o nazwie „Nowa technologia otrzymywania eteru dimetylowego z małych złożeń węglowodorów” o wartości ponad 10 mln zł kierował dr inż. Andrzej Rogala z Katedry Inżynierii Procesowej i Technologii Chemicznej Politechniki Gdańskiej. Przeprowadzono go w ramach programu POIR 4.1.1, konkurs nr 1 w programie INGA, na zlecenie PGNiG (obecnie grupy Orlen SA). Teraz w ramach umowy podpisanej z Orlen naukowcy z PG, wykorzystując zbudowaną przez siebie instalację, będą pracowali nad produkcją metanolu z odpadowego ditlenku węgla.

Źródło: Nauka w Polsce

SGGW ma metodę na twardsze drewno

Zespół naukowców pod kierownictwem dr. inż. Marka Grześkiewicza z Katedry Technologii i Przedsiębiorczości w Przemysle Drzewnym Szkoły Głównej Gospodarstwa Wiejskiego (SGGW) opracował metodę zagęszczania drewna, a w konsekwencji zwiększenia jego twardości. Zmodyfikowane w ten sposób drewno jest mniej podatne na działanie wilgoci i bardziej odporne na działanie ognia. Metoda początkowo była stosowana w odnie-

sieniu do drewna bukowego. Później dr M. Grześkiewicz wraz ze współpracownikami przeprowadzał wieloletnie eksperymenty, aby lepiej poznawać właściwości nowych materiałów (drewna modyfikowanego) w różnych wariantach i zastosowaniach. Jak informuje uczelnia, technologia wykorzystuje działanie podwyższonej temperatury na drewno o wilgotności większej o kilka procent niż w wyrobie finalnym. Ogrzewanie drewna prowadzi do rozmiękczenia ligniny, a następnie elementy z drewna poddawane są stopniowemu, pulsacyjnemu prasowaniu z zastosowaniem wysokich ciśnień pomiędzy ogrzewanymi półkami prasy. W czasie procesu ulega obniżeniu wilgotność drewna. Cały proces, w zależności od tego, czy prasowane są cienkie materiały czy też grube deski, trwa od kilkunastu minut do ponad godziny. Metodę można stosować zarówno do drewna naturalnego, jak i do drewna poddanego wcześniej różnym modyfikacjom, np. modyfikacji chemicznej lub termicznej. Stopień zagęszczania można dowolnie regulować. Naturalną granicą sprasowania drewna tą metodą jest uzyskanie gęstości drewna zbliżonej do gęstości substancji drzewnej. W takim przypadku uzyskuje się materiał bez porów, o bardzo wysokiej twardości i wiązkości (od zagęszczonego elementu drewna podczas jego obróbki trudno oderwać kawałek). – *Po zakończonym procesie uszlachetniony element może być nawet o 50% cieńszy w stosunku do swojej wyjściowej grubości, w przypadku drewna krajowych gatunków, takich jak olcha, sosna, buk, dąb. Warto tu jednak zaznaczyć, że do uzyskania nowych, pożądanych właściwości drewna, w wyniku jego zagęszczenia, nie potrzeba aż tak ekstremalnego działania. Wystarczy zmniejszyć grubość elementu o 20–30%, by uzyskać zadowalające efekty, na przykład prawie dwukrotny wzrost twardości materiału* – mówi dr inż. Marek Grześkiewicz, twórca metody. Drewno zagęszczone metodą opracowaną przez badacza z SGGW wykazuje wiele właściwości, które mogą mieć znaczenie dla firm z branży wykończenia wnętrz, budowlanej oraz producentów specjalistycznych narzędzi, galanterii drzewnej, a nawet wytwórców instrumentów muzycznych.

Przeprowadzone na SGGW badania wykazały, że opracowana metoda modyfikacji drewna bardzo dobrze sprawdza się w przypadku odmian drewna o niskiej gęstości i o słabych parametrach technicznych. W Polsce takim drewnem jest m.in. topola, bardzo nisko ceniona nawet w kategorii drewna opałowego. Okazuje się, że drewno topoli, poddane metodzie zagęszczenia i utwardzenia uzyskuje ulepszone właściwości. W komunikacie czytamy, że *Jeśli dodamy do tego fakt, że topole stosunkowo szybko rosną, może się okazać, iż gatunek ten będzie powszechniej wykorzystywany przez branżę przetwórstwa drzewnego. Wszystko jednak zależy od producentów – na ile będą oni zainteresowani nową technologią modyfikacji drewna i od dostępności tego materiału na rynku.*

Opracowana przez dr. Grześkiewicza metoda zagęszczania drewna została objęta ochroną patentową. Obecnie uczelnia po-

szukuje wśród producentów wyrobów z drewna partnerów, którzy zechcą wykorzystać walory modyfikowanego drewna w branży.

Źródło: Nauka w Polsce

Grafit z biomasy i odpadów

Naukowcy z Wojskowej Akademii Technicznej, Akademii Górniczo-Hutniczej, Politechniki Warszawskiej i Uniwersytetu Warszawskiego zajęli się zagadnieniem syntezy grafitu ze sztucznych polimerów i doszli do wniosku, że naturalny grafit wytwarzany z paliw kopalnych można zastąpić sztucznym, produkowanym z odpadów polimerowych i biomasy. Wyniki swoich badań opublikowali w czasopiśmie *Carbon* 2024, **218**, 118717.

Syntetyczny grafit można wyprodukować z wieloskładnikowych kompozytów. Badacze przeanalizowali, jak różne składniki takich kompozytowych surowców wpływają na proces konwersji do grafitu. Wykazali, że w specyficznych warunkach katalityczna grafityzacja (tzn. grafityzacja wspomagana żelazem) może zachodzić w obniżonej temperaturze, mimo obecności tak niekorzystnych zanieczyszczeń, jak np. siarka. Zdaniem naukowców stanowi to krok w kierunku tańszej produkcji sztucznego grafitu z szerokiej gamy powszechnie dostępnych surowców odpadowych.

Poszukiwanie nowych metod syntezy grafitu z surowców niezależnych od rynku paliw kopalnych jest ważnym trendem w nauce. – *Grafit – materiał stosowany do produkcji ołówków – znalazł się ostatnio w centrum geopolitycznej zawieruchy – powiedział PAP dr hab. Wojciech Kiciński, współautor pracy z WTC WAT. Przypomniał, że zaostrzono kontrolę eksportu z Chin wysokiej czystości grafitu syntetycznego i grafitu naturalnego płatkowego oraz wytwarzanych z nich produktów. To element rywalizacji gospodarczej dotyczącej m.in. elektromobilności. Chiny kontrolują około 90 proc. światowego rynku grafitu stosowanego do produkcji baterii do samochodów elektrycznych. Grafit naturalny jest obecnie klasyfikowany jako surowiec krytyczny przez Unię Europejską i Stany Zjednoczone, a zapotrzebowanie na ten materiał będzie szybko wzrastać. Grafit naturalny znajduje się na liście surowców o znaczeniu strategicznym i krytycznym dla Polski. Podkreślił jednak, że obecnie najwięcej grafitu w skali przemysłowej zużywa się do produkcji stali, a nie do produkcji baterii do samochodów elektrycznych. Z szacunków autorów pracy wynika, że w 2018 r. światowa produkcja grafitu osiągnęła ok. 2,41 mln t (w tym 950 tys. t grafitu naturalnego i 1,46 mln t grafitu syntetycznego). W tym czasie Chiny wyprodukowały 630 tys. t grafitu naturalnego i 780 tys. t grafitu syntetycznego, czyli odpowiadały za 68% światowej produkcji grafitu naturalnego i 54% syntetycznego. – W jednym osobowym samochodzie elektrycznym na baterie litowo-jonowe jest około 70 kilogramów grafitu – a to ponad 10 razy więcej niż litu. Ale żeby grafit naturalny trafił do baterii, najpierw musi być odpowiednio oczyszczony i uformowany, co powoduje znaczne straty i w rzeczywistości masa grafitu naturalnego konieczna do wypro-*

dukowania jednego samochodu osobowego przewyższa znacznie 100 kg. Grafit syntetyczny jest również powszechnie stosowany w produkcji aut elektrycznych, ale jest droższy od naturalnego, a do jego produkcji i tak stosuje się paliwa kopalne (koks naftowy i pak węglowy). Dlatego poszukuje się alternatywy – uzasadnił dr hab. W. Kiciński.

Źródło: Nauka w Polsce

Bateria lodowa

Naukowcy z Politechniki Wrocławskiej i specjaliści z firm Wentima i Rawlplug opracowali baterię lodową, która gromadzi nadwyżki energii w postaci tzw. energii chłodu i w postaci ciepła oddaje ją później, np. w czasie, gdy prąd jest droższy. System mogą wykorzystać głównie przedsiębiorstwa, które potrzebują duże ilości energii cieplnej. Rozwiązanie zintegrowano z procesem produkcyjnym przedsiębiorstwa Rawlplug. Ice Battery System pobiera energię elektryczną, kiedy jest ona tańsza, np. w nocy, i wykorzystuje ją do przemiany czynnika roboczego w stan stały, czyli do jego zamrożenia. W czasie, kiedy za prąd trzeba płacić więcej, uruchamiane jest rozmrażanie, w czasie którego wydzielane jest ciepło. – *W systemie IceBattery wykorzystane zostały przemiany fazowe do gromadzenia energii chłodniczej. Bateria umożliwia bardziej efektywne gospodarowanie energią. Rozładujemy ją, gdy zużycie i cena energii są najwyższe. Urządzenie pełni więc rolę stabilizatora, energetycznego bezpiecznika, który pozwala na dostosowanie zużycia energii do taryf, gdyż większość firm płaci więcej za energię w dzień niż w nocy. System baterii lodowej pozwala na bardziej efektywne – a przez to również bardziej ekologiczne – gospodarowanie energią przez operowanie na peakach i off-peakach. [...] Odzyskiwane z baterii ciepło jest wykorzystywane np. w procesach wtrysku, gdzie podgrzewane są specjalne formy wtryskowe. Proces musi zachodzić w odpowiedniej, stabilnej temperaturze – powiedział serwisowi Nauka w Polsce jeden z konsultantów wynalazku dr inż. Piotr Piechota z Wydziału Mechaniczno-Energetycznego Politechniki Wrocławskiej. Co ważne, bateria może pobierać też energię z innych źródeł niż tylko sieć. Zamontowane już urządzenie korzysta np. z nadwyżek energii produkowanej przez miejscowe panele fotowoltaiczne. Może jednak gromadzić też tzw. ciepło odpadowe, które w różnych zakładach powstaje w wyniku procesów produkcyjnych. Na przykład firma Rawlplug, dzięki gromadzeniu energii z taryfy nocnej i nadwyżki z baterii słonecznych, przy ostrożnych założeniach, w ciągu roku jest w stanie zaoszczędzić energię równą tej, jaką zużywa w czasie 56 dni.*

Inną dużą zaletą wynalazku jest łatwość utylizacji, wynikająca z budowy baterii, która składa się głównie z wody, tworzywa i stali. Taka potrzeba ma jednak występować rzadko, ponieważ w przeciwieństwie do akumulatorów elektrycznych, bateria lodowa prawie się nie zużywa. Twórcy systemu Ice Battery informują, że dzięki modułowej budowie jego podłączenie do systemu produkcji nie wymagało jego modyfikacji. Jednak, jak zwraca uwagę

dr Piechota, system musi być każdorazowo zoptymalizowany pod kątem danego zastosowania.

Źródło: Nauka w Polsce

Implanty kości dopasowane do indywidualnych potrzeb pacjenta

Dagmara Słota z Katedry Inżynierii Materiałowej Politechniki Krakowskiej zakłada swój pierwszy zespół badawczy w ramach programu LIDER NCBR. Zespół będzie pracował nad bioaktywnym materiałem, z którego możliwe będzie drukowanie implantów kości dopasowanych do indywidualnych potrzeb danego pacjenta, zwłaszcza kości twarzoczaszki. Implant przypominający naturalną tkankę kostną będzie stymulował komórki kościotwórcze do namnażania się. Naukowcy postanowili skomponować taki materiał (wraz z technologią jego otrzymywania), który docelowo będzie mógł zostać wykorzystany do drukowania 3D personalizowanych implantów do tkanki kostnej. – *Chcemy skupić się na początku na implantach kości twarzoczaszki. Ważne są tu nie tylko aspekty estetyczne, takie jak przywrócenie symetrii konturów twarzy, ale również wpływ nowego materiału na funkcję kości – takie jak funkcja oczodołu, jedzenie czy też mowa. Czaszka odpowiada też za ochronę najważniejszego organu ludzkiego ciała – mózgu, stanowiącego centrum układu nerwowego. To wszystko nakreśla nam cel, jakim jest właśnie opracowanie materiału do drukowania*

*3D implantów kostnych – wylicza w rozmowie z serwisem Nauka w Polsce Dagmara Słota. Materiały, które mają mieć kontakt z organizmem żywym muszą zostać przebadane na szeroką skalę. Naukowcy będą dążyli do tego, aby implant miał wytrzymałość czy też twardość zbliżoną do naturalnej kości. Planowane są badania *in vitro*, czyli w szkle w symulowanym środowisku biologicznym, a ostatecznie zostanie sprawdzone bezpieczeństwo *in vivo*. – Pragniemy, aby nasz materiał cechował się pewnymi nowymi cechami w stosunku do innych, obecnie dostępnych materiałów do biodruku. Jednym z założeń jest bioaktywność. Oznacza ona, że implant będzie stymulował komórki kościotwórcze do namnażania, co przełoży się na szybszą rekonwalescencję pacjenta. Również skład fazowy materiału ma przypominać naturalną tkankę kostną. Będzie trochę porowaty, a to umożliwi wrastanie w niego naczyń krwionośnych, co z kolei zminimalizuje ryzyko przemieszczenia – wyraża nadzieję Dagmara Słota. Badaczka jest przekonana, że wydruk personalizowanych, innowacyjnych implantów technologią druku 3D umożliwi pacjentom szybszy zabieg, skracając tym samym czas oczekiwania. Podkreśla także, że w prowadzonym przez nią projekcie nowością będzie skład materiału i jego zdolność do przyspieszania procesów regeneracyjnych. – Implant będzie bazował na polimerach, które będą odpowiednio modyfikowane, aby zwiększyć bioaktywność – mówi badaczka i zaznacza, że szczegóły dotyczące składu implantu muszą zostać tajemnicą, ponieważ na rynku nie ma jeszcze materiału o takiej kompozycji, jaką założyła wraz z członkami grupy.*

Źródło: Nauka w Polsce

Przygotowała mgr Anna Skurzevska

PRENUMERATA CZASOPISMA „INŻYNIERIA MATERIAŁOWA” na 2024 r.

„Inżynierię Materiałową” można zaprenumerować w portalu SIGMA-NOT lub w Zakładzie Kolportażu Wydawnictwa SIGMA-NOT w jednym z następujących wariantów:



- cena jednego egzemplarza 85,00 zł,
- prenumerata **papierowa**: 492,00 zł + koszt wysyłki 21,00 zł,
- prenumerata **cyfrowa**: 402,00 zł,
- prenumerata **PLUS** wersja **papierowa i cyfrowa** + dostęp do archiwalnych treści: 600,00 zł (bez kosztów wysyłki).

Warunki prenumeraty czasopism fachowych Wydawnictwa SIGMA-NOT oraz cenniki prenumeraty można znaleźć na Portalu Informacji Technicznej Wydawnictwa SIGMA-NOT www.sigma-not.pl.

Kontakt:

Zakład Poligrafii i Kolportażu,
ul. ks. J. Popiełuszki 19/21, 01-595 Warszawa,
tel.: +48 22 840 35 89, 22 840 30 86, faks: +48 22 891 13 74,
email: prenumerata@sigma-not.pl

Machinability of steels used for drinking water installation fittings

Skrawalność stali stosowanych na złączki przeznaczone do wody pitnej

AGNIESZKA CHACZYK^{1,2,*}
PHILIPP SKODA³
JANUSZ KRAWCZYK²

ORCID: 0009-0007-9572-5154
ORCID: 0009-0008-1802-6854
ORCID: 0000-0002-7893-1177

¹SANHA Polska Sp. z o.o., ul. Poznańska 49, 59-220 Legnica;

²Wydział Inżynierii Metali i Informatyki Przemysłowej,
AGH Akademia Górniczo-Hutnicza im. Stanisława Staszica w Krakowie,
al. A. Mickiewicza 30, 30-059 Kraków;

³SANHA GmbH & Co. KG, Im Teelbruch 80, 45219 Essen
*e-mail: agnieszka.chaczyk@sanha.com

The machinability of two steels was assessed: 11SMnPb37 with reduced lead content and lead-free 11SMn30 steel. Turning tests were performed based on the selection of parameters, as a result of which the tool will be worn after 1 minute. The evaluation took into account power consumption, chip shape, changes in the surface layer and surface roughness. The tests are aimed at determining the own index of machinability of materials used in SANHA Polska. The generally available machinability index has to be adapted to each application [1]. This adaption is often pretty time and cost consuming. Therefore we are looking for a fast and cheap alternative for the rich machine park with various machining properties. The developed methodology and the obtained results are the basis for further research conducted as part of the implementation doctorate, the aim of which is to implement the production of well-machinable lead-free materials for drinking water installation, characterized by good solderability and corrosion resistance.

Keywords: machinability, free-cutting steel, surface layer, tool wear

Przeprowadzono ocenę skrawalności dwóch stali: 11SMnPb37 z obniżoną zawartością ołowiu i bezołowiowej stali 11SMn30. Próby toczenia wykonano w oparciu o dobór parametrów, w wyniku których narzędzie zostało zużyte po czasie 1 min. Przy ocenie wzięto pod uwagę pobór mocy, kształt wióra, zmiany w warstwie wierzchniej materiału i chropowatość powierzchni. Badania miały na celu wyznaczenie własnego indeksu skrawalności materiałów stosowanych w SANHA Polska. Ogólnie dostępny wskaźnik skrawalności musi być dostosowany do danego zastosowania [1]. Taka adaptacja jest często dość czasochłonna i kosztowna. Dlatego przeprowadzono 1-minutowy test jako szybką i taną alternatywę dla bogatego parku maszynowego o różnych właściwościach obróbczych. Opracowana metodyka i otrzymane wyniki stanowią podstawę do dalszych badań prowadzonych w ramach doktoratu wdrożeniowego, którego celem jest wdrożenie do produkcji dobrze skrawalnych materiałów bezołowiowych przeznaczonych do instalacji wody pitnej, charakteryzujących się dobrą lutownością i odpornością na korozję.

Słowa kluczowe: skrawalność, stal automatowa, warstwa wierzchnia, zużycie narzędzi

1. INTRODUCTION

Free-cutting steels play a significant role in the production of fittings in cutting processes. For a long time, lead free-cutting steels have been classified as the material of first choice for machining [2], because lead in free-cutting steels processed at low cutting speeds, using high-speed steel tools, reduces friction at the tool-chip interface. In addition, lead reduces the cutting force and the contact length of the tool with the chip, and also creates a liquid layer on this contact, which lowers the friction coefficient. Lead also increases the angle of the shear plane [3].

Currently, many legal regulations limit the use of Pb as an alloying element. For example, in accordance with the RoHS III directive (Restriction of Hazardous Substances), the lead content in homogeneous materials for medical applications and for supervision and control devices in industrial facilities cannot exceed 0.1% Pb [4]. However, in the case of materials used for the production

of products for drinking water installations, in accordance with the DWD 2020/2184 directive, for all new materials in contact with drinking water, the lead content in tap water should not exceed 5 µg/L [5].

Machinability is the susceptibility of the workpiece material to machining [1, 6, 7]. When selecting steel intended for machining, there are many important requirements regarding the main criteria for assessing machinability, including: tool life, chip shape, cutting forces and surface quality, as well as the necessary properties of the processed material, which allows the use of technological possibilities offered by machine tools, production processes and cutting tools [8]. To properly assess machinability, the assessment should include all the criteria mentioned, but their importance is usually not equal and one may dominate and the other criteria may be less important [1]. Machinability can be expressed as a percentage or normalized value [6]. The American Iron and Steel Institute (AISI) has determined machinability

ratings for a wide range of materials and assigned SAE 1112 (DIN 10S20) steel a machinability rating of 100%. The machinability rating in this case is determined by measuring the weighted average of the normal cutting speed, surface finish and tool life for each material. Metal with a machinability rating of less than 100% indicates that it is more difficult to machine than SAE 1112, and materials with a rating greater than 100% indicate that it is easier to machine [7]. In addition, the assigned rating is also the relative speed that should be used for a given material in order to achieve a given tool life, e.g., a material with a rating of 50 should be machined at a speed approximately equal to half the speed used for a material with a rating of 100 [9].

Another approach to assessing machinability involves equivalent cutting speed. This is the speed that causes flank wear within 60 min. This cutting speed is called economic cutting speed. However, a tool life of 60 min is no longer economical. Economic tool life with minimal machining costs is approximately 10 min or less for turning. Therefore, the appropriate cutting speed is much higher than the tool life of 60 min [9].

Another approach is to correlate tool life and metal microstructure. Generally speaking, hard components in the structure (oxides, carbides, inclusions) result in low tool life and vice versa. Moreover, tool life is usually better when the grain size is larger [9]. This approach is developed through, among others, non-metallic inclusion engineering. Pytel and Zadęcki in their work [10] showed that the improvement of the machinability of rolled products with axial symmetry from lead-free free-cutting steels can be achieved as a result of modifying the chemical composition of non-metallic inclusions using bismuth. Steels of this type without the addition of bismuth and lead are characterized by the presence of deformed inclusions of type I manganese sulfide. As a result of modification with Bi or Pb, non-metallic inclusions with a two-phase structure appear in the matrix, which are characterized by a reduced aspect ratio, which in turn contributes to improved machinability. Moreover, the machinability of free-cutting steels with lead is comparable to the machinability obtained after adding Bi instead of Pb to the steel.

Machinability index is an approximate value indicating the machinability of various engineering materials. It should be noted that the tools used to create indexes in the past are different from those used today [9]. New engineering materials are also being designed and new machining equipment is being created. All this makes it necessary to check machinability in real conditions.

The methods listed above are time- and cost-consuming. This severely limits the possibilities of performing tests in the production plant. Therefore, the aim of this work is to create a procedure that allows to quickly test various types of engineering materials intended for drinking water installations.

Two steels were subjected to turning tests: 11SMnPb37 with reduced lead content and lead-free 11SMn30 steel. The evaluation took into account power consumption, chip shape, changes in the surface layer of the material and surface roughness. The developed methodology and the results obtained constitute the basis for further research, the expected result of which is the

implementation of well-machinable lead-free materials in the production, characterized by good solderability and corrosion resistance.

