

INŻYNIERIA i BUDOWNICTWO

7
2021

ISSN 0021-0315

CZASOPISMO POLSKIEGO ZWIĄZKU INŻYNIERÓW I TECHNIKÓW BUDOWNICTWA

Zeszyt dedykowany Profesorowi *Wiesławowi Kurdowskiemu*



Łukasiewicz
Instytut Ceramiki
i Materiałów
Budowlanych



www.icimb.lukasiewicz.gov.pl

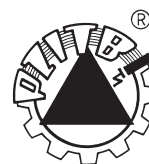
U nas wszystko kręci się wokół budownictwa!

Sprawdź i **#RzućNamWyzwanie**

INŻYNIERIA i BUDOWNICTWO

Rok LXXVII (rok założenia 1938)

WARSZAWA, LIPIEC 2021



Czasopismo
POLSKIEGO ZWIĄZKU
INŻYNIERÓW
I TECHNIKÓW
BUDOWNICTWA

7/2021

SPIS TREŚCI

strona

Od redakcji	293
M. Kaszyńska – Sekcja Inżynierii Materiałów Budowlanych KILiW PAN	293
90-lecie urodzin Profesora <i>Wiesława Kurdowskiego</i> , dr. h.c. mult.	296
Listy gratulacyjne	299, II okł.

ZAGADNIENIA OGÓLNE

L. Czarnecki, J. Deja – Zrównoważone budownictwo; w poszukiwaniu przemiany prometejskiej	300
W. Radomski – Materiał a konstrukcja – refleksje mostowca	309

TEORIA I BADANIA NAUKOWE

W. Kurdowski – O reakcji stali z matrycą cementową w betonie zbrojonym	320
P. Łukowski, A. Garbacz, P. Woyciechowski, B. Jaworska, J.J. Sokołowska – Zrównoważone betony polimerowe i polimerowo-cementowe	324
S. Skibicki, M. Kaszyńska, K. Federowicz, M. Techman, A. Zieliński, N. Olczyk, T. Wróblewski, M. Hoffmann – Druk 3D kompozytów betonowych metodą przystosowaną – doświadczenia zespołu szcześcińskiego	328
J. Hoła, Ł. Sadowski – Ocena morfologii powierzchni betonu – metody i parametry	334
K. Mróz, I. Hager – Badanie odporności betonu na jego odpryskiwanie podczas pożaru	338
W. Nocuń-Wczelik – Kalorymetria w badaniach spoiw	341

ZAGADNIENIA KONSTRUKCYJNE I MATERIAŁOWE

M. Dudek, T. Stryżewska, S. Kańka – Sposoby samozaleczania rys w tworzywach cementowych	345
A. Zieliński – Skurcz autogeniczny betonów wysokowartościowych	348

GEOTECHNIKA

R. Sołtysik, K. Brasse, T. Tracz, T. Zdeb, S. Kańka – Postęp w technologii wzmacniania gruntu z zastosowaniem kompozytów gruntobetonowych i fibrogruntobetonowych	351
---	-----

KRONIKA

M. Giżejowski, J. Papangelis – In Memory of the late Professor <i>Nicholas Snowden Trahair</i> (Pamięci zmarłego Profesora <i>Nicholasa Snowdena Trahaira</i>)	356
S. Pyrak – Śp. <i>Zofia Paszkowska</i> (1920–2021)	358

INFORMACJE	308, 323
------------	----------

RECENZJE	319, III okł.
----------	---------------

Tematyka czasopisma

Ogólne problemy budownictwa i inżynierii lądowej, teoria konstrukcji, kształtowanie, wspomaganie komputerowe, projektowanie, realizacja, diagnostyka i utrzymanie obiektów budowlanych, inżynierskich i specjalnych, w tym mostów, budowli podziemnych i komunalnych, badania materiałów, elementów i konstrukcji, fizyka budowli, geotechnika, normalizacja, jakość i certyfikacja, kształcenie kadr oraz aktualne sprawy środowiska budowlanego.