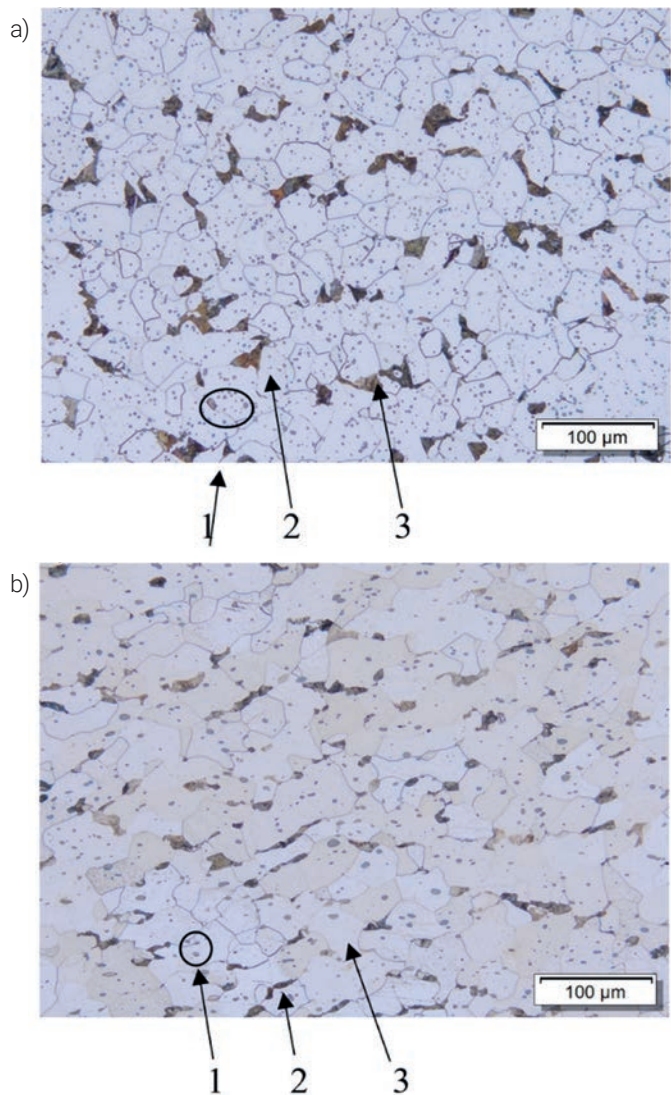


Fig. 1. Microstructure of alloys with marked microstructural components: a) 11SMnPb37, b) 11SMn30; 1 – lead precipitations, 2 – pearlite, 3 – ferrite
Rys. 1. Mikrostruktura stopów z zaznaczonymi składnikami strukturalnymi: a) 11SMnPb37, b) 11SMn30; 1 – wydzielenia ołowiu, 2 – perlit, 3 – ferryt

2. EXPERIMENTAL

2.1. MATERIALS

The test material consisted of two cold-drawn solid bars with a diameter of 100 mm for 11SMnPb37 and 105 mm for 11SMn30, and a length of 100 mm. The chemical composition and mechanical properties of these steels are given in Tables 1 and 2, respectively. The microstructure of the tested alloys was revealed using a 3% solution of nitric acid in ethyl alcohol (nital) and is shown in cross-section in Fig. 1. In both cases, there is a ferrite-pearlite microstructure with evenly distributed lead precipitates. In the case of 11SMnPb37 steel, the ferrite content is 86%, pearlite 10%, and Pb precipitates are 4%. For 11SMn30 steel, the

Table 1. Chemical composition of the tested materials

Tabela 1. Skład chemiczny badanych materiałów

Material	Element content, % by mass.					
	C	Mn	Si	S	P	Pb
11SMnPb37	0.090	1.440	0.030	0.388	0.050	0.210
11SMn30	0.076	1.100	0.020	0.302	0.054	-

Table 2. Mechanical properties of the tested materials

Tabela 2. Właściwości mechaniczne badanych materiałów

Material	R_m , MPa	$R_{p0.2}$, MPa	A, %	HV5
11SMnPb37	520	495	13.5	167
11SMn30	440	294	29.6	174

ferrite content is 92.5%, pearlite 5% and lead precipitates 2.5%. The microstructure of both steels is irregular and heterogeneous. The grain size was determined according to ASTM E112 [11] and in both cases the grain size G is 8.

2.2. METHODS

The most common operation during the production of fittings at the plant is turning, which is why these steels were subjected to longitudinal turning on a Haas CNC lathe. A DWLNR2525M08 turning tool was used for the tests, with a WNMG080408-MF4 insert tool, grade CP500 (Secotools tools), with a corner rounding radius of 0.8 mm, made of sintered carbide. This is the tool insert dedicated to both soft steel and copper alloys, which makes it possible to apply the above methodology to other materials used in the company. Turning tests were performed in 4 passes, each 70 mm long. The remaining 30 mm was used to properly secure the material in the machine holder. The assumption of the test was that the tool would wear out after one minute. When selecting the

parameters, the company's most frequently used feed and cutting depth were used, and then appropriate speeds were selected. For this purpose, an online catalog from the tool supplier was used [12], where the recommended speed values were obtained by entering the feed and cutting depth parameters. To accelerate tool wear, the maximum recommended speeds have been increased by approximately 30%. The parameters used in relation to those recommended by the tool manufacturer are presented in Table 3. A water-based emulsion was used for cooling.

During the tests, power consumption was recorded by writing the values directly from the device's display after the process had stabilized. The results were averaged. Power consumption during turning has a direct impact on the machinability of the material. Those with better machinability are characterized by lower power consumption [7]. After the tests were completed, the tool, machined parts and collected chips were analyzed. The analysis of the tool aims to confirm that the selected parameters, as intended, contributed to its wear after 60 s of the test. Tool wear was assessed using light microscopy. The machining materials

Table 3. Turning parameters

Tabela 3. Parametry toczenia

Material	Axial depth of cut a_p , mm	Cutting speed V_c , m/min	Feed, mm/rev.
11SMnPb37	2	510 (221–347)*	0.155
11SMn30	2	500 (217–339)*	0.165

*recommended by the manufacturer [12]

were checked for changes in the surface layer and the surface roughness was measured. Changes in the surface layer were observed using a light microscope and Vickers microhardness measurement at a load of 100 gf at a distance of 1.5 mm from the sample surface into the material. Changes in the area closer than 1.5 mm from the surface are negligible for the functional properties of the finished product, therefore they were not taken into account in the assessment. The surface roughness classification was made in accordance with PN-EN ISO 1302:2004 [13]. Surface roughness is important for two reasons – the surface quality of the finished product and the adhesion of the zinc coating. In both cases, Ra should not exceed 3.2 μm . The chips were classified according to PN-ISO 3685. The shape and size of the chips are important for the quality of the finished product and processing efficiency. The chips produced should be short, take up as little space as possible and leave the machining zone easily. Otherwise, they may get tangled on the workpiece or tool, scratch the surface of the detail or take up much more space than the material before processing [1].

3. RESEARCH RESULTS AND DISCUSSION

Figure 2 shows the microstructure of the surface layer of 11SMnPb37 and 11SMn30 steel after machining. In both cases, minor changes are visible at a depth of approximately 15 μm caused by shear forces, which have no significant impact on the finished product. Figure 3 shows a graph of the distribution of microhardness from the surface into the materials. The measured hardnesses compared to the hardness of the materials as delivered confirm that there is no influence of turning on the properties of the surface layer. Figure 4 shows the shape and size of the chips. In the case of steel with lead, there are chips in class 2 – tubular, short, while in steel without the addition of lead there are also chips of the second category, but tangled. Power consumption while turning 11SMnPb37 steel was 8.1 kW, and for 11SMn30 steel 7.9 kW. The results obtained depend on the hardness of the material as delivered. Steel with lead is softer (167 HV5), so higher friction resistance occurs than for lead-free steel, hence the higher power consumption for 11SMnPb37. In both

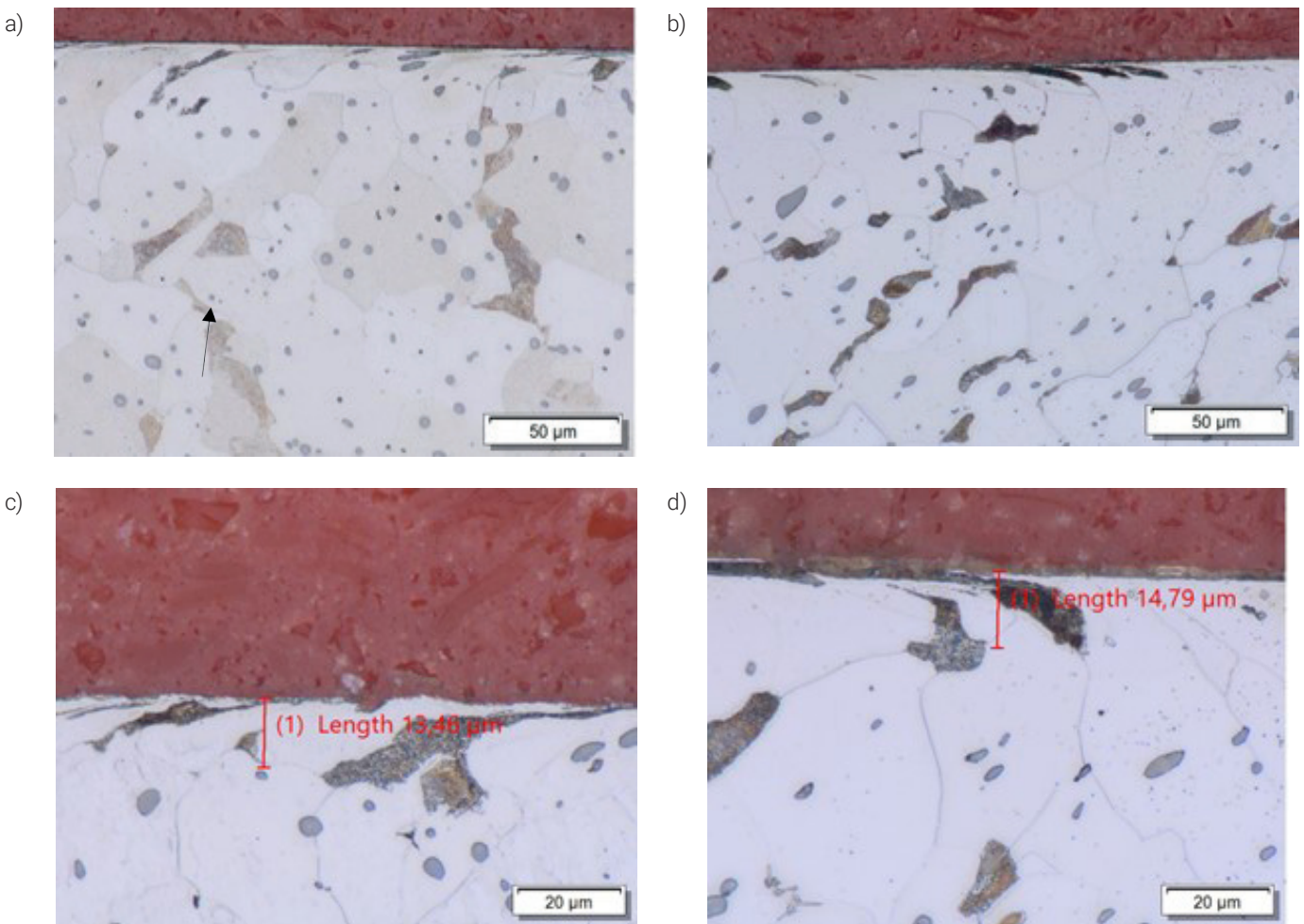


Fig. Microstructure of the surface layer of steel after turning: a) 11SMnPb37 with the undeformed area, b) 11SMn30 with the undeformed area, c) 11SMnPb37 with the maximum deformation depth marked, d) 11SMn30 with the maximum deformation depth marked

Rys. 2. Mikrostruktura warstwy wierzchniej stali po toczeniu: a) 11SMnPb37 z obszarem nieodkształconym, b) 11SMn30 z obszarem nieodkształconym, c) 11SMnPb37 z zaznaczoną maksymalną głębokością odkształcenia, d) 11SMn30 z zaznaczoną maksymalną głębokością odkształcenia

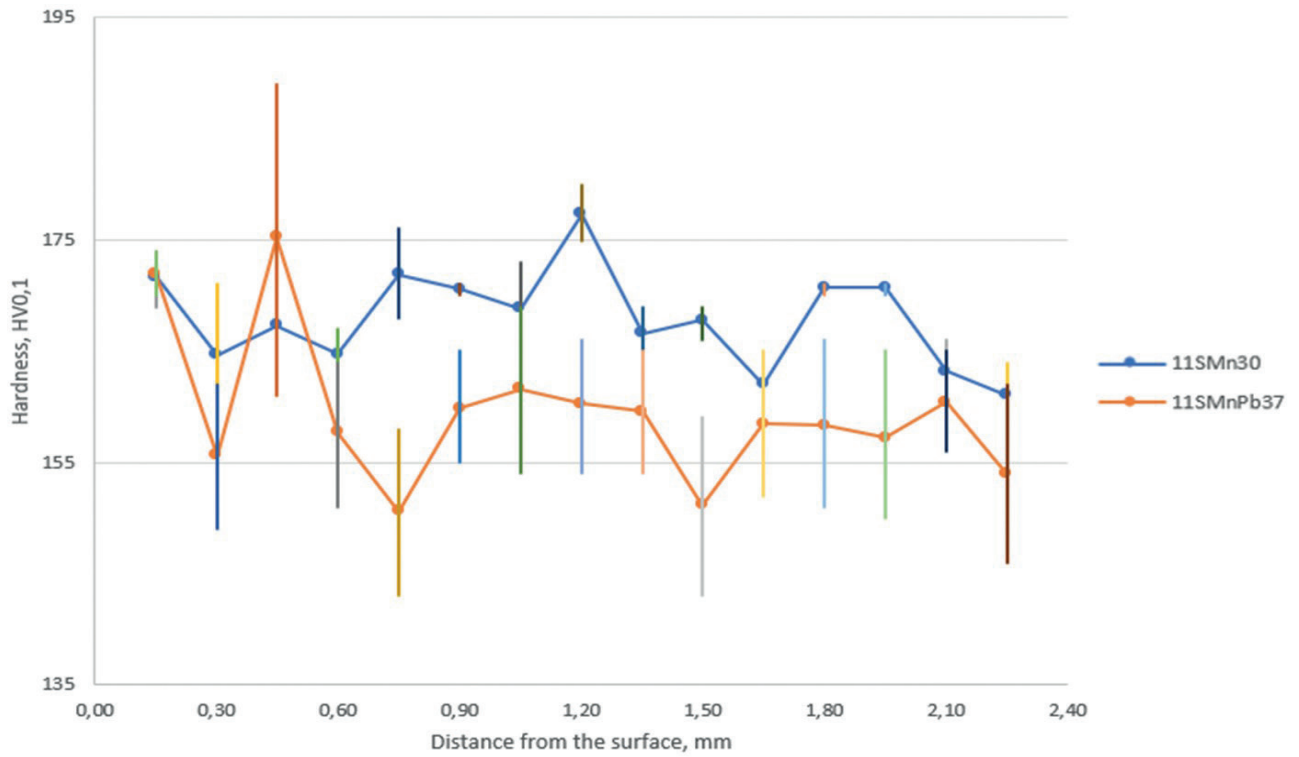


Fig. 3. Diagram of microhardness distribution from the surface into the material for the tested steels with a confidence interval of 0.95 marked
 Rys. 3. Wykres rozkładu mikrotwardości od powierzchni w głąb materiału dla badanych stali z zaznaczonym przedziałem ufności 0,95

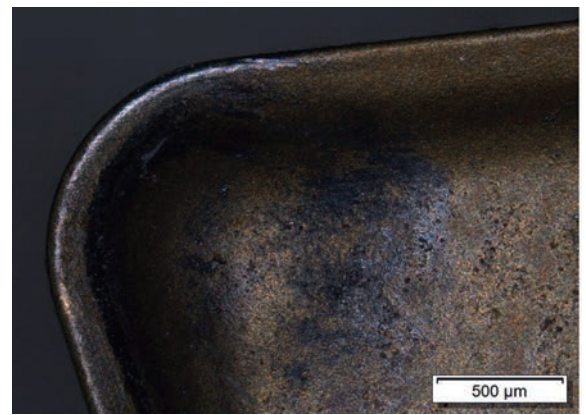
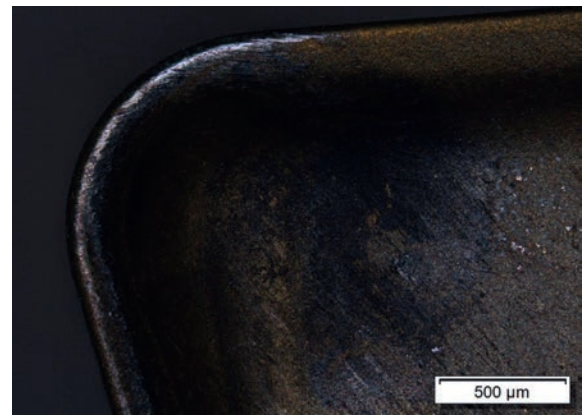


Fig. 4. Chip appearance after turning: a) 11SMnPb37, b) 11SMn30
 Rys. 4. Wygląd wiórów po toczeniu: a) 11SMnPb37, b) 11SMn30

Fig. 5. Wear of rake face: a) 11SMnPb37, b) 11SMn30
 Rys. 5. Zużycie powierzchni natarcia: a) 11SMnPb37, b) 11SMn30

Table 4. Summary results
Tabela 4. Zestawienie wyników

Parameter	11SMnPb37	11SMn30
Surface layer	No significant changes	No significant changes
Chips shape and size	Class 2 – tubular, short	Class 2 – tubular, tangled
Power consumption	8.1 kW	7.9 kW
Roughness Ra	Class 7 (1.03 μm)	Class 6 (1.42 μm)
Cutting insert wear	Negligible	Negligible

cases, the process did not cause excessive load on the spindle. As a result of tests on samples, high surface quality was obtained. The Ra parameter for 11SMnPb37 was 1.03 μm – class 7, while for 11SMn30 – 1.42 μm – class 6. 11SMnPb37 steel is characterized by lower roughness, which is related to the presence of lead in the chemical composition and increased sulfur content than in 11SMn30. Figure 5 shows the wear of the tool insert. In both cases, a similar nature of diffusion wear can be observed, there are no build-ups, nicks, chips and cracks. Despite the parameters used, in both cases the cutting tool can be used for further tests. Table 4 summarizes the obtained results.

4. SUMMARY AND CONCLUSIONS

The research carried out is experimental in nature. The idea was to be able to conduct short turning tests on various types of materials for comparative purposes. Based on the research conducted, the following conclusions can be drawn:

- Both steel grades are characterized by similar machinability.
- There are changes in the surface layer visible at a depth of approximately 15 μm caused by shear forces that do not have a significant impact on the final product.
- The quality of the surface after turning is slightly better in the case of steel with lead – class 7, Ra of 1.03 μm , which is related to the presence of S and Pb in the chemical composition, compared to Ra = 1.42 μm - class 6 for steel with limited lead content.
- Both materials have similar energy consumption – 8.1 kW for 11SMnPb37 and 7.9 kW for 11SMn30. However, it should be noted that in this case the power consumption depends on the hardness of the material as delivered.
- Better results in terms of chip shape were obtained in the case of 11SMnPb37. The chip does not become tangled, which causes it to be removed from the cutting zone faster.
- Cutting insert wear is marginal in both cases, therefore the main test assumptions were not met with the parameters used.

Additional tests using new parameters are necessary (higher cutting speeds, higher feed), as well as tests on other materials used in the company - mainly copper alloys. This will allow you to get a complete view of the changes occurring in the material

at the end of the tool's life and compare all materials currently used. However, this type of methodology can already be used as a preliminary assessment of the machinability of materials for a specific machining device.

SOURCE OF FINANCING

Work financed by the Ministry of Science and Higher Education as part of the 6th edition of the "Implementation Doctorate" program.

REFERENCES/LITERATURE

- [1] Jemielniak K.: Obróbka skrawaniem. Podstawy, dynamika, diagnostyka. Oficyna Wydawnicza Politechniki Warszawskiej. Warszawa (2018).
- [2] Essel I.: Machinability enhancement of non-lead free cutting steels. Dissertation. Rhenish-Westphalian Technical University of Aachen (2006).
- [3] Ramanujachar K., Subramanian S.V.: Micromechanisms of tool wear in machining free cutting steels. *Wear* 197 (199) 45–55.
- [4] Dyrektywa delegowana komisji (UE) 2015/863 z dnia 31 marca 2015 r. zmieniająca załącznik II do dyrektywy Parlamentu Europejskiego i Rady 2011/65/UE w odniesieniu do wykazu substancji objętych ograniczeniem. Dz.U. UE L.2015.137.10
- [5] Dyrektywa Parlamentu Europejskiego i Rady (UE) 2020/2184 z dnia 16 grudnia 2020 r. w sprawie jakości wody przeznaczonej do spożycia przez ludzi. Dz.U. UE L.2020.435.1.
- [6] The Engineering ToolBox, Metals – Machinability (2009), https://www.engineeringtoolbox.com/machinability-metals-d_1450.html, accessed June 10, 2023.
- [7] CNC Machining Material Machinability Chart – Machinability of Metals and Plastics, CNC Machining Material Machinability Chart - Machinability of Metals and Plastics | CNCLATHING, accessed June 10, 2023.
- [8] Živković D., Štrbac N., Ekinović S., Begović E.: Lead-free free-cutting steels as modern environmentally friendly materials, https://www.researchgate.net/publication/281812810_LEAD-FREE_FREE-CUTTING_STEELS_AS_MODERN_ENVIRONMENTALLY_FRIENDLY_MATERIALS, accessed April 3, 2023.
- [9] Kuljanic E., Sortino M., Totis G.: Machinability of difficult machining materials. 14th International Research/Expert Conference "Trends in the Development of Machinery and Associated Technology" TMT 2010, Mediterranean Cruise, September 11th–18th (2010).
- [10] Pytel S.M., Zaděcki M.: Inżynieria wtrąceń niemetalicznych w niskowęgłowych stalach konstrukcyjnych o polepszonej skrawalności. In Mikula J. (red.): Rozwiązania proekologiczne w zakresie produkcji. T. 2 Ekoinnowacje w procesie produkcyjnym. Kraków (2014).
- [11] ASTM E112-13(2021). Standard test methods for determining average grain size.
- [12] <https://www.secotools.com/dashboard/Suggest/Suggest>, accessed June 10, 2023.
- [13] PN-EN ISO 1302:2004. Specyfikacje geometrii wyrobów (GPS). Oznaczanie struktury geometrycznej powierzchni w dokumentacji technicznej wyrobu.

Analysis of the tensile process energy consumption of coniferous wood exposed to seawater

Analiza energochłonności procesu rozciągania drewna iglastego poddanego działaniu wody morskiej

KAMIL ROMAN*

ORCID: 0000-0001-7455-2789

Institute of Wood Sciences and Furniture, Warsaw University of Life Sciences,
166 Nowoursynowska St., 02-787 Warsaw, Poland
* e-mail: kamil_roman@sggw.edu.pl

The woodworking industry is notorious for its use of wood, despite the availability of laminates and other sub-materials. In the marine industry, it is used in the construction of boats, yachts, and other marine structures. In this study, tensile properties of coniferous species were examined as a function of salty water exposure for different periods of time. In coniferous woods such as pine, larch, and spruce, wood strength is determined by its ability to undergo tension and compression over time. Different mechanical strengths of wood soaked in water with a salinity of 7‰ were determined. According to the data, the salinity value corresponds to the average salinity on the Polish Baltic coast. As a result of the experiments, it can be concluded that the applied medium directly affects the species and structure of the wood. The parameters of wood are affected differently by soaking depending on its species. The tensile strength of pine was enhanced after incubation in seawater. By soaking other specimens in saltwater for a certain period of time, the study demonstrated different strength parameters. Wood exposed to salty water was compared to native wood in this study to determine its tensile properties. In conclusion, soaking wood in a certain medium significantly alters its mechanical properties. Analysis showed that all samples had an average strength between 5.4MPa and 102.04MPa. There was a slight difference in strength results for each wood species over time despite subsequent treatment cycles.

Keywords: wood tension, stresses, salted water soaking, tensile strength along fibers, coniferous trees

Zbadano właściwości rozciągające gatunków drzew iglastych w funkcji ekspozycji na słoną wodę przez różne okresy czasu. Określono różne wytrzymałości mechaniczne drewna nasączonego wodą o zasoleniu 7‰, które odpowiadało średniemu zasoleniu na polskim wybrzeżu Bałtyku. Stwierdzono, że zastosowane medium wpływa bezpośrednio na gatunek i strukturę drewna. Nasączenie wpływa w różny sposób na parametry drewna w zależności od jego gatunku. Wytrzymałość na rozciąganie sosny została zwiększona po inkubacji w wodzie morskiej. W badaniach wykazano odmienne parametry wytrzymałościowe, mocząc różne próbki w słonej wodzie przez pewien czas. Drewno wystawione na działanie słonej wody porównano z drewnem naturalnym, aby określić jego właściwości rozciągające. Namoczenie drewna w określonym medium znacząco zmienia jego właściwości mechaniczne. Analiza wykazała, że wszystkie próbki miały średnią wytrzymałość 5,4–102,04 MPa. Zaobserwowano niewielką różnicę w wynikach wytrzymałości dla każdego gatunku drewna w czasie, pomimo kolejnych cykli obróbki.

Słowa kluczowe: napięcie drewna, naprężenia, nasiąkanie słoną wodą, wytrzymałość na rozciąganie wzdłuż włókien, drzewa iglaste

1. INTRODUCTION

The ancients treated wood with NaCl to increase its durability and fire resistance, but focusing on their properties can lead to new and innovative uses. The development of new applications is essential to maximizing the potential of this process. The use of wood for shipbuilding spans a few thousand years, yet no value, feature, or advantage has remained unchanged for such a long time [1–4]. The wood used in wooden constructions is commonly conifer wood, which is prone to decay from fungi in wet environments [5]. Generally, wood requires a preservative to maintain its service life [6, 7]. Timber is still the most important raw material for building vessels, including hulls, spars, and interior fittings. In combination with modern adhesives and preservatives, natural wood texture, color, and smell make it an ideal boatbuilding

and construction material. According to authors [2, 6, 7], wood has the greatest vulnerability to the elements. Depending on the environment and climate where a material is used, its structure varies. Due to this degradation, wood objects developed without protection suffer from deteriorated physical and strength properties, resulting in a lower level of durability. Knowledge of physics, chemistry, and biology are required for the protection of wood against degradation factors [8, 9]. For materials used in construction and boatbuilding, a proper assessment of their impact is especially important, as weakening of their strength can lead to catastrophic consequences [10] such as the destruction of wooden floors or decks.

In the case of water exposure or high relative humidity, wood could lose structural integrity [5]. One of the main characteristics of wood is its hygroscopicity, which is essential for its strength.

Water content causes wood to shrink or swell depending on its moisture content [11–13]. In the wood industry, protective states are used to prevent decay and insect infestation [3, 14]. At this moisture level, fungi and insects will not grow or develop. Physical factors affecting wood degradation include moisture content changes, mechanical factors caused by loading, and ultraviolet radiation. Wood is particularly vulnerable to swelling and shrinkage since they cause deformation and cracking [15, 16]. Wood can be compromised by fungi and insects when it has cracks that allow them to easily access the interior. This reduces the materials performance for building or carpentry. Consequently, boats should be constructed from wood with a healthy amount of moisture. In boat construction, wood should not exceed 20% moisture content, unless it is usually moored. It is recommended that the sheathing under the waterline has a moisture content of above 20%, while masts and ship joinery should have a moisture content of 10–15% [17, 18]. The durability of wood that is constantly submerged in water or buried in the earth increases with the weaker the air permeability and the lower the temperature fluctuation. Compared to sand soil, turf soil prevents wood from deterioration better [2].

In wood, moisture levels fluctuate below fiber saturation points, causing dimensional changes. In addition to changing the cross-sectional shape of wood, shrinkage and swelling can alter the dimensions of carpentry joints as well, causing warping, cracks, carburization (release of stresses during sawing or other processing that results in warping), internal control, and cell distortion, resulting in undulations in lumber. The shrinking and swelling of wood impedes its use in this regard. It is possible to improve the dimensional stability of wood through a variety of methods. Plywood, particleboard, fiberboard, and other products can be mechanically modified, hydrophobic coatings (paint or varnish) can be applied, swelling treatments (keeping the wood swollen with salt, sugar, polyethylene glycol or synthetic resin), or other treatments (thermal or chemical). Coatings reduce the exchange of moisture between wood and the atmosphere, which reduces the change in dimensionality of used wood. Moisture content in wood is primarily responsible for dimensional problems. In contrast, the wood should have a moisture content within the range of what is expected at the specified location at the time of use. In this way, shrinkage and swelling are minimized as the moisture content changes.

The novelty of NaCl treated wood research lies in the use of modern methods and technologies, enabling a better understanding of the mechanisms involved in this process and the efficient, cost-effective, and environmentally friendly use of these technologies and methods [19]. In conjunction with analysis methods, studying NaCl treatment under real conditions enables a better understanding of the changes inside wood under real conditions. According to how the selected material was treated in a salt solution, tensile tests were also required. It was assumed that various types of environmental conditions would be detectable after the raw material had been properly prepared. Several parameters can be adjusted within the NaCl

treatment process to optimize the efficiency and effectiveness of the process. The salt concentration, the period of treatment, and the temperature were taken to account. Physical and mechanical properties of the materials will be determined during testing. Furthermore, the research will determine how salting the raw material will affect its strength as well as how it will impact its drying process [20–22].

2. EXPERIMENTAL

2.1. MATERIAL

The research starts with different types of raw wood samples analyze. Southern Poland has a climatic zone ideal for growing coniferous and deciduous trees. In this study, Scots pine (*Pinus sylvestris* L.), European larch (*Larix decidua*), and Norway spruce (*Picea abies*) woods were used. Europe's timber market is dominated mostly by these three species in terms of raw materials [23]. The high quality and value of these wood species make them popular in the construction, furniture, and paper industries. The mechanical properties of wood depend on where it was harvested. For this research, materials were collected from the seashore zone of the Dębica Forest District up to fifty kilometers from the seacoast. The research used more often the heartwood of trees, since wood structures require high strength. This wood was classified as class B due to small surface defects, which did not affect its strength and usability.

The composition of wood consists of a mixture of organic materials containing four basic chemical elements: carbon, hydrogen, oxygen, and nitrogen. The carbon content of absolutely dry wood is 49.6%, the hydrogen content is 6.3%, and the oxygen content is 44.2%. The amount of nitrogen in wood varies from 0.12% to 0.18%. According to the species of wood, wood contains both organic and mineral substances, in a range of 0.2–1.7% [9, 24]. These substances, which can be found in cell membranes and organelles, form carbon, hydrogen, and oxygen complexes. Among the major components of wood are hemicellulose, cellulose, and lignin [25, 26]. There is a mixture of tannins, resins, gums, dyes, essential oils, fats, and alkaloids in the cells of plants. Approximately 40–60% of the cellulose substance that makes up the cell membrane has a basic structure. The material has a fibrous structure and is very durable because it has a fibrous structure. The cell membrane, which is a major component of wood, is typically composed of lignin and hemicelluloses in conjunction with 18–35% hemicellulose.

2.2. METHODS

2.2.1. THE MATERIAL NaCl TREATMENT

Research was carried out to determine the energy necessary to measure wood samples durability, modified in medium salinity water solutions. This study was based on a previous analysis published in the literature [3, 4, 27]. The test required the preparation of standardized wood samples from Scots pine (*Pinus sylvestris* L.), European larch (*Larix decidua*), and Norway spruce (*Picea abies*). Tests involved placing standardized samples

in a cuvette containing NaCl solution, followed by tensile tests. With distilled water and sea salt, sixty liters of water were filled into a basin with specimens. To prepare the NaCl solution, 7 g of salt with 1000 g of water in the correct ratio were mixed [3–5]. The salinity of 7‰ NaCl is the same as that of the Polish Baltic Sea. The samples were immersed in salt water in each cycle and then removed from the container as required. Depending on the wood species, the samples underwent four soaking cycles. In the test procedure, wood samples of each species were soaked separately for two weeks, four weeks, and six weeks in cycles I, II, and III.

As a result of the study, wood properties were compared to those of the native material after NaCl cycling. Three stages of sample preparation were carried out, each soaking for varying amounts of time in water. Two weeks were required to prepare the cycle solution. It took four weeks to complete cycle II, and six weeks to complete cycle III. The wood should be soaked in an unsaturated salt solution. This reduces the chances of crystals forming on the wood surface. The weight of the sample was taken into account to estimate the amount of liquid absorbed by it during immersion. According to the test methodology [3, 4], the samples were removed from the container and dried at 103°C in a laboratory chamber. The samples must be prepared according to the required moisture content before the strength test [28]. To standardize the moisture content of all samples, the samples were placed in a conditioned chamber for an extended period. The sample moisture content remained at 12% after two weeks [3, 4]. The procedure for measuring moisture content was repeated each time before testing to determine the results. The samples were stored in airtight containers to ensure proper storage and quality control.

2.2.2. TENSILE TESTING

To determine the strength of the modified wood, it was necessary to conduct tensile tests along the fibers to analyze its strength. In this study, Scots pine (*Pinus sylvestris* L.), European larch (*Larix decidua*), and Norway spruce (*Picea abies*) wood materials were tested. The shape of each sample [29] and the moisture content were standardized before testing [4]. Tests of fiber tensile strength were conducted in the laboratory using an Instron 3382 testing machine (Norwood, MA, USA). To perform the tensile test, a clamping fixture was installed. Test clamps, measurement computers with Instron IX software, a testing machine and test clamps were used to test tensile strength. The static tensile test was considered finished when the specimen completely failed after being torn in two.

Materials are often tested using tensile tests to determine their mechanical properties [14, 16]. The test measures present how much force is required to pull a material apart, which helps to determine the strength and stiffness of the material. Additionally, a test can provide information about the material's stress and strain. The test procedure involves characterizing the material under tension and then subjecting it to the test

procedure. During the analysis process of the specimen, it is also possible to determine the parameters of the material that influence the amount of deformation that occurs. According to the manufacturer's specifications, various tensile tests were conducted according to the standard [14]. The results of the tests were used to determine the material's mechanical properties, such as tensile strength and elasticity modulus [30–32]. This information was then used to compare the material to other similar materials.

2.2.3. STATISTICAL ANALYSIS OF VARIANCE ANOVA

In order to perform the statistical analysis of the results of the study, an analysis of variance method was used as the method of statistical analysis. Based on a statistical hypothesis, it describes how statistical analysis is performed. Null hypotheses (H0) imply no significant differences between groups, while alternative hypotheses (H1) suggest that differences exist between groups. The collection of data on a specific parameter is incredibly important if we want to be able to rigorously test the hypotheses. Analysis of variance compares the differences in variances between groups, as well as the variances within groups. There can be a number of contributing factors that affect the dependent variable, so a full multivariate or a univariate statistical analysis will be conducted, depending on how many contributing factors there are. The study's results were analyzed using analysis of variance (ANOVA). For the purpose of determining whether the samples in this study were homogeneous or not, Duncan's post-hoc test was used in this study.

The ANOVA process requires that certain assumptions be met, such as that the data distribution is normal and the variances between the groups are equal. The assumptions are then verified by performing an analysis of variance, and the result is then interpreted based on the p -value. It is important to note, however, that a p -value of less than 0.05 will indicate that there is a significant difference between the two groups, which means that it is significant enough to reject the null hypothesis. The validity of a post hoc test can be established by obtaining significant results for the test. Statistical analysis will be conducted using ANOVA with Duncan's post-hoc test to determine if the samples belong to a homogenous group. Statistical analysis and interpretation of results are possible with the use of ANOVA, which includes formulation of hypotheses, data collection, meeting assumptions, and statistical analysis.

2.3. RESULTS

2.3.1. ANALYSIS OF THE TENSILE PROCESS

The tensile test results indicate that different wood species will have different course changes. The anisotropic structure of the wood is thought to account for the differentiated course of the tensile process in the wood. In addition, distortions and lack of linearity were observed during the static tensile process test

for each species. There is a possibility that this disturbance could be caused by cracking in the anisotropic structure of the material itself. This anisotropic structure could also affect the mechanical properties of wood. Studies are conducted to better understand how the structure of wood affects the tensile process. Throughout the testing, the grip of the testing machine moved at a constant speed of $v = 5 \text{ mm}\cdot\text{s}^{-1}$. Each species of wood should exhibit a characteristic change in force as a function of displacement, as is the case for the quality of the wood being tested. The amount of energy needed to tear the specimen depends on the area of the hole that forms during the process of tearing the specimen. The characteristics of a tensile process for pine wood are presented in Figure 1.

The static tensile test was considered complete when the specimen was destroyed after being torn in half. It can be observed from the diagram that the tensile process for the analyzed material varied depending on the soaking cycle of the materials. It was important to determine the strength of the test sample at the initial stage since the material was anisotropic. Depending on the number of cycles completed on the modified material, there is a difference between the fracture speed and the original

material. The native sample, as well as the cycle III sample, had the lowest displacement values among all the groups compared to the other samples. Furthermore, the early stages of the process were observed to be associated with a rise in stresses in the material as a result of strains applied. However, despite apparent proportionality, yield strength was difficult to calculate due to anisotropy in each case studied. Comparing material values with basic hypotheses can help us understand how the studied parameters influence tensile strength. In the case of tensile testing, factors such as anisotropy play a critical role in the process and the test results are averaged.

The experiment showed that wood pine properties changed under different loading cycles, in comparison to other materials, demonstrating that wood pine is highly variable. The elastic modulus E of pine stretching can be calculated as the trend line adjacent to the function whose coefficient determination R^2 gives the deviation value from the predicted function. According to the elastic modulus of the material, it has moderate stiffness, and the coefficient of determination indicates some agreement with the theoretical model. An increase in stiffness is likely to be accompanied by a double in elastic modulus in cycle I. It indicates that the

model fits well when the R^2 coefficient is high. In cycle II, E represents the elastic modulus, and the coefficient of determination was fitted well. The elastic modulus reached its highest value in cycle III, with an equally high R^2 value. There is a significant impact of loading cycles on several mechanical properties of pine wood, based on the results. The values of maximum strain and yield strength for pine wood are shown in Table 1.

The static tensile test for larch wood confirmed the lack of linearity observed during static tensile testing for each cycle. Stretching of larch wood was characterized by significant stress variation. The na-

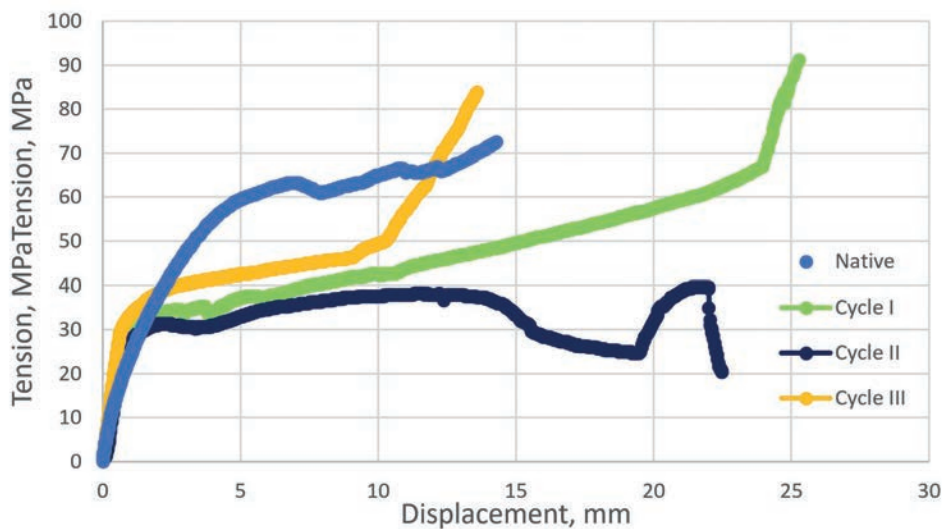


Fig. 1. The characteristics of a tensile process for pine wood
Rys. 1. Charakterystyka procesu rozciągania drewna sosnowego

Table 1. The maximum elasticity displacement and yield stress values for pine wood
Tabela 1. Maksymalne wartości przemieszczenia sprężystości i naprężenia plastyczności drewna sosnowego

Cycle	Elasticity modulus E , MPa	Determination coefficient R^2	Maximum elasticity displacement, mm	Yield strength, MPa
Native	15.987	0.7865	5.090179	59.70331
I	38.997	0.9688	0.88321	31.09688
II	30.106	0.9873	0.969905	26.9732
III	48.055	0.9995	0.625039	29.26694

Table 2. The maximum elasticity displacement and yield stress values of larch wood
Tabela 2. Maksymalne wartości przemieszczenia sprężystości i naprężenia plastyczności drewna modrzewiowego

Cycle	Elasticity modulus E, MPa	Determination coefficient R ²	Maximum elasticity displacement, mm	Yield strength, MPa
Native	17.814	0.8945	0.333326	5.42726
I	32.075	0.873	0.258231	7.19889
II	20.527	0.9148	18.90149	2.808432
III	46.473	0.9456	0.616609	25.04054

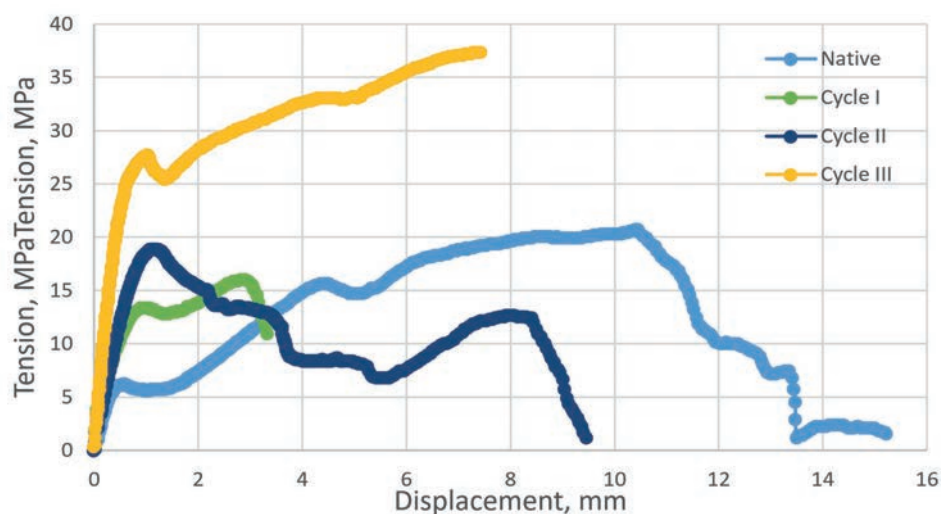


Fig. 2. The characteristics of a tensile process for larch wood
Rys. 2. Charakterystyka procesu rozciągania drewna modrzewiowego

tive cycle and cycle II, in which the specimen failed, showed that the stress had almost fallen to zero before the specimen failed. This suggests that the larch wood samples had an elastic limit below which the stress was significantly reduced. larch wood has an elastic limit, which determines its ability to resist stress. This behavior was unexpected and was not observed in other samples of larch wood. There may be an anisotropic structure in the wood which explains the varying course of tensile behavior. The anisotropic structure of the material may result in linearity distortions on the graph. Other wood species have experienced similar situations in the past as well. Depending on the soaking cycle, larch wood samples are expected to demonstrate characteristic force changes with displacement. The larch wood tensile characteristics are shown in Figure 2.

The diagram shows that the tensile process for the materials that were examined varied with the soaking cycle they received during the tensile process. It was found that during the early stages of the process, there was an increase in the resulting stresses in the material as a proportion to the strains applied of

the material during the early stages of the process. This suggests that the material was becoming more elastic and ductile, which allowed it to stretch further without causing any permanent damage. Based on the study, wood larch properties differed under different loading cycles, as compared with other materials, demonstrating that wood pine properties are highly variable. The material modulus of elasticity indicated moderate stiffness, and the coefficient of determination indicated some agreement between the theoretical model and the measurements. The results indicate that loading cycles have an impact on several mechanical properties of larch wood. The maximum elasticity displacement

and yield strength of larch wood are presented in Table 2.