Artykuły są recenzowane. Za publikację w czasopiśmie naukowym „Inżynieria i Budownictwo” uzyskuje się 5 punktów (Rozporządzenie MNIŚW z 22.02.2019 r. w sprawie ewaluacji jakości działalności naukowej).

Wydawca

Fundacja PZITB Inżynieria i Budownictwo 00-050 Warszawa, ul. Świętokrzyska 14
Przewodniczący Rady Fundacji prof. dr hab. inż. Kazimierz Flaga, dr h.c. mult.

Redakcja

00-637 Warszawa, Al. Armii Ludowej 16, pokój 626A
Politechnika – Wydział Inżynierii Lądowej, tel./fax 22-629-69-86.
e-mail: pzitbinzynieria@neostrada.pl www.inzynieriaibudownictwo.pl
redakcja@inzynieriaibudownictwo.pl www.zgpzitb.org.pl

Kolegium Redakcyjne

Redaktor naczelna prof. dr hab. inż. Hanna Michalak, zastępca redaktor naczelnej dr inż. Stefan Pyrak, redaktorzy tematyczni: prof. dr hab. inż. Marian Giżejowski, dr hab. inż. Aniela Glinicka – prof. PW, prof. dr hab. inż. Czesław Miedziałowski, mgr inż. Piotr Rychlewski, prof. dr hab. inż. Anna Siemińska-Lewandowska, prof. dr hab. inż. Tadeusz Urban, prof. dr inż. Wojciech Włodarczyk, redaktor językowy mgr Barbara Gluch, redaktor statystyczny prof. dr inż. Wojciech Włodarczyk. Współpracują: prof. dr hab. inż. Piotr Noakowski (Niemcy), prof. dr inż. Andrzej Nowak – dr h.c. (USA).

Rada Programowa Czasopism i Wydawnictw PZITB w kadencji 2020–2024

Prof. dr hab. inż. Anna Halicka (przewodnicząca), prof. dr hab. inż. Jan Bień (Związek Mostowców RP), prof. dr hab. inż. Wiesław Buczkowski, dr hab. inż. Lidia Buda-Ożóg – prof. PRZ, dr hab. inż. Magdalena Dobiszewska – prof. UT-P, dr hab. inż. Jacek Domski – prof. PK, prof. dr hab. inż. Barbara Goszczyńska, prof. dr hab. inż. Jacek Hulimka (wiceprzewodniczący), dr hab. inż. Marta Kadela – prof. ITB, mgr inż. Roman Lulis, dr hab. inż. Beata Nowogórska – prof. UZ, dr hab. inż. Joanna Prusiel – prof. PB, prof. dr hab. inż. Elżbieta Radziszewska-Zielina, dr hab. inż. Teresa Rucińska – prof. ZUT (sekretarz), prof. dr hab. inż. Leonard Runkiewicz, dr hab. Małgorzata Ulewicz – prof. PCZ.

Warunki prenumeraty

Zamówienia prenumeraty w wersji elektronicznej należy składać na jednym z wymienionych portali:

www.e-kiosk.pl (http://www.e-kiosk.pl/inzynieria_i_budownictwo),
www.egazety.pl (<https://www.egazety.pl/fundacja-pzitb/e-wydanie-inzynieria-i-budownictwo.html>),
www.nexto.pl (http://www.nexto.pl/e-prasa/inzynieria_i_budownictwo_p132009.xml)

Cena rocznej prenumeraty w wersji elektronicznej wynosi 125,40 zł (z VAT), cena 1 wydania w wersji elektronicznej 10,45 zł (z VAT).

* * *

Zamówienie prenumeraty w tradycyjnej, papierowej wersji „Inżynierii i Budownictwa” można składać w dowolnym terminie w siedzibie redakcji. Zamawiający może otrzymać czasopismo, począwszy od następnego miesiąca po dokonaniu wpłaty. Zamówienia zeszytów sprzed terminu wpłaty będą realizowane – w miarę możliwości – z zapasów magazynowych.

Cena rocznej prenumeraty normalnej wynosi 259,20 zł (w tym 8% VAT).