In the case of the static tensile test of spruce wood, it was also observed at the beginning of the process that partial linearity was not observed at the start of the test. The disturbance in linearity can be seen in the value of the determination coefficient R² for natives and cycle I, especially when there is a disruption in linearity in the case of natives and cycle I. The crack that appears at the beginning of the process may be caused by the facts just mentioned. There was also significant variation in the amount of stress applied during the remainder of the larch wood stretching process. There was a significant amount of variability, especially in cycle I, which was visible. Multiple factors, rather than one specific factor, are likely to have contributed to the crack. Moreover, the effects of this variation on the mechanical properties of spruce wood may also be significant in terms of these changes in the wood's properties. Wood may exhibit variable tensile behavior due to its anisotropic structure, micelle connections, etc. As a result of this variability, wood may be less strong, stiffer, and tougher than it otherwise would be. In addition to its mechanical properties,

Table 3. The maximum elasticity displacement and yield stress values for spruce wood

Tabela 3. Maksymalne wartości przemieszczenia sprężystości i naprężenia plastyczności drewna świerkowego

Cycle	Elasticity modulus E. MPa	Determination coefficient R^2	Maximum elasticity displacement. mm	Yield strength. MPa
Native	38.205	0.9688	1.058393	38.28358
I	27.520	0.8939	0.616489	14.04543
II	34.526	0.9464	1.225027	42.03038
III	46.710	0.9625	1.108318	43.90674

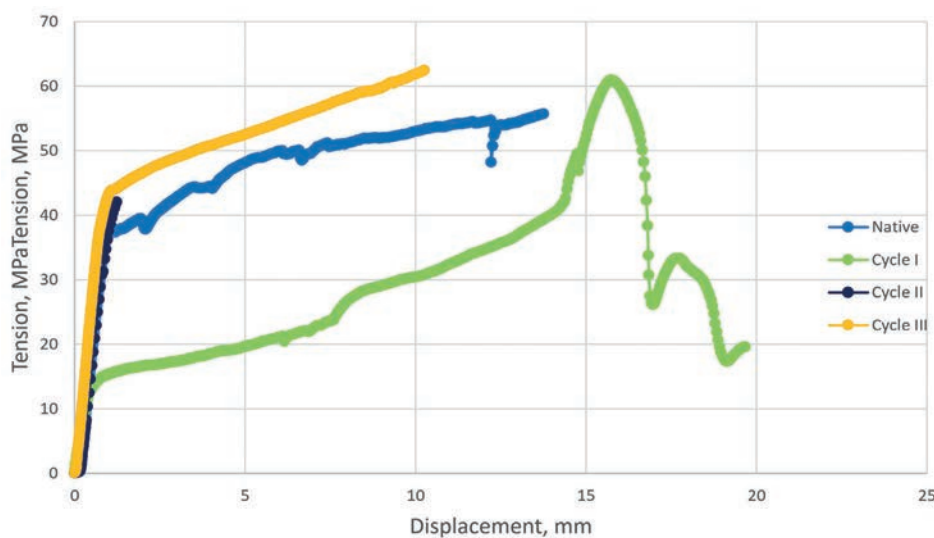


Fig. 3. The characteristics of a tensile process for spruce wood

Rys. 3. Charakterystyka procesu rozciągania drewna świerkowego

wood's performance may also be affected by its variability. The stress increased linearly after exceeding the yield point in the native case and cycle III but at large deformations. The typical brittle structure of Cycle II continued to persist and cracked as a result. The tensile strength characteristics of spruce wood are shown in Figure 3.

The graph clearly shows that one of the courses is more irregular than the other based on the way it is represented on the graph. There was an increase in force in each case as a result of a rapid increase in stress at the beginning of the process and this stress increased gradually as a result of exceeding the proportionality limit, as opposed to deformation, which increased slowly. The material became more and more flexible as time went on. The material was stiffer at the beginning of the process, so it could absorb less stress, which led to a more rapid increase in force. When the material became more flexible, it was better able to absorb stress, allowing its shape to change more slowly as stress increased. Although the yield strength appeared to be proportional, anisotropy caused difficulties in calculating it in each case study. There has been evidence that the properties of

spruce change with the amount and duration of soak. The elastic modulus of the material indicated moderate stiffness, and the coefficient of determination indicated that there was some agreement between the theoretical model and the measurements when it came to the elastic modulus. The results of the tests indicate that soaking cycles alter the mechanical properties of spruce wood. The maximum elastic displacements and yield strength of spruce wood are presented in Table 3.

The research on pine, larch, and spruce wood species was carried out on three different species of wood. To analyze the results, we provide information related to the

cycle of soaking the material in the NaCl solution, the elastic modulus E, the coefficient of determination R^2 , and the maximum elastic deformation and tensile strength of each sample. In the light of these values, wooden mechanical properties can be analyzed based on wood species and the duration of material soaking. Comparing the tensile strength of pine in cycle III to those of other wood species and cycles, it can be seen that the tensile strength of pine is reasonably low by comparison. In comparison to its predecessors, larch wood exhibits a large maximum elastic deformation in cycle II. According to these results, larch wood has higher mechanical properties than pine wood and the duration of the soaking process has a great deal of influence on the mechanical properties of the wood.

2.3.2. THE TENSILE PROCESS ENERGY CONSUMPTION

The obtained test results were calculated to estimate the amount of energy needed for static stretching. The total work value that is calculated during the static stretching process

Table 4. The integral equation of total tensile work
Tabela 4. Równania całkowite całkowitej pracy rozciągającej

Total work carried out under specified conditions $W_{(\tau, \varphi)}$	Determination coefficient R^2	Displacement l , mm	Total compaction work, J
$W_{(Pine, Native)} = \int_0^{0.001 \cdot l} 0.11x^3 - 2.81x^2 + 23.57x$	0.9871	14.290	2.4×10^{-3}
$W_{(Pine, Cycle I)} = \int_0^{0.001 \cdot l} -3 \times 10^{-5}x^6 + 2.5 \times 10^{-3}x^5 - 0.08x^4 + 1.3x^3 - 9.37x^2 + 31.38x$	0.9277	25.275	9.97×10^{-3}
$W_{(Pine, Cycle II)} = \int_0^{0.001 \cdot l} -1 \times 10^{-4}x^6 + 6.6 \times 10^{-4}x^5 - 0.17x^4 + 2.13x^3 - 12.7x^2 + 34x$	0.901	22.483	8.5×10^{-3}
$W_{(Pine, Cycle III)} = \int_0^{0.001 \cdot l} -2.53 \times 10^{-2}x^4 + 0.83x^3 - 8.67x^2 + 34.6x$	0.9061	13.580	3.18×10^{-3}
$W_{(Larch, Native)} = \int_0^{0.001 \cdot l} 1.1 \times 10^{-3}x^5 - 0.04x^4 + 0.46x^3 - 2.37x^2 + 7.44x$	0.9452	15.233	8.60×10^{-4}
$W_{(Larch, Cycle I)} = \int_0^{0.001 \cdot l} -2.09x^4 + 14.69x^3 - 35.57x^2 + 36.01x$	0.9904	3.325	1.99×10^{-4}
$W_{(Larch, Cycle II)} = \int_0^{0.001 \cdot l} 0.01x^5 - 0.31x^4 + 3.46x^3 - 16.49x^2 + 29.99x$	0.9009	9.450	1.33×10^{-3}
$W_{(Larch, Cycle III)} = \int_0^{0.001 \cdot l} 0.09x^5 - 1.82x^4 + 13.08x^3 - 41.41x^2 + 57.41x$	0.9305	7.408	1.57×10^{-3}
$W_{(Spruce, Native)} = \int_0^{0.001 \cdot l} 0.01x^5 - 0.19x^4 + 2.6x^3 - 15.762x^2 + 43.515x$	0.9433	13.758	4.11×10^{-3}
$W_{(Spruce, Cycle I)} = \int_0^{0.001 \cdot l} -6 \times 10^{-5}x^6 + 3.5 \times 10^{-3}x^5 - 8.8 \times 10^{-2}x^4 + 1.09x^3 - 6.59x^2 + 18.37x$	0.8701	19.667	3.54×10^{-3}
$W_{(Spruce, Cycle II)} = \int_0^{0.001 \cdot l} 13.26x^2 + 22.56x$	0.9669	1.225	1.7×10^{-5}
$W_{(Spruce, Cycle III)} = \int_0^{0.001 \cdot l} -0.1x^4 + 2.24x^3 - 17.13x^2 + 51.8x$	0.9232	10.258	2.72×10^{-3}

indicates how much energy is required to tear the specimen based on the grade and preparation parameters. As a model estimation method, the Gauss-Newton least-squares method was used, ensuring that the coefficient of determination R^2 was more than 0.9 throughout the entire estimation procedure. For the model to fit the obtained data, the procedure ensured sufficient accuracy. It was found that the third-degree polynomial was well fitted to the described arithmetic function that described the model stretching process of wood of different species in most cases. The integral equation of total tensile work is presented in Table 4.

The determination coefficient shows the validity of using a third-degree polynomial to describe the forces that arise during the process to understand the changes. In accordance with the methodology of selecting the polynomial according to the determination coefficient, an increase in the accuracy of fitting the function defining the compaction process was observed. In cycle I, spruce was modified according to cycle I, in one case the R^2 remains below 0.9 although a polynomial of the sixth degree was employed; in another case, the R^2 is 0.8701. However, a trend line was still fitted with a polynomial of the second degree if the R^2 coefficient was equal to or greater than 0.900. According to the value of the compaction force variation over time, for different raw materials and types of modifications, the total work of the compaction process of the material was calculated based on the total work for the compaction process. Results of the study showed that the multinomial fitted to the trend line correlated closely with the total work involved in the material compaction process. Due to the multinomial nature of the model, it may be possible to use it to accurately predict how much effort will be put into the entire process.

2.3.3. STRENGTH TESTING

Based on the results of the static tensile tests, the results are in accordance with the current standard. In the case of the prepared samples, the tensile process was carried out at 22°C in the laboratory. To determine how much the samples deformed during the tensile process, the forces applied to them in special holders were measured. To calculate the material's tensile strength, test results were used. Calculating the tensile strength of a sample involves dividing its cross-sectional area by its maximum load. In order to determine the quality of the material, the tensile strength was compared with the current standard. The pressure along the fibers is expected to be higher during the stretch process than when the fibers are arranged transversely since it is expected that the fibers will be stretched along the fibers. Although anisotropic materials cracked when stretched, they still had high stress values. Therefore, it was decided to introduce a yield stress, which was measured up to the first crack on the surface. The tensile tests performed on pine, spruce, and larch samples in native (non-soaked) material were presented in Table 5.

Each cycle of testing was carried out along the length of the fibers to determine tensile strength. Further statistical analysis of the results revealed that it is possible to characterize the results

Table 5. Native material tensile tests along fibers
Tabela 5. Próby rozciągania materiału rodzimego wzdłuż włókien

Material	Cycle	Tensile strength along the fibres, MPa (SD)*
Pine	Native	72.46 (17.27) ^{a, d}
	I	91.20 (2.80) ^d
	II	39.71 (9.09) ^{a, b, c}
	III	83.73 (18.31) ^d
Larch	Native	20.73 (11.82) ^{b, c}
	I	16.02 (10.61) ^b
	II	18.91 (35.64) ^{a, b, c}
	III	37.40 (9.24) ^{a, b, c}
Spruce	Native	55.69 (32.37) ^{a, c, d}
	I	60.94 (28.92) ^{a, d}
	II	42.03 (32.00) ^{a, b, c}
	III	62.43 (11.52) ^{a, d}

*SD – standard deviation, ^{a,b,c,d} – homogeneous group

in terms of the influence of the number of soaking cycles used on the values of tensile strength values of the different species of wood based on the results of further statistical analysis. As the number of soaking cycles increased, the tensile strength decreased. In some species, the decline was more marked. Statistical analysis showed that species with the highest tensile strength values had the lowest decrease in tensile strength with an increase in cycles. Based on the statistical analysis conducted, there was significant variation between the measured parameters as well as a correlation between them. Considering the correlation among the analysed indicators, there was no significant influence on the correlations, which was further confirmed by the statistical significance value of $p = 0.131$. The empirical value of $F(6, 24) = 1.854$ was consistent with the degree of significance value of $p = 0.131$. The averages of the analysis of the influence of the number of applications of soaking cycles in salted water on the tensile strength values of a given wood species were presented in Figure 4.

For individual samples, pine, larch, and spruce wood showed different effects according to the post-hoc Duncan test. It was found that the degree of significance for the statistical analysis of the strength parameters of the samples from the analyzed wood species was lower than the accepted level of significance alpha equal to 0.05 for the statistical analysis of the strength parameters of the samples from the analyzed wood species. Therefore, the average effects of soaking cycles on tensile strength differ when analyzed according to the number of cycles. A homogeneous group of individuals is formed by the three kinds of wood analyzed here, pine, larch, and spruce. Tensile strength parameters of

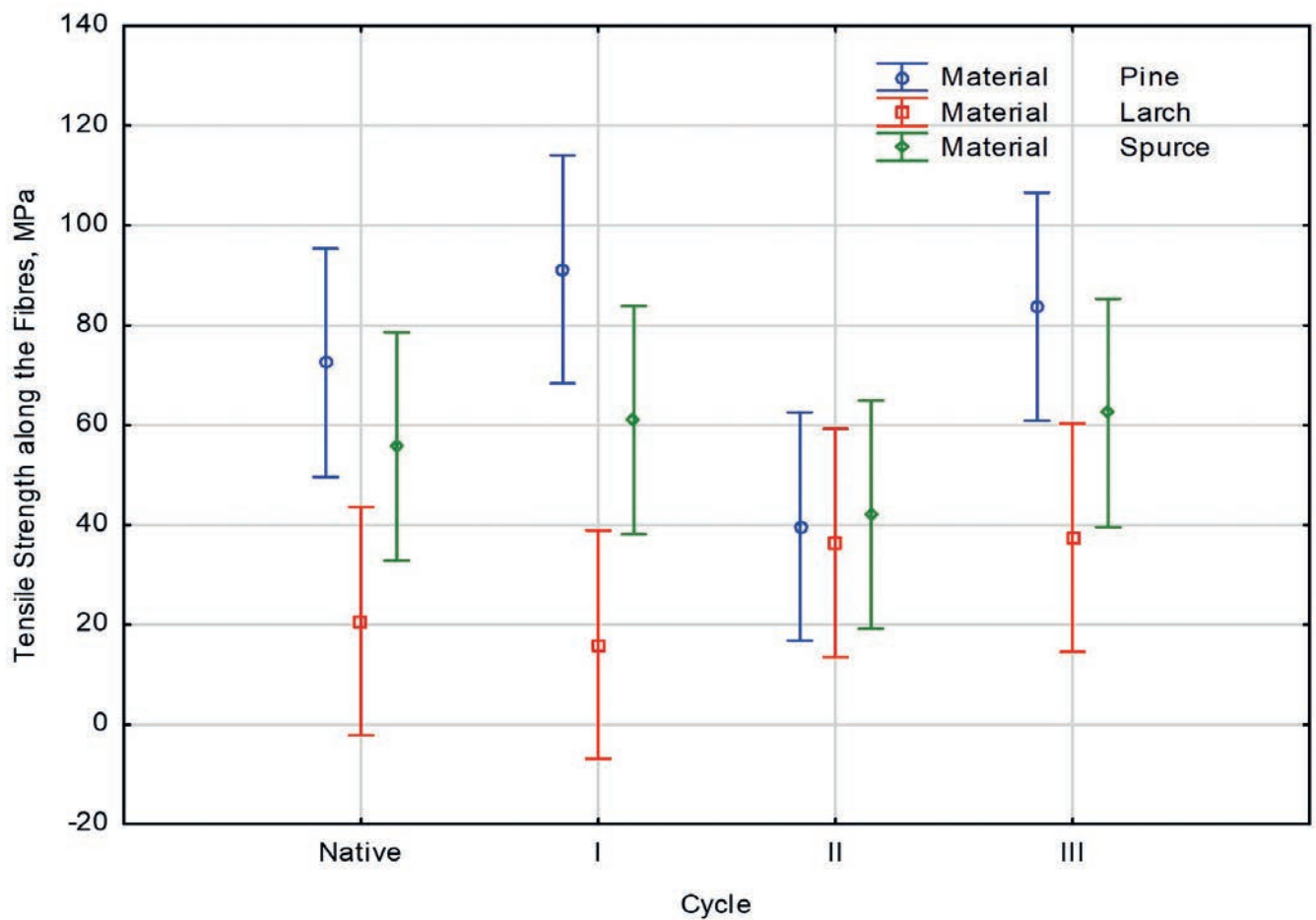


Fig. 4. The influence of the number of applications of soaking cycles in salted water on the tensile strength values of a given wood species
 Rys. 4. Wpływ liczby cykli moczenia w osolonej wodzie na wartości wytrzymałości na rozciąganie danego gatunku drewna

prepared samples were previously analyzed by analyzing soaking cycles in NaCl. In this case, the degree of significance p was higher than the acceptable alpha significance level of 0.05, which was not statistically significant at this time. The tensile strength parameters of the samples measured in successive soaking cycles were analyzed statistically to determine their effects on the test wood's parameters. In spite of the material type, the strength of the sample did not significantly change with the number of cycles. According to the post-hoc test, only one univariate group was found with all low-squares averages for the soaking scores for each assailant.

2.4. DISCUSSION

Based on the results of the experiments, the medium had some non-significant effects on the structure of the wood species. Wood treatment affects not only the strength of the wood, but also the strength of the materials based on the strength of the wood. Physical parameters of the wood depend on the kind of wood that had been soaked. There may be differences between one species of wood and another in terms of density, porosity,

and moisture content. These parameters make wood strong and stable, and durable [8, 31, 32].

Analyzing the test results relating to the mechanical properties of the different types of wood [21–23], some important conclusions can be drawn. Considering pine trees in their natural state, it has been observed that the elastic modulus (E) of the pines is 15.987 MPa, and the maximum elastic strain is 5.09 mm. It appears that treating pine wood can improve its mechanical properties, as the values are higher for pine I, II, and III. Moreover, there was an increase in the tensile strength of so-pine III (83.73 MPa) along the fibers, which might be useful in structural applications such as wind turbines. Similarly, after six weeks, a significant increase in strength can be observed, although this increase is not immediate. Based on the results, it can be concluded that pine, like similar species that are also po-positive in seawater, is also po-positive in freshwater.

As part of the testing process, larch wood will be tested next. Despite its low modulus of elasticity, larch is naturally incredibly elastic, having a modulus of 17.814 MPa. These values also increase in larch cycle I, II and III, that can be attributed to the beneficial effect of the treatment process on the mechanical

properties of the wood. The tensile strength of larch cycle III, the strongest wood species used in this study, was 46.473 MPa along its fibers. There was the lowest strength difference between the arch and the other woods, based on the results of the analyses. larch wood, as well as other species of wood, showed an increase in strength only if samples were soaked for a period of four to six weeks before testing.

According to the modulus of elasticity values for spruce cycle I, II, and III, the modulus of elasticity of the wood is significantly higher than that of the wood when it is in its natural state. The mechanical properties of spruce wood improve more after treatment, so it is more likely to improve mechanical properties after treatment. The tensile strength along the fibers of spruce cycle III is the highest among the three species (62.43 MPa, which is the highest). The results of the study showed that wood treatment processes significantly improved the mechanical properties of wood, especially its modulus of elasticity and tensile strength. The ratings for each type of wood are increased with the number of treatment cycles, which makes it very easy to determine if a material is suitable for a particular application based on its characteristics. The values provided in this table can assist in determining wooden structures' mechanical properties if they require them [21].

The strength results of tensile strength tests indicate that in certain cases there is a small improvement when analyzing larch species in particular. Following successive soaking cycles, the samples' strength parameters will improve, as shown in the graph below. larch species gain more tensile strength when they are soaked in water for longer periods of time. Cellulose and lignin, which are super-absorbent and super-retentive, are abundant in larch species. Based on some literature studies [15, 27], it has been found that soaking pine wood in low-salt water for two weeks can also reduce its lignin and hemicellulose content, increasing its susceptibility to impregnation in the future, and improving its resistance to external influences. Soaking pine wood in water for a short period can also reduce its hardness, which can make it easier to work.

3. CONCLUSIONS

An analysis of the mechanical properties of various coniferous wood species soaked in seawater was carried out in this study. Statistics showed that strength parameters improved slightly, but not significantly. There was a high level of significance p above the acceptable alpha significance level of 0.05. Testing was conducted on samples of pine, spruce, and larch wood for tensile characteristics during the study. It was found that sample strength varied with the number of cycles for all materials, regardless of material type. According to the analyses, all samples had an average strength ranging 5.4–102.04 MPa. According to the results, cycle II pine showed the highest strength level of all the trees tested. pine and larch strength increased from the fourth to the sixth week of soaking. The strength results for each wood

species varied slightly with subsequent treatment cycles and didn't necessarily improve.

REFERENCES

- [1] Gerlach T.: Volcanic versus anthropogenic carbon dioxide. *Eos (Washington DC)* 92 (2011) 201, doi:10.1029/2011E0240001.
- [2] Elam J., Björdal C.G.: Long-term study on wood degradation in urban soil-water systems – implications for service life of historic foundation piles. *Int. Biodeter. Biodegr.* 167 (2022) 105356, doi:10.1016/j.ibiod.2021.105356.
- [3] Roman K., Grzegorzewska E., Leszczyński M., Pycka S., Barwicki J., Golsz E., Zatoń P.: Effect of seawater with average salinity on the moisture content, ash content and tensile strength of some coniferous wood. *Materials* 16 (2023), doi:10.3390/ma16082984.
- [4] Roman K., Leszczyński M., Pycka S., Wardal W.J.: The effects of seawater treatment on selected coniferous wood types. *Materials* 16 (2023), doi:10.3390/ma16175831.
- [5] Øyen B.-H., Nyeggen H., Flæte P.O.: Bending stiffness and strength of 300 year old salt(NaCl)-exposed wood from Bryggen in Bergen, Norway. In *Proceedings of the International Conference on Wood Science for Preservation of Cultural Heritage: Mechanical and Biological Factors*, Braga, Portugal, 5–7 November 2008.
- [6] Treu A., Zimmer K., Brischke C. et al.: Timber in marine environments. *BioResources* 14 (04) (2019) 10161, doi:10.15376/biores.14.4.Treu..
- [7] Yildiz U.C., Temiz A., Gezer E.D., Yildiz S.: Effects of the wood preservatives on mechanical properties of elow pine (*Pinus sylvestris* L.) wood. *Build Environ.* 39 (2004) 1071, doi: https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2004.01.032.
- [8] Negro M.J., Manzanares P., Oliva J.M., Ballesteros I., Ballesteros M.: Changes in various physical/chemical parameters of *Pinus pinaster* wood after steam explosion pretreatment. *Biomass Bioenergy* 25 (2003) 301, doi: 10.1016/S0961-9534(03)00017-5.
- [9] Piątek M., Bartkowiak A.: Effectiveness of using physical pretreatment of lignocellulosic biomass. *J. Water Land Develop.* (2023) 62, doi: 10.24425/jwld.2023.146598.
- [10] Du Y., Doudak G., Mohareb M.: Effect of beam-deck connection flexibility on lateral torsional buckling strength of wooden twin-beams. *Eng. Struct.* 207 (2020) 110226, doi: https://doi.org/10.1016/j.engstruct.2020.110226.
- [11] Amer M., Kabouchi B., Rahouti M., Famiri A., Fidah A., El Alami S.: Influence of moisture content on the axial resistance and modulus of elasticity of clonal eucalyptus wood. *Mater. Today Proc.* 13 (2019) 562, doi: https://doi.org/10.1016/j.matpr.2019.04.014.
- [12] Fu Q., Xu R., Kasal B., Wei Y., Yan L.: Moisture-induced stresses and damage in adhesively bonded timber-concrete composite connection. *Constr. Build. Mater.* 416 (2024) 135184, doi: 10.1016/j.conbuildmat.2024.135184.
- [13] Al-Musawi H., Huber C., Gusenbauer C., Ungerer B., Grabner M., Ploszczanski L., Schönbauer B., Painer J., Krenke T., Müller U.: The compressive behaviour of beech and birch at different moisture and temperature conditions along the grain. *Eng. Fail. Anal.* 159 (2024) 108017, doi: https://doi.org/10.1016/j.engfailanal.2024.108017.
- [14] Östman B.A.-L.: Wood tensile strength at temperatures and moisture contents simulating fire conditions. *Wood Sci. Technol.* 19 (1985) 103, doi: 10.1007/BF00353071.

- [15] Żmuda E., Radomski A.: Swelling and water resistance of black poplar wood (*Populus nigra* L.) modified by polymerisation in lumen with styrene. *Ann. Wars. Univ. Life Sci., For. Wood Technol.* 110 (2020) 35, doi: 10.5604/01.3001.0014.3679.
- [16] Murata K., Nagai H., Nakano T.: Estimation of width of fracture process zone in spruce wood by radial tensile test. *Mech. Mater.* 43 (2011) 389, doi: <https://doi.org/10.1016/j.mechmat.2011.04.005>.
- [17] Nylen J., Sheehan M.: The impact of moisture on lead concentrate powder dust emissions in ship-loading operations. *Powder Technol.* 394 (2021) 353, doi: <https://doi.org/10.1016/j.powtec.2021.08.069>.
- [18] Chen W., Chen J., Williams K., Wheeler C.: Investigation into the ship motion induced moisture migration during seaborne coal transport. *Adv. Powder Technol.* 28 (2017) 3004, doi: <https://doi.org/10.1016/j.apt.2017.09.011>.
- [19] Zarafshani H., Watjanatepin P., Lepelaar M., Verbruggen J., Ouagne P., De Luca R., Li Q., Scarpa F., Placet V., Van Acker K.: Environmental assessment of woven hemp fibre reinforced epoxy composites and potential applications in aerospace and electric scooter industries. *Results Mater.* 20 (2023) 100474, doi: <https://doi.org/10.1016/j.rinma.2023.100474>.
- [20] Song H., Liu T., Gauvin F.: Enhancing mechanical performance of green fiber cement composites. Role of eco-friendly alkyl ketene dimer on surfaces of hemp fibers. *J. Mater. Res. Technol.* 28 (2024) 3121, doi: 10.1016/j.jmrt.2023.12.255.
- [21] Koch S.M., Goldhahn C., Müller F.J. et al.: Anisotropic wood-hydrogel composites. Extending mechanical properties of wood towards soft materials' applications. *Mater. Today Bio.* 22 (2023), doi: 10.1016/j.mtbio.2023.100772.
- [22] Yang S., Lee H., Choi G., Kang S.: Mechanical properties of hybrid cross-laminated timber with wood-based materials. *Ind. Crops Prod.* 206 (2023), doi: 10.1016/j.indcrop.2023.117629.
- [23] Petryk A., Adamik P.: The guarantees of origin as a market-based energy transition mechanism in Poland. *J. Water Land Develop.* (2023) 11, doi: 10.24425/jwld.2023.145356.
- [24] Lakhdari S., Kachi S., Valles V., Barbiero L., Houha B., Yameogo S., Jabrane M., Dali N.: Hydrochemical characterisation of groundwater using multifactorial approach in Fom El Gueiss Basin, Northeastern Algeria. *J. Water Land Develop.* 52 (2022) 60, doi: 10.24425/jwld.2021.139944.
- [25] Zhao J., Griffin J., Roozeboom K., Lee J., Wang D.: Lignin, sugar, and furan production of industrial hemp biomass via an integrated process. *Ind. Crops Prod.* 172 (2021) 114049, doi: <https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2021.114049>.
- [26] Karri R., Lappalainen R., Tomppo L., Yadav R.: Bond quality of poplar plywood reinforced with hemp fibers and lignin-phenolic adhesives. *Composites Part C: Open Access* 9 (2022) 100299, doi: <https://doi.org/10.1016/j.jcomc.2022.100299>.
- [27] Gruszczyński D., Szymanowski K.: Effect of thermomechanical modification of scots pine (*Pinus sylvestris* L.) wood on machine sanding efficiency. *Ann. Wars. Univ. Life Sci., For. Wood Technol.* 118 (2020) 74, doi: 10.5604/01.3001.0016.0856.
- [28] Roman K., Barwicki J., Rzdokiewicz W., Dawidowski M.: Evaluation of mechanical and energetic properties of the forest residues shredded chips during briquetting process. *Energies (Basel)* 14 (2021) doi: 10.3390/en14113270.
- [29] Roman K., Roman M., Szadkowska D., Szadkowski J., Grzegorzewska E.: Evaluation of physical and chemical parameters according to energetic willow (*Salix viminalis* L.) cultivation. *Energies (Basel)* 14 (2021), doi: 10.3390/en14102968.
- [30] Acuña L., Martínez R., Spavento E., Casado M., Álvarez-Martínez J., O'Ceallaigh C., Harte A.M., Balmori J.-A.: Modulus of elasticity prediction through transversal vibration in cantilever beams and ultrasound technique of different wood species. *Constr. Build. Mater.* 371 (2023) 130750, doi: <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2023.130750>.
- [31] Marini L.J., Cavalheiro R.S., De Araujo V.A., Cortez-Barbosa J., de Campos C.I., Molina J.C., Silva D.A.L., Lahr F.A.R., Christoforo A.L.: Estimation of mechanical properties in eucalyptus woods towards physical and anatomical parameters. *Constr. Build. Mater.* 352 (2022), doi: 10.1016/j.conbuildmat.2022.128824.
- [32] Jensen P., Gregory D.J.: Selected physical parameters to characterize the state of preservation of waterlogged archaeological wood. A practical guide for their determination. *J. Archaeol. Sci.* 33 (2006) 551, doi: 10.1016/j.jas.2005.09.007.
- [33] Mascarenhas F.J.R., Dias A.M.P.G., Christoforo A.L., Simões R.M.S., Dias A.M.A.: Experimental investigation on the influence of microwave technology on the treatability and mechanical properties of portuguese southern blue gum wood. *Case Stud. Constr. Mater.* 20 (2024), doi: 10.1016/j.cscm.2023.e02698.



Some aspects of monitoring of different processes in agriculture using acoustic emission phenomena

Niektóre aspekty monitorowania różnych procesów w rolnictwie z wykorzystaniem zjawisk emisji akustycznej

JAN BARWICKI*
KINGA BOREK
KAMILA MAZUR

ORCID: 0000-0002-5437-5284
ORCID: 0000-0002-0171-7498
ORCID: 0000-0001-9576-4019

Institute of Technology and Life Sciences – National Research Institute, Falenty,
al. Hrabaska 3, 05-090 Raszyn, Poland
* e-mail: jbarwicki@gmail.com

The technique of acoustic emission has been shown to be useful for monitoring and measurement of transportation and mixing of feed concentrates and other ingredients. This method is ideally suited for flow/no flow alarm indicators, requiring no calibration and only basic electronic support. If the method is to be used for analysis of mixtures, the components must be sufficiently different in particle size or density. Besides that, the detection of particle breakdown and damage should be possible.

Keywords: acoustic emission, monitoring, measurement, agricultural products, food products, transportation, mixing, new technology, utilization

Wykazano, że technika emisji akustycznej jest przydatna do monitorowania i pomiaru transportu oraz mieszania koncentratów paszowych i innych składników. Metoda ta idealnie nadaje się do wskaźników alarmowych przepływu/braku przepływu, nie wymagając kalibracji i jedynie podstawowego wsparcia elektronicznego. Jeżeli metoda ma być stosowana do analizy mieszanin, składniki muszą różnić się dostatecznie wielkością cząstek lub gęstością. Poza tym powinno być możliwe wykrywanie rozkładu i uszkodzeń cząstek.

Słowa kluczowe: emisja akustyczna, monitoring, pomiary, produkty rolne, produkty spożywcze, transport, mieszanie, nowa technologia, utylizacja

1. INTRODUCTION

Most process noise is considered to be a nuisance, and often many efforts are spent to reduce it [1]. However, a change in the noise generated by a process is frequently the first indication that there has been a change in the state of the operation, and besides that it is the principle that led to the development of acoustic emission sensing phenomena [2]. For example, boiling water can be sensed by listening to it to detect the noise of bubble formation and collapse. The many bending and cracks produced by a process, which all contain information about the state of the operation [3], send stress waves through the process plant to a point where they can be detected by a special sensor, and analyzed to give a variety of the process parameters – which are often not available by any other method [4]. The information obtained depends on the application and the complexity of the signal processing, but could range from a simple flow/no flow indicator for powders to textural characteristic of expanded extruded products, or complicated mixing multistage processes [5].

A wide range of dry agricultural and food materials as: complete animal feed, fibrous materials, maize meal, potato flour,

fruits, vegetable, bone meal, proteins need to be transported or mixed together or with other ingredients [6]. It is connected with a process on a factory scale or just on the farm scale.

We define the size of granule as anything from 1 to 7 mm [7]. Powders contain three particle types: primary particles, aggregates and agglomerates. Aggregates are groups of primary particles joined at their faces and having a surface area significantly less than the sum of the areas of their constituent particles [8]. Agglomerate is a collection of primary particles and aggregates which are joined at edges and corners, and the surface area of the whole is not markedly different from the sum of the areas of the individual components [9].

Various inter particulate forces exist in a dry powder. The most basic are the van der Waal's forces, which are normally attractive [10]. Electrostatic forces are also relevant where excess electrical charges are retained by the particles, although this force is very much smaller than the van der Waal's interaction [11]. There is also a force of attraction, but this probably significant only at high relative humidity. When the amount of liquid between the particles is considerably larger, then inter particulate liquid bridges are formed which increase the cohesion [12].

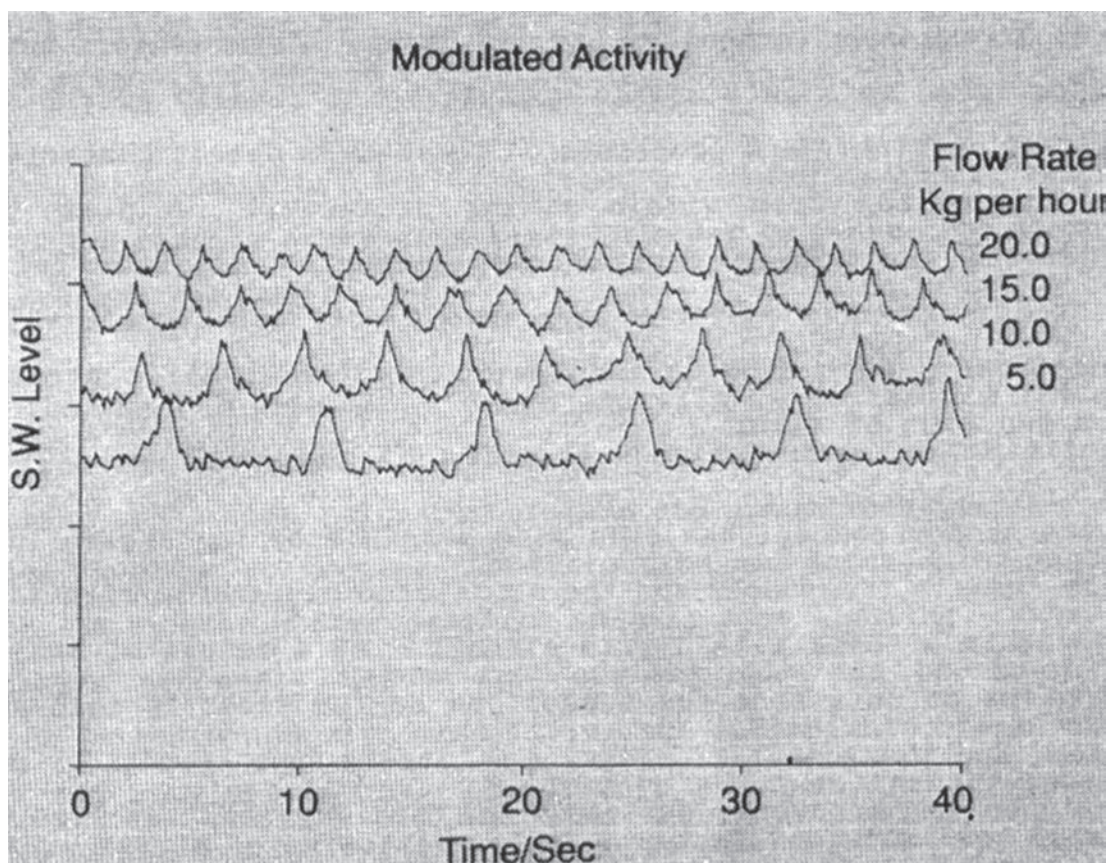


Fig. 1. Powder material transported at a different speed (own elaboration)

Rys. 1. Materiał proszkowy transportowany z różną prędkością (opracowanie własne)

Surface moisture has a profound effect – water bridges between particles increase agglomerate strength [13]. In general, the smaller the particles the more important inter particulate forces. For particles to flow freely, the force of gravity on each particle must be greater than the force holding the particles to each other [14].

Fibrous materials can be as follows: straw, hay, silage and vegetables. The mass of fibrous materials depends also on density and moisture content [15]. Particle size of such materials varies from 1 to 50 mm and depends on its intended use. They have special elasticity and higher shear strength compared to granules and lower resistance to abrasion, which arises from the shape of the particles [16].

Granular components do not usually have constant properties and can differ widely in physical characteristics. During transportation or mixing granules change their relative positions in response to movement and final arrangement may be mostly random or there may be a tendency towards segregation [17].

Stress wave sensors are devices which open up new possibilities in monitoring and controlling flow and mixing processes [18]. They have recently become commercially available. These sensors have been specifically designed to enable usable signals to be readily extracted from a wide variety of machinery processes [19]. The sensors detect characteristic stress wave originating from within flow or mixing processes [20]. A piezo-ceramic transducer detects the local surface displacements

associated with the propagating stress wave and converts them into electrical signals which are amplified and processed to provide information on the level of stress wave activity as a function of time [21]. In Figure 1 signals from a powder feeder operated at different speeds were illustrated.

In addition to increase in stress wave level detected at higher flow rates the cyclic fluctuations in flow rate produced by the screw feed mechanism can be clearly discerned in the stress wave signal [22]. Depending on the application, the modulated signal can be analyzed in the time domain (period and depth of modulation) or alternatively in the frequency domain [23]. The stress wave sensor concept has been made possible by the design in which both the piezo-ceramic transducer and the associated electronic circuitry are incorporated within a thick film hybrid circuit standard [24]. As a result of this level of integration the outputs from the sensor can be fed directly into a range of test and instrumentation devices [25]. Stress wave technology sensors have been designed as narrow band devices. In this way very low frequencies are highly attenuated by the sensor which greatly simplifies the application of the sensors because of the resulting insensitivity to ambient acoustic noises and vibrations [26]. This also simplifies signal interpretation since the sensor output can be regarded as relating to the source magnitude at an endpoint frequency [27]. The sensor intervals are protected both physically and electromagnetically by robust stainless steel housing [28]. The housing design also includes a mounting

tab which is specially designed to provide the transmission path for the stress wave activity between the source as flow, mixing processes, machine or structure, and the internal piezo-ceramic transducer [29].

2. EXPERIMENTAL

2.1. MATERIAL AND METHODS

A simple application has been developed for monitoring of the transportation feed concentrates [30]. A flowing material produces noise from frictional impacts as it slides over the surface of its container. In the first instance, acoustic emission can be used as a flow/no flow alarm, to warn of the presence or absence of the feed concentrates [31]. However, with a little more complexity, the flow rate can be determined, and with the addition of a second or third sensor, particle breakdown or damage can be detected. In certain cases, where a mixture of particulate products is being conveyed, recipe analysis may be possible to ensure that the correct proportions of each material are present [32]. The equipment that has been used to explore this area is shown in Figure 2.

Three sensors are clamped to the outside surface of an inclined stainless-steel pipe, which is fed by a screw feeder. Each of the three sensors respond to noise at a different ultrasonic frequency: low, medium and high [33]. The use of the ultrasonic components of the process noise in this work means that audible noise from other equipment, and low frequency vibration do not interfere with the useful signal. The output of the sensors is amplified, smoothed and logged. The feed concentrates were replaced by a similar artificial material very close in physical and cohesion

properties. There has been also added artificial powder material to simulate mixture of the two material transportation [34].

2.2. RESULTS

Figure 3 illustrates the high frequency sensor response to the mixture of artificial feed concentrate and artificial powder concentrate.

The technique of acoustic emission has been shown to be useful for monitoring the flow of feed concentrates. Described method is ideally suited for flow/no flow alarm indicators, requ-

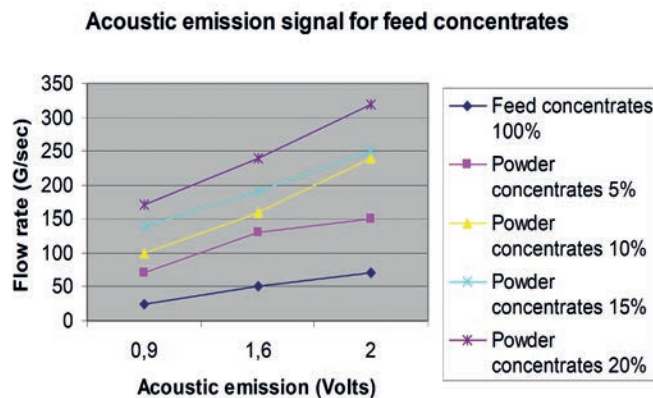


Fig. 3. High frequency sensor to the mixture of artificial feed concentrate and artificial powder concentrate (own elaboration)
 Rys. 3. Czujnik wysokiej częstotliwości do mieszaniny sztucznego koncentratu paszowego i sztucznego koncentratu proszkowego (opracowanie własne)

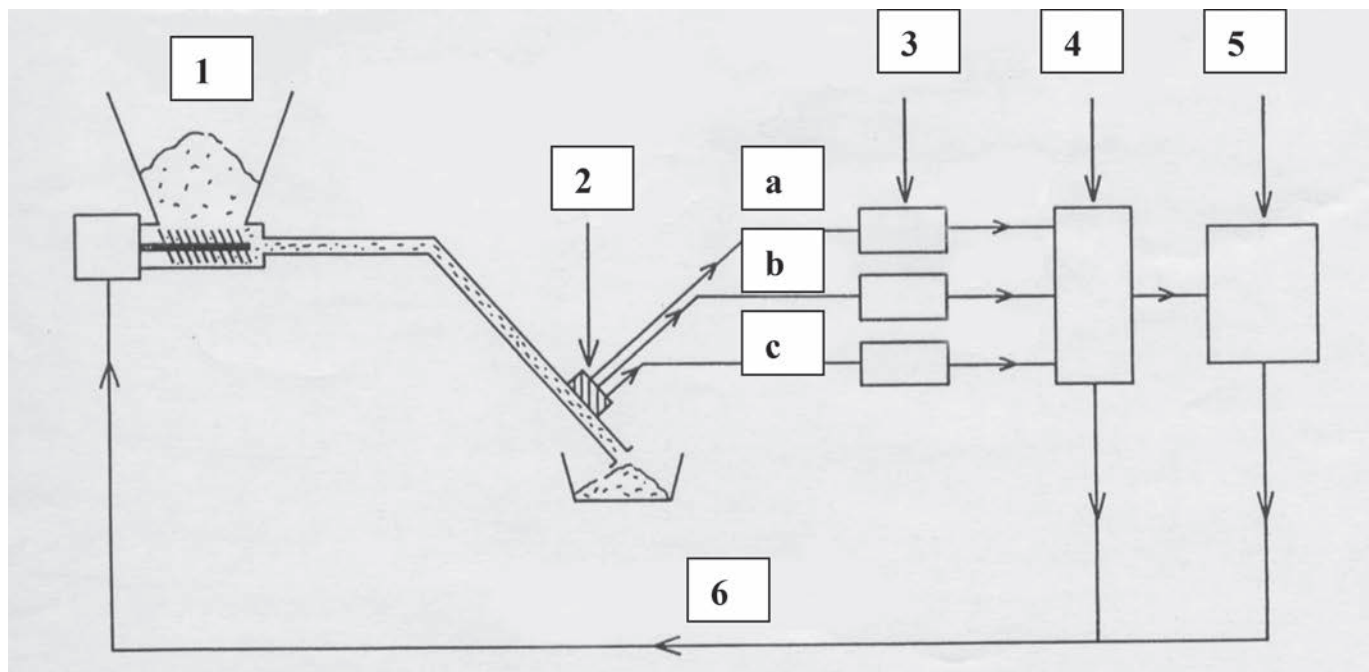


Fig. 2. Acoustic emission measurement of feed concentrates flow: 1 – feed concentrates, 2 – acoustic emission transducers with 3 frequencies: a – high, b – medium, c – low, 3 – amplifiers, 4 – data logger, 5 – PC, 6 – flow rate control (own elaboration)
 Rys. 2. Pomiar emisji akustycznej przepływu koncentratów paszowych: 1 – koncentraty paszowe, 2 – przetworniki emisji akustycznej o 3 częstotliwościach: a – wysoka, b – średnia, c – niska, 3 – wzmacniacze, 4 – rejestrator danych, 5 – PC, 6 – kontrola przepływu dawki (opracowanie własne)

iring no calibration and only basic electronic support. For flow rate measurement the device will require on-site calibration at each location, but requires a little other maintenance [35]. These applications would be suitable for any particular material, provided there is a contact between the material and the container walls.

If the method is to be used for analysis of mixtures, the components must be sufficiently different (in particle size or density) to be distinguished. For instance, it will not work for a mixture of milk powder, potato powder and flour, but would be suitable for feed concentrates, a granulated product and agglomerate.

For the low-frequency sensor, the signal level is a function of flow rate only, and is unaffected by the composition of the feed concentrates and powder concentrates mixture flowing along pipe. By combining the information from both sensors, using the low frequency to obtain flow rate, and then determining the proportion of fines from the high-frequency response, detection of particle breakdown and damage should be possible.

For the mixture of artificial feed concentrates and artificial powder feed concentrate, the medium frequency shows an intermediate response between the high and the low frequency. If the mixture had three components, for example feed concentrates, corn silage and minerals, it may be possible, by careful selection of the frequencies, to use the third sensor as well, so that the relative proportions of all three materials could be measured. The accuracy of this measurement depends on the nature of the ingredients, but certainly a system of this kind could indicate a gross error in the mixture – perhaps a missing component, or a component accidentally added twice.