Cena rocznej prenumeraty ulgowej dla członków indywidualnych PZITB, Związku Mostowców RP, PIIB oraz studentów wynosi 155,52 zł (w tym 8% VAT).

W przypadku prenumeraty ulgowej jest wymagane podanie (odpowiednio): nazwy oddziału stowarzyszenia; numeru rejestracyjnego w Okręgowej Izbie Inżynierów Budownictwa; nazwy uczelni i wydziału. Faktura za prenumeratę ulgową może być wystawiona tylko na osobę fizyczną.

Wpłaty za prenumeratę w wersji papierowej prosimy dokonywać na konto: Fundacja PZITB Inżynieria i Budownictwo, 00-050 Warszawa, ul. Świętokrzyska 14, Bank Millennium Warszawa, nr 23 1160 2202 0000 0000 5515 9052.

REKLAMY przyjmuje redakcja

Materiały opublikowane w „Inżynierii i Budownictwie” są objęte prawem autorskim i nie mogą być – bez zgody redakcji – rozpowszechniane w żadnej postaci. Redakcja nie odpowiada za treść zamieszczonych reklam.

Indeks 95132 Cena: 20,00 zł + 8% VAT
ISSN 0021-0315 (wersja pierwotna)

PRZYGOTOWANIE DO DRUKU I DRUK: Drukarnia „LOTOS Poligrafia” sp. z o.o.
www.lotos-poligrafia.pl, tel. 22-872-22-66, fax 22-872-22-68.



KASZYŃSKA M.: **Sekcja Inżynierii Materiałów Budowlanych KILiW PAN.**

Sekcja Inżynierii Materiałów Budowlanych KILiW PAN: **90-lecie urodzin Profesora Wiesława Kurdowskiego, dr. h.c. mult.**

CZARNECKI L., DEJA J.: **Zrównoważone budownictwo; w poszukiwaniu przemiany prometejskiej.**

Przedstawiono krytyczną analizę znaczenia elementów termodynamicznych w kształtowaniu zrównoważonego rozwoju w budownictwie. Przedstawiono współczesne wyzwania stojące przed wykorzystywanymi masowo materiałami, takimi jak beton i cement. Pokazano, jak na przestrzeni lat następuje rozwój betonu: nie przez substytucję, a przez modyfikację. Na podstawie rzeczywistych danych z polskiego przemysłu cementowego pokazano, jak zmiany technologiczne, ograniczając zapotrzebowanie na energię cieplną w produkcji klinkieru portlandzkiego, próbują przesuwać barierę termodynamiczną całego procesu. Przedstawiono także krytyczne opinie na temat możliwości dokonania takich prometejskich zmian, wskazując jednak, że w wielu publikacjach pojawiają się stwierdzenia, że tylko te zmiany są zdolne wygenerować skokową zmianę w rozwoju ludzkości.

RADOMSKI W.: **Materiał a konstrukcja – refleksje mostowca.**

Badania strefy przejściowej stal-pręta zbrojeniowego – matryca cementowa wykazały, że jony żelaza dyfundują do matrycy cementowej i reagują z jonami wapniowymi, z utworzeniem uwodnionego żelazianu wapnia. Po trzech miesiącach zaznacza się również reakcja jonów żelaza z głównym składnikiem zaczynu, jakim jest faza C-S-H. Początkowo jony żelaza wnikają pomiędzy warstwy tej fazy, a następnie powodują jej stopniową przemianę w uwodniony żelazian wapnia. Powstaje warstwa uwodnionego żelazianu wapnia na matrycy cementowej. Natomiast dyfuzja jonów żelaza do warstewki pasywacyjnej na stali jest znacznie mniej zaawansowana, niż jonów żelaza do matrycy cementowej. Wykonane mikroanalizy pokazują, że dyfuzja jonów żelaza przeważa, a jony wapnia mają bardzo mały wpływ na skład warstewki pasywacyjnej na stali. Nie są one „ruchliwe”, mimo że występują w dużym stężeniu w roztworze w fazie ciekłej matrycy cementowej. Główną rolę w tych procesach odgrywają jony żelaza, dyfundujące z pręta zbrojeniowego do matrycy cementowej.