3. CONCLUSIONS

1. Acoustic emission has been shown to be useful for monitoring of transportation of feed concentrates and other ingredients.
2. Described method is ideally suited for flow/no flow alarm indicators, requiring no calibration and only basic electronic support.
3. If the method is to be used for analysis of mixtures, the components must be sufficiently different in particle size or density.
4. In certain cases, where a mixture of particulate products is being conveyed, recipe analysis may be possible to ensure that the correct proportions of each material are present.

REFERENCES

[1] Barwicki J.: Acoustic emission related to a different agricultural products during mixing and transportation. (Unpublished). Silsoe Research Institute, England (1992).

[2] Barwicki J., Phillips V.R., Stafford J.V.: Methods for determining the end point of processes for mixing agricultural and food materials. A literature review and some concepts for the future. Silsoe Research Institute, England (1990).

[3] Leatherhead Food Research Association – research materials, England (2003).

[4] Romaniuk W.: Technological influence of milk production concerning energy and costs of investment of family farms. Post doctoral dissertation, IBMER, Warsaw (1996).

[5] Stress Wave Technology – research materials, England (2004).

[6] Barwicki J., Mazur K., Kierończyk M., Borek K., Wardal W.J., Roman K.K.: Wpływ zakwaszania gnojowicy kwasem siarkowym na wybrane właściwości fizykochemiczne gleb na przykładowych uprawach. *Przem. Chem.* 11 (99) (2020) 1600, DOI: 10.15199/62.2020.11.2.

[7] Barwicki J., Mazur K., Borek K.: Some aspects of using automated electronic systems in development of modern agriculture. *Inż. Mat.* 4 (2020) 13, DOI: 10.15199/28.2020.4.

[8] Barwicki J.: General aspects and international regulations concerning soil tillage conservation from the point of view of agricultural crop production and environment protection. *ITP, Falenty* (2011) 7.

[9] Barwicki J.: Some aspects of plants cultivation using precision agriculture. *ITP, Falenty* (2011) 127.

[10] Barwicki J., Kuboń M., Marczuk A.: New developments of solar energy utilization in the aspect of EU directives. *Agric. Eng.* 2 (21) (2017) 15.

[11] Chlebowski J., Nowakowski T., Barwicki J., Gach S., Jaremczuk M.: Ensiling of beet pulp use of wrapping press. *J. Res. Appl. Agric. Eng.* 4 (63) (2018) 38.

[12] HELCOM. 2013. Revised nutrient targets. <http://www.helcom.fi/baltic-sea-action-plan/nutrient-reductionscheme/targets>.

[13] Gach S., Ivanovs S., Barwicki J., Karwowski B.: Expenditure for harvesting and ensiling of low stalk green fodder using press and pickup trailer. *J. Res. Appl. Agric. Eng.* 2 (61) (2016) 21.

[14] Roman K., Borek K., Mazur K.: Comparison of cracks criteria MPS, S-Criterion, T-Criterion using a computer program to obtain the angle of fracture propagation. *Inż. Mat.* 6 (40) (2019) 32, DOI: 10.15199/28.2019.6.5.

[15] Wardal W., Kierończyk M., Barwicki J., Borek K., Mazur K., Konieczna A.: Legal conditions for the use of sulfuric acid in liquid manure to reduce nitrogen losses. *Przem. Chem.* 8 (98) (2019) 1179.

[16] Wardal W.J., Mazur K.E., Roman K., Roman M., Majchrzak M.: Assessment of cumulative energy needs for chosen technologies of cattle feeding in barns with conventional (CFS) and automated feeding systems (AFS). *Energies* 14 (2021) 8584, <https://doi.org/10.3390/en14248584>.

[17] Martin T., Gasselín P., Hostiou N., Feron G., Laurens L., Purseigle F., Ollivier G.: Robots and transformations of work in farm. A systematic review of the literature and a research agenda. *Agron. Sustain. Dev.* 42 (2022) 66, <https://doi.org/10.1007/s13593-022-00796-2>.

[18] Common Agricultural Policy 2022–2027, European Commission, https://agriculture.ec.europa.eu/common-agricultural-policy/cap-overview/cap-glance_en, accessed 15.11.2023.

[19] From farm to fork strategy, European Commission, https://food.ec.europa.eu/horizontal-topics/farm-fork-strategy_en, accessed 15.11.2023.

[20] O'Connor S., Ehimen E., Pillai S.C., Lyons G., Bartlett J.: Economic and environmental analysis of small-scale anaerobic digestion plants on Irish dairy farms. *Energies* 13 (2020) 637, doi: [10.3390/en13030637](https://doi.org/10.3390/en13030637).

- [21] Borek K., Romaniuk W., Roman K., Roman M., Kuboń M.: The analysis of a prototype installation for biogas production from chosen agricultural substrates. *Energies* 14 (2021) 2132, <https://doi.org/10.3390/en14082132>.
- [22] Hryniewicz M., Roman K.: Simulations of fuels consumption in the CHP system based on modernised GTD-350 turbine engine. *J. Water Land Develop.* 51 (2021) 250, DOI: 10.24425/jwld.2021.139036.
- [23] Skibko Z., Tymińska M., Romaniuk W., Borusiewicz A.: Impact of the wind turbine on the parameters of the electricity, supply to an agricultural farm. *J. Water Land Develop.* 53 (2021) 73, DOI: 10.24425/jwld.2022.140782.
- [24] Aerts J., Kolenda M., Piwczyński D., Sitkowska B., Önder H.: Forecasting milking efficiency of dairy cows milked in an automatic milking system using the decision tree technique. *Animals* 12 (2022) 1040, <https://doi.org/10.3390/ani12081040> 13.
- [25] Shine P., Upton J., Sefeedpari P., Murphy M.D.: Energy consumption on dairy farms. A review of monitoring, prediction, modelling, and analyses. *Energies* 13 (2020) 1288.
- [26] Bernhardt H., Höhendinger M., Stumpfenhausen J.: Development of the technical structure of the “cow energy” concept. *Agronomy* 11 (10) (2021) 1915, DOI: 10.3390/agronomy11101915.
- [27] Da Borso F., Chiumenti A., Sigura M., Pezzuolo A.: Influence of automatic feeding systems on design and management of dairy farms. *J. Agric. Eng.* 48 (s1) (2017) 48.
- [28] Cogato A., Bršćić M., Guo H., Marinello F., Pezzuolo A.: Challenges and tendencies of automatic milking systems (AMS). A 20-years systematic review of literature and patents. *Animals* 11 (2021) 356, <https://doi.org/10.3390/ani11020356>.
- [29] Bhoj S., Tarafdar A., Singh M., Gaur G.K.: Smart and automatic milking systems. Benefits and prospects. In Sehgal S., Singh B., Sharma V. (eds): *Smart and sustainable food technologies*. Springer, Singapore (2022), https://doi.org/10.1007/978-981-19-1746-2_4.
- [30] Alhomoch F.: Influence of different technical elements and settings in automatic milking systems on the quality of dairy cows' milk. 2021. PhD dissertation, Humboldt University, Germany (2021), https://edoc.hu-berlin.de/bitstream/handle/18452/24337/dissertation_alhomoch_fadi.
- [31] Hogeveen H., Klaas I.C., Dalen G., Honig H., Zecconi A., Kelton D.F., Sánchez Mainar M.: Novel ways to use sensor data to improve mastitis management. *J. Dairy Sci.* 104 (2021) 11317.
- [32] Martin T., Gasselin P., Hostiou N., Feron G., Laurens L., Purseigle F., Ollivier G.: Robots and transformations of work in farm: a systematic review of the literature and a research agenda. *Agron. Sustain. Dev.* 42 (2022) 66, <https://doi.org/10.1007/s13593-022-00796-2>.
- [33] Barwicki J., Borek K., Mazur K., Kierończyk M.: New developments in methane fermentation and ammonia emission to obtain better environmental conditions for living in country side area. *Pol. Tech. Rev.* 1 (2023) 13, DOI: 10/15 199/180.2023.1.3.
- [34] Borowski P.F., Barwicki J.: Efficiency of utilization of wastes for green energy production and reduction of pollution in rural areas. *Energies* 16 (2023) 13, <https://doi.org/10.3390/en16010013>.
- [35] Mazur K., Barwicki J., Tseiko V.: Comparison of mechanized and automated technologies in the scope of cumulative energy in sustainable milk production. *Sustainability* 16 (2) (2024) 906, <https://doi.org/10.3390/su16020906>.



re - respect energy

CERTYFIKAT

Ten certyfikat potwierdza
zakup energii pochodzącej w
100% z odnawialnych źródeł
przez

**WYDAWNICTWO CZASOPISM I
KSIĄŻEK TECHNICZNYCH SIGMA-NOT
SPÓŁKA Z OGRANICZONĄ
ODPOWIEDZIALNOŚCIĄ**

Dzięki temu WYDAWNICTWO CZASOPISM I
KSIĄŻEK TECHNICZNYCH SIGMA-NOT SPÓŁKA Z
OGRANICZONĄ ODPOWIEDZIALNOŚCIĄ redukuje
emisję do
206248 kg CO₂ rocznie



re - respect energy

PRACUJEMY NA ZIELONEJ ENERGII

WYDAWNICTWO SIGMA-NOT 



Processing of carbon nanoparticle-enriched AISI H11 tool steel powder mixtures in DED-LB/M for the AM of forging tools with tailored properties. Part II. Influence of nanoscale carbon additives on microstructure and mechanical properties

O. Hentschel, J. Kohlstruck, P. Krakhmalev, D. Nikasand, M. Schmidt
Alloys 2023, **4**, nr 2, 288–320, <https://doi.org/10.3390/alloys2040020>

A promising approach for producing parts with outstanding properties in directed energy deposition (DED-LB/M) provides the application of tailored powder mixtures processed by applying in situ alloying strategies. In this work, DED-LB/M was used to manufacture multi-layer specimens from AISI H11 steel powders enriched with carbon nanoparticles (C-np) in concentrations of 0.1 wt. % and 0.2 wt. %. The scientific aim was to investigate the impact of C-np on the microstructural (particularly retained austenite content (RA-c) and grain size) and mechanical properties (specifically hardness and compression yield strength) of the manufactured specimens. It was shown that the addition of C-np to the H11 powder leads to a stronger distortion of martensite as well as significantly enhancing the RA-c. Furthermore, the C-np seem to favor the formation of finer martensite, as can be verified with XRD and EBSD. Under as-built conditions, the mean hardness increases from 653 ± 10 HV1 for the H11 sample to 770 ± 14 HV1 for the sample reinforced with 0.2 wt. % C-np. At the same time, $Y_0.2\%$ rises up from 1839 ± 61 MPa to 2134 ± 68 MPa. The hardness- and strength-increasing effect of the added C-np is retained even after heat treatment, similarly to the industrial standard.

Concurrent thermal reduction and boron-doped graphene oxide by metal–organic chemical vapor deposition for ultraviolet sensing application

B.D. Ryu, H.-S. Jang, K.B. Ko, M. Han, T.V. Cuong, Ch.-J. Choi, Ch.-H. Hong

Appl. Nano 2024, **1**, nr 5, 1–13, <https://doi.org/10.3390/applnano5010001>

A boron-doped reduced graphene oxide (BrGO) material characterized by various electrical properties, through simultaneous thermal reduction and doping procedures, using a metal–organic chemical vapor deposition technique was synthesized. X-ray photoelectron spectroscopy (XPS) was used to study the impact of the doping level

on the B bonding in the reduced graphene oxide (rGO) layer that is influenced by the annealing temperature. The synthesized BrGO layer demonstrated a high B concentration with a considerable number of O-B bonds, that were altered by annealing temperatures. This resulted in a decreased work function and the formation of a Schottky contact between the BrGO and n-type Si substrate. Due to the higher proportion of B-C and B-C3 bonding in the BrGO/Si device than that in the rGO/Si, the decreased Schottky barrier height of the BrGO/n-Si vertical junction photodetector resulted in a higher responsivity. This study showcases a promise of a simple B-doping method in use to alter the electrical characteristics of graphene materials.

Influence of non-invasive zirconium oxide surface treatment on phase changes

K. Regulska, B. Januszewicz, A. Jędrzejczak, L. Klimek

Ceramics 2024, **1**, nr 7, 222–234, <https://doi.org/10.3390/ceramics7010014>

The aim of the research was to find a zirconia treatment method that would reduce or minimize the transformation from the tetragonal phase to the monoclinic phase. Yttria-stabilized zirconia is increasingly chosen for the base of permanent prosthetic restorations. To achieve a good bond between the prosthetic cup and the veneer material, the material must be treated to achieve surface development. This is a mechanical process, during which an unfavorable transformation from the tetragonal into the monoclinic phase takes place, which leads to the weakening of the internal structure of zirconium dioxide, and later damages the prosthetic restoration. The tested material consisted of cylindrical samples of 3Y-TZP CeramillZi zirconium oxide, which were sintered after cutting out from the block. After sintering, the samples were subjected to the following types of processing: laser structuring, chemical etching and plasma etching. After the surface treatments, the samples were subjected to diffraction tests to determine the phase composition. Next, the wettability was tested to determine the surface free energy. On the basis of the conducted tests, it was noticed that the applied treatments caused a phase transformation from the tetragonal to the monoclinic phase. After the process of chemical etching, the range of the monoclinic phase for the sample was 5%; after plasma etching, it was 8%, and after laser structuring, it was 2%. In addition, post-surface free energy studies have shown that zirconia is wetted

better with an apolar than a polar liquid. The obtained results indicate that the transformation was minimized with the treatments we applied; that is why they are called non-invasive methods. According to the literature data, depending on the parameters of the sandblasting process, the percentage of the monoclinic phase in the treated surfaces ranges 22–52%, which confirms the above-mentioned conclusion.

Negative thermal expansion metamaterials. A review of design, fabrication, and applications

D. Dubey, A.S. Mirhakimi, M.A. Elbestawi

J. Manuf. Mater. Process. 2024, **8**, nr 1, 40, <https://doi.org/10.3390/jmmp8010040>

Most materials conventionally found in nature expand with an increase in temperature. In actual systems and assemblies like precision instruments, this can cause thermal distortions which can be difficult to handle. Materials with a tendency to shrink with an increase in temperature can be used alongside conventional materials to restrict the overall dimensional change of structures. Such structures, also called negative-thermal-expansion materials, could be crucial in applications like electronics, biomedicine, aerospace components, etc., which undergo high changes in temperature. This can be achieved using mechanically engineered materials, also called negative thermal expansion (NTE) mechanical metamaterials. Mechanical metamaterials are mechanically architected materials with novel properties that are rare in naturally occurring materials. NTE metamaterials utilize their artificially engineered architecture to attain the rare property of negative thermal expansion. The emergence of additive manufacturing has enabled the feasible production of their intricate architectures. Industrial processes such as laser powder bed fusion and direct energy deposition, both utilized in metal additive manufacturing, have proven successful in creating complex structures like lattice formations and multimaterial components in the industrial sector, rendering them suitable for manufacturing NTE structures. Nevertheless, this review examines a range of fabrication methods, encompassing both additive and traditional techniques, and explores the diverse materials used in the process. Despite NTE metamaterials being a prominent field of research, a comprehensive review of these architected materials is missing in the literature. This article aims to bridge this gap by providing a state-of-the-art review of these metamaterials, encompassing their design, fabrication, and cutting-edge applications.

Magnetron sputter deposition of nanostructured AlN thin films

M. Chirumamilla, T. Krekeler, D. Wang, P.K. Kristensen, M. Ritter, V.N. Popok, K. Pedersen

Appl. Nano 2023, **4**, nr 4, 280–292, <https://doi.org/10.3390/applnano4040016>

Aluminum nitride (AlN) is a material of growing interest for power electronics, fabrication of sensors, micro-electromechanical systems, and piezoelectric generators. For the latter, the formation of nanowire arrays or nanostructured films is one of the emerging research directions. In the current work, nanostructured AlN films manufactured with normal and glancing angle magnetron sputter depositions have been

investigated with scanning and transmission electron microscopy, X-ray diffraction, atomic force microscopy, and optical spectroscopy. Growth of the nanostructures was realized utilizing metal seed particles (Ag, Au, and Al), allowing the control of the nucleation and following growth of AlN. It was demonstrated how variations of seed particle material and size can be used to tune the parameters of nanostructures and morphology of the AlN films. Using normal angle deposition allowed the growth of bud-shaped structures, which consisted of pillars/lamellae with wurtzite-like crystalline structures. Deposition at a glancing angle of 85° led to a film of individual nanostructures located near each other and tilted at an angle of 33° relative to the surface normal. Such films maintained a high degree of wurtzite-like crystallinity but had a more open structure and higher roughness than the nanostructured films grown at normal incidence deposition. The developed production strategies and recipes for controlling parameters of nanostructured films pave the way for the formation of matrices to be used in piezoelectric applications.

Physical characteristics of sintered silver nanoparticle inks with different sizes during furnace sintering

H.-J. Park, K. Ryu, H.-L. Lee, Y.-J. Moon, J.Y. Hwang, S.J. Moon

Materials 2024, **17**, nr 5, 978, <https://doi.org/10.3390/ma17050978>

The influence of nanoparticle (NP) size on the physical characteristics of sintered silver NP ink was studied using four different types of inks. The Ag NP inks were spin-coated on glass substrates with an average thickness of 300 nm. Each sample was sintered for 30 min, with temperatures from 50°C to 400°C by an interval of 50°C. After sintering, the specific resistance of each case was obtained using the resistance and surface profile measurements. The minimum specific resistance obtained by the experiment was 2.6 $\mu\Omega\cdot\text{cm}$ in the case in which 50 nm-sized Ag NP ink was sintered at 350°C. The transformed surface morphology and grain size of each case were observed using scanning electron microscopy and atomic force microscopy. The results of this study can be a reference for future manufacturers in selecting the Ag NP size and the sintering temperature.

Effect of cooling rate on the microstructure and mechanical property of nickel-based superalloy MAR-M247

Y. Wang, J. He, P. Hu, Ch. Xiao, X. Wang

Materials 2024, **17**, nr 5, 982, <https://doi.org/10.3390/ma17050982>

Heat treatment is an important process for optimizing the microstructures of superalloys, and the cooling rate after solid solution treatment is one of the most critical parameters. In this work, we treated solid solution MAR-M247 alloys with water quenching, air cooling, and furnace cooling. Microstructure characterization, hardness, and room temperature tensile tests were conducted to investigate the effect of cooling rate on the microstructure and mechanical properties of MAR-M247 alloys. The results showed that the cooling rate after solid solution treatment mainly affected the precipitation behavior of the secondary γ' phase, but it had few effects on other microstructure characterizations, including grain size, γ/γ' eutectic, and MC carbide. The water-quenched sample had the highest cooling

rate (400°C/s) and hardness (400 HV) but suffered from premature fracture because of quenching cracks. A further decrease in cooling rate from 1.5°C/s to 0.1°C/s deteriorated hardness (384 HV to 364 HV) and yield strength (960 MPa to 771 MPa) but increased elongation (8.5–13.5%). Moreover, the deformation mechanism was transformed from dislocation shearing to Orowan bypassing. The decreased yield strength was mainly due to the weakened precipitation strengthening resulting from γ' -phase coarsening. The improved elongation was attributed to not only the higher work-hardening index caused by interface dislocation networks but also the more uniform deformation, which delayed necking.

Ethanol-induced gelation enables direct three-dimensional printing of sodium alginate hydrogel

Q. Zhou, Ch.-P. Chng, Y. Zhao, Y. Wang, H. Xu, Y. Huo, Ch. Huang

Materials & Design 2024, **239**, 112746, <https://doi.org/10.1016/j.matdes.2024.112746>

Hydrogels have found wide applications in various fields, but further advances in hydrogel-based applications hinge upon overcoming the challenge of generating complex structures. Although three-dimensional (3D) printing enables customized designs, it remains challenging to print hydrogel structures directly without using supporting materials or incorporating polymeric or solid thickeners due to the low printability of hydrogel precursor solutions. Here, we demonstrate that direct 3D printing of sodium alginate (SA) hydrogel structures can be achieved by introducing ethanol into the SA solution. On the one hand, ethanol enables a sol-to-gel transition to occur by lowering the temperature. Our molecular dynamics (MD) simulations reveal that the gelation occurs due to disrupted hydrogen bonding interaction among SA chains and water. On the other hand, the presence of ethanol notably increases the viscosity, yield stress, and shear-thinning feature of SA solution, making it an ideal 3D printing ink. An isotropic shrinkage of the printed structures is observed after further gelation with Ca^{2+} ions and the removal of ethanol. Our study provides an effective approach for direct printing of SA hydrogels with enhanced printing resolution (> 10%), paving the way for more advanced hydrogel-based applications in various fields.

Microstructure and properties of aluminum–graphene–sic matrix composites after friction stir processing

Ch. Wang, X. Zhu, Y. Fan, J. Liu, L. Xie, Ch. Jiang, X. Xiao, P. Wu, X. You

Materials 2024, **17**, nr 5, 979, <https://doi.org/10.3390/ma17050979>

Enhancing the mechanical properties of conventional ceramic particles-reinforced aluminum (Al 1060) metal matrix composites (AMCs) with lower detrimental phases is difficult. In this research work, AMCs are reinforced with graphene nanosheet (GNS) and hybrid reinforcement (GNS combined with 20% SiC, synthesized by shift-speed ball milling (SSBM), and further fabricated by two-pass friction stir processing (FSP). The effect of GNS content and the addition of SiC on the microstructure and mechanical properties of AMCs are studied. The microstructure, elemental, and phase composition of the

developed composite are examined using SEM, EDS, and XRD techniques, respectively. Mechanical properties such as hardness, wear, and tensile strength are analyzed. The experimental results show that the GNS and the SiC are fairly distributed in the Al matrix via SSBM, which is beneficial for the mechanical properties of the composites. The maximum tensile strength of the composites is approximately 171.3 MPa in AMCs reinforced by hybrid reinforcements. The tensile strength of the GNS/Al composites increases when the GNS content increases from 0 to 1%, but then reduces with the further increase in GNS content. The hardness increases by 2.3%, 24.9%, 28.9%, and 41.8% when the Al 1060 is reinforced with 0.5, 1, 2% GNS, and a hybrid of SiC and GNS, respectively. The SiC provides further enhancement of the hardness of AMCs reinforced by GNS. The coefficient of friction decreases by about 7%, 13%, and 17% with the reinforcement of 0.5, 1, and 2% GNS, respectively. Hybrid reinforcement has the lowest friction coefficient (0.41). The decreasing friction coefficient contributes to the self-lubrication of GNSs, the reduction in the contact area with the substrate, and the load-bearing ability of ceramic particles. According to this study, the strengthening mechanisms of the composites may be due to thermal mismatch, grain refinement, and Orowan looping. In summary, such hybrid reinforcements effectively improve the mechanical and tribological properties of the composites.

Recycling potential of construction materials. A comparative approach

M. Mayer

Constr. Mater. 2024, **4**, nr 1, 238–250, <https://doi.org/10.3390/constrmater4010013>

Recovery and re-utilization of materials are regarded as key strategies for reducing greenhouse gas emissions in the built environment. Within those end-of-use scenarios, recycling is one of the widely used tactics, demonstrated by established infrastructure and developed supply chain networks in many geographic locations. While recycling is an increasingly common practice in the built environment, accurately defining recycling quality in order to compare technologies and material types remains methodologically contested. This is mainly due to the vast spectrum of scenarios that typically fall under the term 'recycling'. Remanufacturing, downcycling, upcycling, and even direct reuse are all referred to as types of recycling in non-scientific circles, depending on the sector they occur in. The main challenge in assessing the material recovery quality of those solutions is that they exist on a continuum without clear divisions. Within that context, this article presents and compares four methods for assessing recyclability. The featured methods measure recycling potential from different perspectives: economic dimensions of the recycling industry; patterns of resource depletion; the energy cost of recycling; and the carbon intensity of recovery processes. The scientific foundations of the four methods are presented and a range of widely used construction materials are tested. The performance of materials is then compared across the four assessment methods to note observations and gain insights. Some of the materials are found to consistently outperform others, whereas some materials perform well on one method while performing poorly on others. This comparative study is followed

by a discussion that looks at the limitations of each approach and reasons, or lack thereof, for the adoption of one method over the others in industry and academia. Lastly, the article looks at future research trajectories and examines the path ahead for recycling in the construction industry.

Post-consumer carpet fibers in concrete. Fiber behavior in alkaline environments and concrete durability

A. Simon, B. Mobasher, N. Neithalath

Materials 2024, **17**, r 5, 977, <https://doi.org/10.3390/ma17050977>

The widespread use of carpets in residential and commercial buildings and their relatively short life span result in large volumes of carpet being landfilled. A potential solution to this problem is the use of post-consumer carpet fibers in concrete. To this end, this paper systematically identifies the common fiber types in a typical post-consumer carpet fiber bale and evaluates their durability under exposure to varying levels of alkalinity. The tensile strengths and toughness of the fibers belonging to the nylon and polyethylene terephthalate (PET) families (the dominant fibers in most post-consumer carpets) are reduced by up to 50% following exposure to extreme alkalinity, the reasons for which are determined using spectroscopic and microscopic evaluations. The chloride ion transport resistance of concretes (~40 MPa strength) containing 2.5% carpet fibers by volume (~25 kg of fibers per cubic meter of concrete) is comparable to that of the control mixture, while mortar mixtures containing the same volume fraction of carpet fibers demonstrate negligible enhancement in expansion and loss of strength when exposed to 1 N NaOH. This study shows that moderate-strength concretes (~40 MPa) for conventional building and infrastructure applications can be proportioned using the chosen volume of carpet fibers without an appreciable loss of performance. Consideration of low volume fractions of carpet fibers in low-to-moderate-strength concretes thus provides a sustainable avenue for the use of these otherwise landfilled materials in construction applications.

Correlations to improve high-temperature strength and room temperature ductility of refractory complex concentrated alloys

O.N. Senkov, S. Gorsse, D.B. Miracle, S.I. Rao, T.M. Butler

Materials & Design 2024, **239**, 112762, <https://doi.org/10.1016/j.matdes.2024.112762>

Correlations were explored between mechanical, thermodynamic and physical properties of refractory complex concentrated alloys (RCCAs). Experimentally measured yield strengths (σ_y) and ductility were taken from the open literature and were compared against liquidus, solidus and solvus temperatures, elastic properties (Young's, shear and bulk moduli), density (ρ), surface energy (γ) and valence electron concentration (VEC). If not publicly available, the thermodynamic properties were calculated using CALPHAD while the other properties listed above were estimated using a rule-of-mixtures average of the constituent element properties. This analysis emphasized tensile ductility. Based on the identified correlations, useful criteria for selecting possibly ductile RCCA compositions with good high-temperature strength were proposed, a few ductile and strong RCCAs were

made and properties of some of them were reported in this paper. Additionally, multivariate linear regression (MLR) was used to identify new insights from the high dimensional space of the present study by modeling the influence of composition and the input thermodynamic and physical properties on the high-temperature strength and room temperature ductility. Equal concentrations of Mo and Nb in RCCAs were found to give a good balance of strength and ductility. The MLR analysis identified over 50 promising RCCAs for intended high-temperature applications, pending experimental confirmation.

The effect of self-organization during deposition on the segregation behaviour of Au in the Si-Ge-Au nano-multilayer thermoelectric generator system

S. Gulyás, G.L. Katona, G. Csiszár, J.J. Tomán et al.

Materials Characterization 2024, **209**, 113699, <https://doi.org/10.1016/j.matchar.2024.113699>

Si-Ge-Au amorphous-nanocrystalline composites are important thermoelectric materials where the Seebeck coefficient and the electrical conductivity may be tuned independently. There are many attempts to improve the thermoelectric properties of Si/Ge systems by the addition of additives like Au. However, the effectiveness of doping and the role of Au is not clear. We report on structural transformations and Au segregation behaviour in post-annealed sputter deposited multilayer thin films using composition depth profiling, electron microscopy, x-ray diffraction and computer simulation. We show that depending on the nominal thickness of the initial Au layers the film volume becomes depleted of Au for thinner Au layers while for thicker Au layers the Au content is much higher in the form of large precipitates. Due to the self-organization and changing of microstructure during deposition the segregation of Au is very different for different Au individual layer thicknesses. In case of thinner Au layers it is enriched at the free surface, while for thicker initial Au layer thickness gold accumulated at the substrate. We have carried out computer simulations based on stochastic kinetic mean-field model. These calculations support the argument that initial Au island size can drastically affect the dissolution/growth and segregation behaviour of gold which can significantly influence the thermoelectric parameters. Based on these results we provide a possible explanation to the difference in thermoelectric properties found in the literature.

Przygotowała prof. dr hab. inż. Agnieszka Sobczak-Kupiec

INŻYNIERIA MATERIAŁOWA

e-mail: i.materialowa@sigma-not.pl

tel.: +48 663-311-933

WYBRANE ZGŁOSZENIA PATENTOWE z dziedziny inżynierii materiałowej wg BIULETYNU URZĘDU PATENTOWEGO nr 50–52 z 2023 r. i 1–8 z 2024 r.

Zgł. nr 441393; B01J 2/18

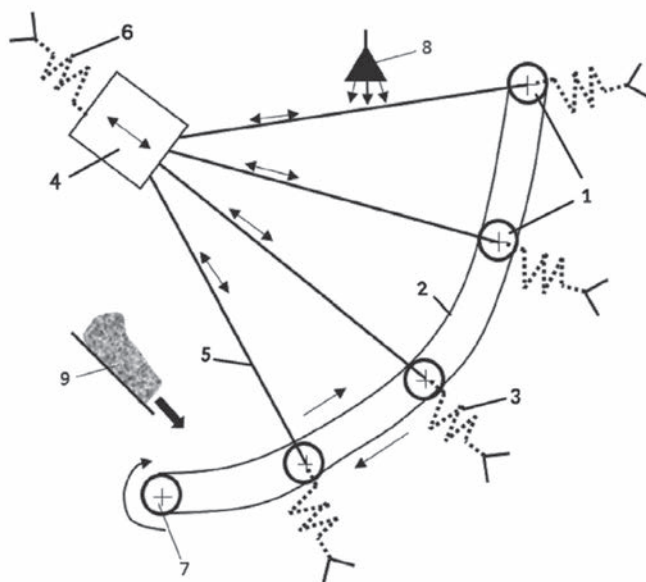
**POLITECHNIKA ŁÓDZKA, Łódź; APS-EKOINNOWACJE SPÓŁKA
Z OGRANICZONĄ ODPOWIEDZIALNOŚCIĄ, Łódź**

Szufa S., Modrzewski R., Obraniak A., Adrian Ł., Piersa P.

Granulator taśmowo-wibracyjny

Granulator taśmowo-wibracyjny zawierający taśmę elastyczną z obrzeżem, walce obrotowe nadające górnej powierzchni taśmy kształt wklęsły oraz bęben napędowy połączony z silnikiem, charakteryzuje się tym, że osie walców (1) podpierające taśmę (2) są zamocowane w łożyskach podpartych na zawieszeniu sprężystym (3) oraz połączone są z wibratorem (4) sztywnymi prętami (5), przy czym wibrator (4) jest zamocowany na zawieszeniu sprężystym (6).

(1 zastrzeżenie)



Zgł. nr 441413; C22C 47/14

**SIEĆ BADAWCZA ŁUKASIEWICZ – INSTYTUT METALI NIEŻE-
LAZNYCH, Gliwice**

**Kulasa J., Krukowski K., Hury A., Kołacz D., Lis M., Brudny A.,
Cwolek B.**

Sposób wytwarzania materiału kompozytowego na bazie brązu cynowego

Przedmiotem zgłoszenia jest sposób wytwarzania materiału kompozytowego na bazie brązu cynowego, który charakteryzuje się tym, że do proszku stopowego brązu cynowego dodaje się proszek renu w ilości do 35%, po czym miesza przez co najmniej 30 min, a następnie prasuje i/lub spieka. Prasowanie prowadzi się pod ciśnieniem min. 40 MPa w czasie co najmniej 15 s. Spiekanie prowadzi się w temperaturze co najmniej 550°C pod ciśnieniem 0,1–200 MPa.

(6 zastrzeżeń)

Zgł. nr 441381; C04B 7/42

**ZACHODNIOPOMORSKI UNIWERSYTET TECHNOLOGICZNY
W SZCZECINIE, Szczecin**

Janus M., Zajac K., Strzałkowski J., Dudek D., Wojtowicz P.

Sposób wydłużenia czasu wiązania zaczynu klinkieru cementowego

Przedmiotem zgłoszenia jest sposób wydłużenia czasu wiązania zaczynu klinkieru cementowego, wg zgłoszenia, który charakteryzuje się tym, że w trakcie studzenia zaczynu klinkieru cementowego od temp. 800°C do 300°C, przed procesem mielenia dodaje się półprodukt z instalacji otrzymywania TiO_2 metodą siarczanową, pobrany z filtrów bębnowych przed dodaniem dodatków prażalniczych i przed kalcynacją, w ilości 3–5% mas. w stosunku do zaczynu klinkieru cementowego w przeliczeniu na s.m. TiO_2 .

(1 zastrzeżenie)

Zgł. nr 441383; C04B 35/58**AKADEMIA GÓRNICZO-HUTNICZA IM. STANISŁAWA STASZICA
W KRAKOWIE, Kraków
Kozień D., Pędzich Z., Chlubny L., Nieroda P.M.***Sposób wytwarzania narzędzia skrawającego z kompozytu wysokoogniotrwałego*

Przedmiotem zgłoszenia jest sposób wytwarzania narzędzia skrawającego z kompozytu wysokoogniotrwałego otrzymanego z węgliku boru i związku międzymetalicznego z układu Ti-Si, do stosowania w branży narzędziowej. Sposób polega na zmieszaniu proszków wyjściowych w postaci węgliku boru (B_4C), krzemku tytanu $TiSi$ albo $TiSi_2$ jako związku międzymetalicznego z układu Ti-Si, węgla C oraz boru B w środowisku alkoholu izopropylowego, uformowaniu z mieszaniny proszków kształtek i poddaniu ich spiekaniu metodą spiekania iskrowo-plazmowego SPS pod osłoną argonu.

(1 zastrzeżenie)

Zgł. nr 441469; B01J 29/89**ZACHODNIOPOMORSKI UNIWERSYTET TECHNOLOGICZNY
W SZCZECINIE, Szczecin
Wróblewska A., Grzeszczak J., Kujbida M.***Sposób otrzymywania katalizatora tytanowo-silikatowego otrzymanego z wykorzystaniem templatów*

Przedmiotem zgłoszenia jest sposób otrzymywania katalizatora tytanowo-silikatowego z wykorzystaniem templatów, wg zgłoszenia, polegający na umieszczeniu 8,089 g surfaktantu Pluronic P123, 168,880 g wody dejonizowanej i 4,7 cm^3 kwasu solnego o stężeniu 35% w szklanym reaktorze znajdującym się w łaźni olejowej o temp. 35°C, zaopatrzonego w chłodnicę zwrotną oraz mieszadło mechaniczne, a następnie mieszaniny zawartości reaktora do uzyskania klarownego roztworu. Następnie do roztworu dodaje się mieszaninę 17,522 g o-krzemianu tetraetylu i 0,808 g o-tytanianu tetraizopropylu i miesza zawartość reaktora przez 24 h, pozostawia zawartość reaktora na kolejne 24 h, kolejno odsącza się otrzymany osad i przemywa wodą dejonizowaną, po czym poddaje się go suszeniu w temp. 100°C przez 24 h, a następnie kalcynowaniu w 550°C przez 5 h, otrzymując katalizator tytanowo-silikatowy o zawartości 2,82% mas. tytanu. Istota zgłoszenia polega na tym, że do mieszaniny o-krzemianu tetraetylu i o-tytanianu tetraizopropylu dodaje się 13,333 g odpadowych fusów kawy, gdzie stosunek masowy ciecz:odpadowe fusy wynosi 15:1. Odpadowe fusy kawy stanowią zmielone ziarna kawy po procesie parzenia, które suszy się w temperaturze pokojowej, a następnie przemywa się acetonem do momentu usunięcia zanieczyszczeń rozpuszczalnych w acetonie i suszy się w temp. 100°C w atmosferze powietrza.

(1 zastrzeżenie)

Zgł. nr 441535; C07F 15/00**UNIWERSYTET WARSZAWSKI, Warszawa
Grela K., Kajetanowicz A., Sytniczuk A., Milewski M.,
Purohit V., IN, Struzik F.***Nowe kompleksy rutenu, sposób ich otrzymywania, związki pośrednie stosowane w tym sposobie, sposób ich wytwarzania oraz zastosowanie nowych kompleksów rutenu w reakcjach metatezy olefin*

Przedmiotem zgłoszenia jest nowy kompleks rutenu, w którym wszystkie zmienne mają zdefiniowane w opisie znaczenia. Przedmiotem zgłoszenia jest także sposób otrzymywania kompleksu rutenu, związek pośredni będący prekursorem ligandu stosowany w otrzymywaniu kompleksu rutenu CAAC-1 oraz zastosowanie tego kompleksu rutenu jako (pre)katalizatora w reakcjach metatezy olefin.

(20 zastrzeżeń)

Zgł. nr 441625; B01J 13/04**UNIWERSYTET WARSZAWSKI, Warszawa; WARSZAWSKI UNIWERSYTET MEDYCZNY, Warszawa; NEPHROLAB PLUS SPÓŁKA Z OGRANICZONĄ ODPOWIEDZIALNOŚCIĄ, Warszawa
Mazur M., Kuśmierz B., Wysocki K., Kuźma-Mroczkowska E.,
Pańczyk-Tomaszewska M.***Sposób otrzymywania cząstek polimerowych*

Przedmiotem zgłoszenia jest sposób otrzymywania cząstek polimerowych. Sposób polega na tym, że sporządza się roztwór polimeru w lotnym rozpuszczalniku o stężeniu 0,5–3%, w razie potrzeby z dodatkiem substancji czynnej w ilości 25–100 μL na mL roztworu lub znacznika w ilości 25–100 na mL roztworu. Roztwór podaje się na gładkie, chemicznie obojętne podłoże i doprowadza do odparowania rozpuszczalnika, a następnie podłoże z warstwą polimeru zakrywa się warstwą cieczy, której temperatura wrzenia jest wyższa niż temperatura topnienia polimeru i która nie jest rozpuszczalnikiem polimeru i jest neutralna wobec jego struktury i składu chemicznego. W kolejnym etapie podłoże z polimerem stopniowo poddaje się działaniu temperatury do osiągnięcia temperatury topnienia polimeru i pozostawia w tej temperaturze przez czas potrzebny do stopienia całej ilości polimeru, po czym pozostawia się w temperaturze pokojowej do ostudzenia i zestalenia wytworzonych kropli polimeru na podłożu. Na tym etapie można nanieść na powierzchnię półsfery polimerowych cienkie warstwy metalu. Po ostudzeniu przystępuje się do separacji powstałych na podłożu półsfery polimerowych zanurzając je w lotnej cieczy, nierozpuszczającej polimeru i poddając co najmniej jednokrotnemu działaniu ultradźwięków o mocy 50–400 W przez 5–30 min, po czym uzyskaną w ten sposób mieszaninę półsfery polimerowych z lotną cieczą zatęża się lub suszy.

(76 zastrzeżeń)

Zgł. nr 441671; C04B 35/622

POLITECHNIKA WARSZAWSKA, Warszawa

Tańska J., Wiecińska P., Misiukiewicz J., Więclaw-Midor A., Falkowski P.

Sposób wytwarzania kompozytów o osnowie ceramicznej wzmocnianych cząstkami metalicznymi

Przedmiotem zgłoszenia jest sposób wytwarzania kompozytów o osnowie ceramicznej wzmocnianych cząstkami metalicznymi charakteryzujący się tym, że obejmuje następujące etapy: (i) rozpuszczalnik w ilości 2–15 cz. mas. miesza się z dwoma monomerami organicznymi w ilości 2–15 cz. mas. każdy oraz z fotoinicjatorem w ilości 1–5 cz. mas. w stosunku do sumy mas monomerów organicznych, przy czym fotoinicjator jest wybrany z grupy obejmującej: mieszaninę (2,4,6-trimetylobenzoilo)fenylofosfinianu etylu oraz tlenku bis-(2,4,6-trimetylobenzoilo)fenylofosfiny, tlenek bis-(2,4,6-trimetylobenzoilo)fenylofosfinianu etylu i (2,4,6-trimetylobenzoilo)fenylofosfinianu etylu; (ii) następnie dodaje się związek upłynniający w ilości 0,2–5,0 cz. mas., proszek ceramiczny w ilości 65–90 cz. mas. oraz proszek metaliczny w ilości 0,1–10,0 cz. mas. i ponownie się miesza, przy czym związek upłynniający jest wybrany z grupy obejmującej: kopolimer poliestru i poliaminy w postaci 50-proc. roztworu w mieszaninie azeotropowej trójchloroetylen-etanol, kopolimer poliestru i poliaminy w postaci 50-proc. roztworu w 2-butanonie; (iii) powstałą dyspersję miesza się i odpowietrza; (iv) formuje się wyroby z użyciem drukarki stereolitograficznej 3D zgodnie z wcześniej przygotowanym projektem wyrobu; (v) powstałe wyroby poddaje się spiekaniu.

(14 zastrzeżeń)

Zgł. nr 441599; C08J 5/18

SIEĆ BADAWCZA ŁUKASIEWICZ – INSTYTUT CIĘŻKIEJ SYNTEZY ORGANICZNEJ BLACHOWNIA, Kędzierzyn-Koźle; POLITECHNIKA ŚLĄSKA, Gliwice

Janik W., Ledniowska K., Nosal-Kovalenko H., Grittner J., Dudek G.

Sposób wytwarzania aktywnej folii na bazie alginianu sodu

Przedmiotem zgłoszenia jest sposób wytwarzania aktywnej folii na bazie alginianu sodu przeznaczonej do wykorzystania w przemyśle opakowaniowym. Sposób polega na tym, że w temp. 10–40°C, przez 60–1440 min, z szybkością 200–400 rpm miesza się 1,0–5,0 cg/g alginianu sodu, 0,25–2,5 cg/g ekstraktu roślinnego, 19,0–38,0 cg/g plastyfikatora w postaci produktu estryfikacji glikolu propylenowego z jednym lub dwoma kwasami karboksylowymi i 55,0–73,0 cg/g wody. Następnie mieszaninę homogenizuje się w temp. 10–50°C, z szybkością 1000–8000 rpm, przez 5–12 min. Uzyskaną jednorodną mieszaninę wylewa się na poziomą powierzchnię i suszy, uzyskując aktywną folię. Przedmiotem

zgłoszenia jest też sposób wytwarzania aktywnej folii, który polega na tym, że w roli plastyfikatora wykorzystuje się epoksydowany produkt estryfikacji glikolu propylenowego.

(21 zastrzeżeń)

Zgł. nr 441587; C08J 3/20

PIMAR-PLASTICS SIEBIESIEWICZ SPÓŁKA KOMANDYTOWA, Czarna Białostocka

Jałbrzykowski M., Siebiesiewicz K.

Dodatek modyfikacyjny do wyrobów z tworzyw sztucznych i lakierów

Przedmiotem zgłoszenia jest dodatek modyfikacyjny do wyrobów z tworzyw sztucznych i lakierów. Dodatek modyfikacyjny do wyrobów z tworzyw sztucznych i lakierów zawierający nanocząstki miedzi, środek przeciwbakteryjny i/lub przeciwwgrzybiczy charakteryzuje się tym, że w 10 g zawiera 3,3 g nanocząstek aluminium, 3,3 g nanocząstek miedzi, 3,3 g krzemionki formierskiej i 0,003 g tlenku grafenu rGO.

(1 zastrzeżenie)

Zgł. nr 445514; C08L 63/00

DARBOVEN ALBERT, Hamburg, DE

Darboven A., DE

Kształtka z żywicy epoksydowej

Przedmiotem zgłoszenia jest kształtka z żywicy epoksydowej wytworzona sposobem, w którym miesza się żywicę epoksydową z utwardzaczem, łuskami kawy i ewentualnie kawą instant (kawę rozpuszczalną) i/lub zmieloną kawą, i/lub barwnikiem lub barwnym pigmentem i umieszcza w formie, mieszaninę pozostawia się do utwardzenia celem utworzenia kształtki i utworzoną kształtkę po utwardzeniu wyjmuje się z formy.

(1 zastrzeżenie)

Zgł. nr 441668; B01J 20/26

POLITECHNIKA WROCŁAWSKA, Wrocław

Wolska J., Smolińska-Kempisty K., Siekierka A.

Sposób otrzymywania zintegrowanych membran polimerowych do zatężania roztworów bisfenolu A, membrany polimerowe do zatężania roztworów bisfenolu A, sposób zatężania roztworów bisfenolu A z wykorzystaniem membran

Zgłoszenie dotyczy sposobu otrzymywania zintegrowanych membran polimerowych do zatężania roztworów bisfenolu A, membran polimerowych do zatężania roztworów bisfenolu A oraz sposobu zatężania roztworów bisfenolu A z wykorzystaniem membran w elektrochemicznym procesie MCDI. Zgłoszenie znajduje za-

stosowanie do separacji śladowych zawartości BPA w próbkach środowiskowych. Zintegrowane membrany polimerowe do za-
 tężania bisfenolu A, stanowiące molekularnie wdrukowywane
 polimery, charakteryzują się tym, że zawierają w swojej budowie
 molekularnie wdrukowywane polimery (MIPs) specyficzne dla
 bisfenolu A (BPA), w których miejscem specyficznym i wiążącym
 dla BPA jest odcisk molekularny w polimerze, a molekularnie wdru-
 kowywane polimery w MIP są zintegrowane trwale w strukturę foli
 z poli(chlorku winylu) (PVC).

(14 zastrzeżeń)

Zgł. nr 443367; C04B 26/18

**GLÓWNY INSTYTUT GÓRNICICTWA – PAŃSTWOWY INSTYTUT
 BADAWCZY, Katowice**

Korol J.

Polimerobeton oraz sposób jego otrzymywania

Przedmiotem zgłoszenia jest polimerobeton charakteryzujący się
 tym, że zawiera 10–15% mas. żywicy poliestrowej, 1–2% mas.
 utwardzacza w postaci nadtlenu metyloetyloketonu, 0,1–0,2%
 mas. kobaltu i 10–85% mas. piasku kwarcowego o uziarnieniu
 0,5–1,4 mm. Zgłoszenie obejmuje także sposób otrzymywania
 polimerobetonu.

(2 zastrzeżenia)

Zgł. nr 441734; C09J 189/06

POLITECHNIKA ŁÓDZKA, Łódź

Prochoń M., Szczepanik S., Dzeikała O.

*Sposób wytwarzania biodegradowalnego, biomimetycznego oraz
 biokompatybilnego kleju naturalnego, z surowca odpadowego
 przemysłu ubojowego w postaci skóry wieprzowej*

Przedmiotem zgłoszenia jest sposób wytwarzania biodegradowal-
 nego, biomimetycznego oraz biokompatybilnego kleju naturalnego
 z surowca odpadowego przemysłu ubojowego w postaci skóry
 wieprzowej, który polega na tym, że sporządza się roztwór kazeiny
 w 0,5 M wodnym roztworze wodorotlenku sodu o pH 7–8, zawie-
 rający nadto bezwodną glicerynę o gęstości 1,26 [g/mL]/20°C
 oraz wysuszoną żelatynę spożywczą o wskaźniku 180° jednostek
 Blooma, po czym powstały roztwór dodaje się do mieszaniny po
 enzymatycznej inkubacji kolagenu skóry wieprzowej stanowiącej
 odpad przemysłu ubojowego, następnie miesza się oba roztwory
 w temp. 70–80°C i w ostatnim etapie powstałą mieszaninę zatęża
 się w formie silikonowej lub teflonowej w temp. 80–90°C.

(1 zastrzeżenie)

Zgł. nr 441946; C03B 37/012

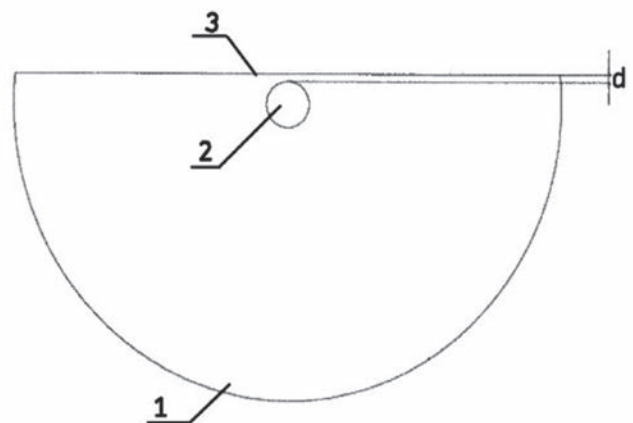
**SIĘĆ BADAWCZA ŁUKASIEWICZ – INSTYTUT MIKROELEKTRO-
 NIKI I FOTONIKI, Warszawa**

Buczyński R., Kasztelaniec R., Pysz D., Haraśny K., Filipkowski A.

*Sposób wytwarzania włókna światłowodowego D-shape dla czuj-
 ników SPR oraz preforma dla wykonania takiego włókna*

Przedmiotem zgłoszenia jest sposób wytwarzania włókna światło-
 wodowego D-shape przeznaczonego dla czujników SPR oraz pre-
 forma dla wykonania takiego włókna. Według sposobu najpierw
 z jednej strony typowej preformy szklanej z rdzeniem krzemion-
 kowym domieszkowanym germanem usuwa się część materiału,
 tak aby nad rdzeniem pozostała warstwa szkła o zaprojektowanej
 grubości, ale mniejszej niż połowa średnicy rdzenia. Taką prefor-
 mę umieszcza się na wieży światłowodowej i w temperaturze
 większej niż 1800°C prowadzi się proces wyciągania włókna świa-
 tłowodowego. Preforma do wykonania takiego włókna światłowo-
 dowego ma postać pręta szklanego, wewnątrz którego znajduje
 się rdzeń domieszkowany germanem. W preformie tej warstwa
 szkła (1) otaczająca rdzeń (2) ma w przekroju kształt litery „D”,
 przy czym grubość (d) warstwy szkła między spłaszczoną po-
 wierzchnią (3) a rdzeniem (2) jest mniejsza lub równa połowie
 średnicy rdzenia (2).

(2 zastrzeżenia)



Zgł. nr 441626; B01J 21/06

**ZACHODNIOPOMORSKI UNIWERSYTET TECHNOLOGICZNY
 W SZCZECINIE, Szczecin**

Tryba B., Rychtowski P., Miądlicki P.

Złoże fluidalne zwłaszcza do reaktora fotokatalitycznego

Przedmiotem zgłoszenia jest złoże fluidalne, zwłaszcza do reak-
 tora fotokatalitycznego, wg wynalazku, które charakteryzuje się
 tym, że nośnik złoża fluidalnego stanowi ekspandowany polisty-
 ren pokryty powłoką, którą stanowi warstwa TiO₂ o dominującej
 strukturze anatazu, przy czym powłoka naniesiona jest poprzez
 impregnację z zawiesiny wodnej. Pod warstwą TiO₂ o dominującej

strukturze anatazu znajduje się warstwa SiO_2 , która jest naniesiona metodą zol-żel z dodatkiem amoniaku. Średnica ekspandowanego polistyrenu wynosi nie mniej niż 100 μm . Ekspandowany polistyren jest typu sferycznego. Złoże fluidalne ma gęstość nie większą niż 30 kg/m^3 .

(5 zastrzeżeń)

Zgł. nr 441817; B22F 9/08

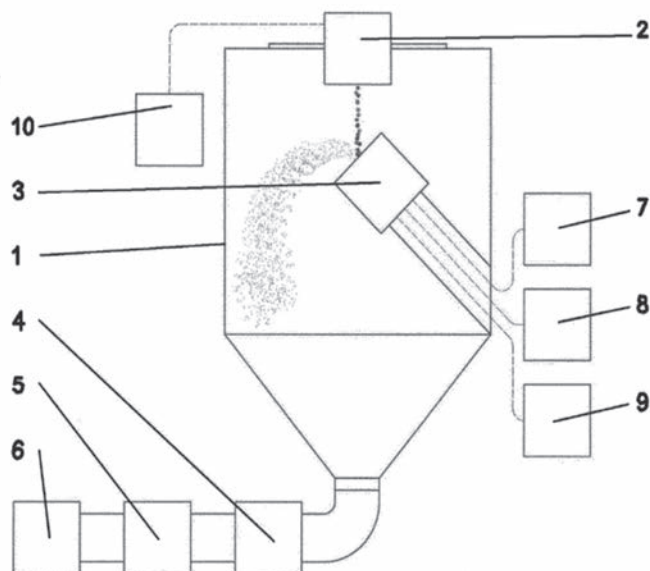
POLITECHNIKA WROCLAWSKA, Wrocław

Sokołowski P., Korzeniowski M., Kustron P., Piwowarczyk T., Sajbura A., Wojdat T.

Układ do ultradźwiękowej atomizacji proszków metali i stopów metali

Zgłoszenie ujawnia układ do ultradźwiękowej atomizacji proszków metali i stopów, który charakteryzuje się tym, że w górnej części komory (1) umocowany jest układ topienia indukcyjnego (2), który jest osiowo zorientowany względem układu atomizacji ultradźwiękowej (3), ma zapewnioną ruchliwość na co najmniej dwóch stopniach swobody względem układu topienia umożliwiającą zmianę odległości pomiędzy dwoma układami oraz ich położenie kątowe, przy czym ruchliwość tego układu nadal zapewnia osiowość względem układu topienia indukcyjnego (2), przy czym do dolnej części komory (1) doprowadzony jest układ separacji (6) połączony z układem filtracji (5), który z kolei połączony jest z układem recyrkulacji (4), natomiast do układu topienia indukcyjnego (2) doprowadzone jest źródło zasilające (10), a do układu atomizacji ultradźwiękowej (3) doprowadzony jest układ stabilizacji temperatury (7), układ sterowania (8) oraz generator ultradźwiękowy (9).

(3 zastrzeżenia)



Zgł. nr 445615; B01F 23/47

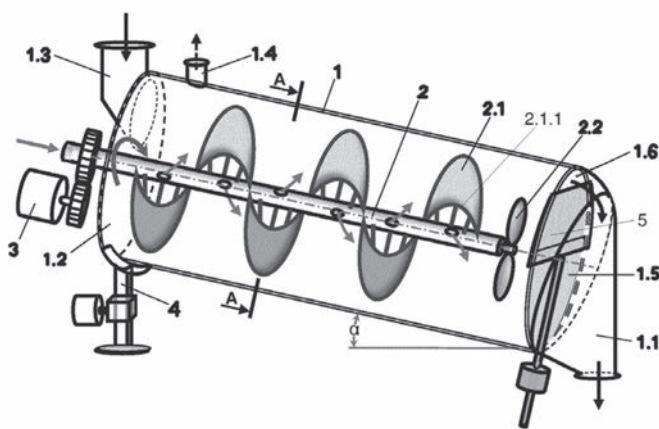
POLITECHNIKA LUBELSKA, Lublin

Poędnik B., Franus W., Woszuk A.

Urządzenie do spieniania lepiszcza asfaltowego

Przedmiotem zgłoszenia jest urządzenie do spieniania lepiszcza asfaltowego posiadające ogrzewany zbiornik (1) w kształcie walca ze spustem (1.1) w końcowej części, zaś w początkowej części zbiornika (1) znajduje się pokrywa (1.2) z wlotem asfaltu (1.3) oraz w początkowej części zbiornika (1) znajduje się króciec wydmuchowy (1.4). Wewnątrz zbiornika (1) w jego osi znajduje się wał (2) w postaci rury z otworami znajdującymi się na jej powierzchni bocznej, do którego to wału (2) zamocowane są łopaty mieszające (2.1, 2.2). Wał (2) podłączony jest do dozownika środka spieniającego i sprzężony jest z napędem obrotowym (3). Urządzenie charakteryzuje się tym, że oś zbiornika (1) nachylona jest do podłoża pod kątem ostrym (α). Do zewnętrznej powierzchni bocznej początkowej części zbiornika (1) zamocowany jest koniec podnośnika (4) usadowionego na podłożu. Pierwsze łopaty mieszające (2.1) są w kształcie wstęgi ślimaka, zaś drugie łopaty mieszające (2.2) znajdują się na końcu wału (2) i tworzą śmigło. W końcowej części zbiornika (1) przed spustem (1.1) znajduje się przegroda (1.5) przelewowa albo wylewowa ze szczeliną (1.6).

(3 zastrzeżenia)



Zgł. nr 441763; C08L 23/06

RE-SOLVE SPÓŁKA Z OGRANICZONĄ ODPOWIEDZIALNOŚCIĄ, Malbork

Cymański M., Olejarczyk M., Urbaniak W., Szymańska J., Szostak M., Pauksza D.

Kompozyty termoplastycznych polimerów poliolefinowych z napełniaczami mineralnymi

Zgłoszenie dotyczy kompozytu termoplastycznego polimeru poliolefinowego z napełniaczem mineralnym otrzymywanym z popiołów lotnych. Napełniacz w kompozycie jest zastosowany

w ilości 0,5–50% mas. w stosunku do matrycy polimerowej i stanowi go czarny proszek składający się z kulistych, porowatych cząstek o uziarnieniu 10–120 μm , głównie 30–80 μm , zawierających 50–80% węgla, najczęściej powyżej 70–75%, przy czym pozostałe składniki to głównie związki krzemu, żelaza, glinu i siarki, i powierzchni właściwej powyżej 6–15 m^2/g , otrzymany z popiołów lotnych ze spalania ciężkich frakcji produktów z ropy naftowej, po wydzieleniu z nich związków metali i siarki rozpuszczalnych w kwasach.

(1 zastrzeżenie)

Zgł. nr 441951; C04B 28/36

RYBAK JACEK, Kraków

Rybak J.

Sposób wiązania odpadów betonem siarkowym i prefabrykat otrzymany tym sposobem

Przedmiotem zgłoszenia jest sposób wiązania odpadów betonem siarkowym, który polega na tym, że do elewatora wejściowego mającego dwa dozatory wprowadza się do pierwszego dozatora zimne kruszywo w ilości 10–50% mas. o uziarnieniu 1–30 mm, natomiast do drugiego dozatora wprowadza się kruszony tłuczeń i odpady o wielkości cząstek 0,01–200 mm w ilości 1–60% mas., a następnie kruszywo i odpady zsypywane są przez otwory zsypowe dozatorów na taśmy wagowe z wagami tensometrycznymi, po czym stos w suszarni bębnowej suszony jest w temp. 135–155°C, a następnie stos zsypywany jest do kubelkowego elewatora, a następnie do zasobnika, z którego stos jest zsypywany na wagę, a po odważeniu wysypywany jest do mieszalnika, w którym stos mieszany jest z polimerem siarki w ilości 40% mas. i o temp. 130–155°C, po czym mieszanina grawitacyjnie wylewana jest do zbiornika buforowego, a gorąca mieszanina w postaci płynnego siarkobetonu wlewana jest do form prefabrykatów, gdzie jest chłodzona aż do całkowitego ostygnięcia. Przedmiotem zgłoszenia jest także prefabrykat otrzymany powyższym sposobem.

(5 zastrzeżeń)

Zgł. nr 441903; C08G 12/32

SIEĆ BADAWCZA ŁUKASIEWICZ – INSTYTUT CIĘŻKIEJ SYNTETY ORGANICZNEJ BLACHOWNIA, Kędzierzyn-Koźle

Woch J., Korasiak K., Iłowska J., Grabowski R., Chrobak J., Fiszer R., Scudło I.

Bezformaldehdowa żywica melaminowa

Przedmiotem zgłoszenia jest bezformaldehdowa żywica melaminowa charakteryzująca się tym, że zawiera 15–20 cz. mas. melaminy, 30–45 cz. mas. glioksalu, 11–13 cz. mas. dimetoksyacetaldehydu, 8–14 cz. mas. wody oraz 7–9 cz. mas. wodnego

roztworu kwasu nieorganicznego o stężeniu 15–25%, oraz dodatkowo 10–15 cz. mas. wodnego roztworu kwasu nieorganicznego o stężeniu 15–25%, dodawanych w drugim etapie procesu.

(1 zastrzeżenie)

Zgł. nr 442036; B01J 20/30

UNIwersytet JANA KOCHANOWSKIEGO W KIELCACH, Kielce; POLITECHNIKA ŚLĄSKA, Gliwice

Słomkiewicz P.M., Szczepanik B., Piotrowski K., Sakiewicz P.

Sposób wytwarzania kompozytu węglowo-zeolitowego na bazie prekursora węglowego z włókniny celulozowej do adsorpcji naproksenu z solankowych wód pokąpielowych

Przedmiotem zgłoszenia jest sposób wytwarzania kompozytu węglowo-zeolitowego na bazie prekursora węglowego z włókniny celulozowej do adsorpcji naproksenu z solankowych wód pokąpielowych, polegający na zmieszaniu zeolitu mielonego o rozmiarze ziaren 0,3–0,9 mm z włókniną celulozową, który polega na zmieszaniu 4 cz. mas. zmielonej włókniny celulozowej z 4 cz. mas. wody przez 20 min, a następnie dodawaniu 8 cz. mas. wody i poddawaniu homogenizacji aż do otrzymania jednorodnej zawiesiny i następnie dodawaniu kwasu solnego o stężeniu 10% mas. do uzyskania pH zawiesiny celulozowej 6,5–7,5. Do tak otrzymanej zawiesiny celulozowej dodaje się 7 cz. mas. ziarnistego produktu zeolitowego otrzymanego z 10 cz. mas. frakcji zeolitu mielonego o rozmiarze ziaren 0,3–0,9 mm z dodatkiem 7 cz. wody solankowej o zawartości jonów sodu ok. 12000 mg/L, jonów wapnia ok. 2500 mg/L, jonów chlorkowych ok. 16000 mg/L i mieszanii całości przez 150 min i odsączeniu jako ziarnisty produkt zeolitowy, a całość mieszaniny zawiesiny celulozowej z produktem zeolitym odsącza się z wody, suszy przez 6 h w temp. 313 K i karbonizuje w atmosferze azotu z narostem temperatury 10 K/min, w zakresie temp. 373–1073 K i w izotermie 1073 K przez 4 h.

(1 zastrzeżenie)

Zgł. nr 442025; C08F 112/08

ZACHODNIOPOMORSKI UNIWERSYTET TECHNOLOGICZNY W SZCZECINIE, Szczecin

Wilpiszewska K., Gołdyn A., Pelech R.

Spieniony polistyren o ulepszonych właściwościach zawierający nanonapełniacz mineralny i sposób wytwarzania spienionego polistyrenu o ulepszonych właściwościach zawierającego nanonapełniacz mineralny

Przedmiotem zgłoszenia jest spieniony polistyren o ulepszonych właściwościach zawierający nanonapełniacz mineralny, który charakteryzuje się tym, że jest otrzymany zgodnie ze sposobem

opisanym poniżej i stosuje się nanonapełniacz mineralny w ilości 5–50% mas. w stosunku do styrenu. Korzystnie nanonapełniacz mineralny stanowi haloizyt i/lub montmorylonit i/lub bentonit. Przedmiotem zgłoszenia jest także sposób wytwarzania spienionego polistyrenu o ulepszonych właściwościach zawierającego nanonapełniacz mineralny, który poprzez polimeryzację suspensyjną styrenu w obecności koloidu ochronnego, inicjatora i środka spieniającego charakteryzuje się tym, że podczas polimeryzacji suspensyjnej styrenu dodaje się do fazy styrenowej lub fazy wodnej nanonapełniacz mineralny w ilości 5–50% mas. w stosunku do styrenu. Korzystnie jako nanonapełniacz mineralny stosuje się haloizyt i/lub montmorylonit i/lub bentonit; jako inicjator stosuje się nadtlenuk benzoilu; jako środek spieniający stosuje się heptan i/lub heksan lub pentan, a jako koloid ochronny stosuje się poli(alkohol winylowy).

(7 zastrzeżeń)

Zgł. nr 445208; B01J 20/26

**UNIwersytet MARIi CURIE-SKŁODOWSKIEJ, Lublin
Wójcik G., Zinkowska K.**

Sposób otrzymywania polimerowych sorbentów

Przedmiotem zgłoszenia jest sposób otrzymywania polimerowych sorbentów, polegający na impregnacji matryc polimerowych cieklymi impregnatami, znajdujących zastosowanie do usuwania jonów metali ciężkich i szlachetnych z roztworów wodnych. Wynalazek rozwiązuje problem techniczny w postaci opracowania sposobu otrzymywania polimerowych sorbentów przeznaczonych do sorpcji jonów metali, zwłaszcza ciężkich i szlachetnych, ze środowisk wodnych, o dużych możliwościach sorpcyjnych.

(1 zastrzeżenie)

Przygotowała mgr Anna Skurzewska

Rok 2024 rokiem gen. inż. Józefa Bema w FSNT-NOT

Obradująca 5 lutego w Warszawskim Domu Technika NOT Rada Krajowa Federacji Stowarzyszeń Naukowo-Technicznych NOT ustanowiła, z okazji przypadającej w bieżącym roku 230 rocznicy urodzin, rok 2024 rokiem gen. inż. Józefa Zachariasza Bema.

Postać gen. inż. J. Bema, bohatera trzech narodów: Polski, Węgier i Turcji, uczestnika kampanii napoleońskiej, Powstania Listopadowego i Wiosny Ludów w Wiedniu i na Węgrzech, twórcy wojsk rakietowych w wojsku polskim jest szczególnie ważna dla ruchu stowarzyszeniowego techników i inżynierów. To od założonego przez niego w Paryżu, w 1835 r. Towarzystwa Politechnicznego Polskiego datuje się blisko 190-letnia historia i tradycje, których spadkobierczynią jest Naczelna Organizacja Techniczna i sfederowane w niej Stowarzyszenia Naukowo-Techniczne.

Obchody roku gen. inż. J. Bema rozpoczną się uroczystościami w Tarnowie, mieście jego urodzenia i spoczynku. FSNT-NOT zaprasza wszystkie organizacje i instytucje, którym bliska jest postać Generała i Inżyniera oraz noszące jego imię do udziału i organizowania wydarzeń Go upamiętniających.



**Federacja Stowarzyszeń Naukowo-Technicznych
Naczelna Organizacja Techniczna**

ul. Czackiego 3/5, 00-043 Warszawa
Telefon: +48 22 250 22 10; Kom: +48 785 870 461; e-mail: sekretariat@not.org.pl



greenPOWER

Międzynarodowe Targi Energii Odnawialnej

ZAPRASZA

mtp
GRUPA

23-25.04.2024

lokalizacja:



Międzynarodowe
Targi Poznańskie



- fotowoltaika
- elektromobilność
- biogaz
- biopaliwa
- energia wodna i wiatrowa
- doradztwo energetyczne i finansowe
- technologie oparte na odnawialnych
- źródła energii
- źródła ciepła

www.greenpower.mtp.pl

W tym samym czasie:

Międzynarodowe Targi Energetyki
EXPOPOWER

INSTALACJE
MIĘDZYNARODOWE TARGI INSTALACYJNE

SAWO
Międzynarodowe Targi Ochrony Pracy,
Pozamictwa i Ratownictwa

securex
POLAND
Międzynarodowe Targi Zabezpieczeń

H2
POLAND

ŚRODKOWOEUROPEJSKIE
FORUM TECHNOLOGII
WODOROWYCH

**NET
ZERO**

ŚRODKOWOEUROPEJSKIE
FORUM
DEKARBONIZACJI



WYDAWNICTWO SIGMA-NOT 

ponad **70** LAT NA RYNKU

34 TYTUŁY

150 000 PUBLIKACJI

WYGODNY DOSTĘP
DO ARTYKUŁÓW FACHOWYCH

Bądź bardziej EKO

KORZYSTAJ Z ZASOBÓW
PORTALU INFORMACJI TECHNICZEJ