KURDOWSKI W.: **O reakcji stali z matrycą cementową w betonie zbrojonym.**

Badania strefy przejściowej stal-pręta zbrojeniowego – matryca cementowa wykazały, że jony żelaza dyfundują do matrycy cementowej i reagują z jonami wapniowymi, z utworzeniem uwodnionego żelazianu wapnia. Po trzech miesiącach zaznacza się również reakcja jonów żelaza z głównym składnikiem zaczynu, jakim jest faza C-S-H. Początkowo jony żelaza wnikają pomiędzy warstwy tej fazy, a następnie powodują jej stopniową przemianę w uwodniony żelazian wapnia. Powstaje warstwa uwodnionego żelazianu wapnia na matrycy cementowej. Natomiast dyfuzja jonów żelaza do warstewki pasywacyjnej na stali jest znacznie mniej zaawansowana, niż jonów żelaza do matrycy cementowej. Wykonane mikroanalizy pokazują, że dyfuzja jonów żelaza przeważa, a jony wapnia mają bardzo mały wpływ na skład warstewki pasywacyjnej na stali. Nie są one „ruchliwe”, mimo że występują w dużym stężeniu w roztworze w fazie ciekłej matrycy cementowej. Główną rolę w tych procesach odgrywają jony żelaza, dyfundujące z pręta zbrojeniowego do matrycy cementowej.

ŁUKOWSKI P., GARBACZ A., WOYCIECHOWSKI P., JAWORSKA B., SOKOŁOWSKA J.J.: **Zrównoważone betony polimerowe i polimerowo-cementowe.**

Przedstawiono wyniki badań właściwości kompozytów betonowo-polimerowych, C-PC, w tym zapraw polimerowo-cementowych i betonów żywicznych zawierających różne rodzaje dodatków pochodzenia odpadowego (popioły lotne i pył perlitowy). Opisano badania właściwości mechanicznych i odporności chemicznej PC i PCC modyfikowanego materiałami odpadowymi.

SKIBICKI S., KASZYŃSKA M., FEDEROWICZ K., TECHMAN M., ZIELIŃSKI A., OLCZYK N., WRÓBLEWSKI T., HOFFMANN M.: **Druk 3D kompozytów betonowych metodą przystosową – doświadczenia zespołu szczecińskiego.**

Przedstawiono problemy związane z rozwojem nowej technologii wykonywania konstrukcji betonowych metodą druku 3D oraz parametry, które wyróżniają ją na tle innych metod addytywnych. Omówiono metody badawcze do oceny właściwości mieszanek betonowych stosowanych w druku przystosowym oraz doświadczenia w tym zakresie zespołu badawczego pod przewodnictwem prof. Marii Kaszyńskiej z Zachodniopomorskiego Uniwersytetu Technologicznego w Szczecinie.

HOŁA J., SADOWSKI Ł.: **Ocena morfologii powierzchni betonu – metody i parametry.**

Przedstawiono klasyfikację metod badawczych i parametrów przydatnych do badania morfologii powierzchni betonu wraz z syntetycznym ich opisem i podaniem najistotniejszych ograniczeń. Omówiono metody badawcze do oceny właściwości mieszanek betonowych przygotowanych w różny sposób wraz z wartościami parametrów trójwymiarowych uzyskanymi metodą bezstykową z wykorzystaniem triangulacji laserowej.

MRÓZ K., HAGER I.: **Badanie odporności betonu na jego odpryskiwanie podczas pożaru.**

Przedstawiono główne przyczyny odpryskiwania betonu w czasie pożaru, metody przeciwdziałania ich występowaniu oraz opracowaną metodę badania podatności betonu na odpryskiwanie. Zaproponowana metoda umożliwia określenie podatności na odpryskiwanie betonu o danym składzie oraz weryfikację efektywności dodatku włókien syntetycznych w przeciwdziałaniu temu problemowi.

NOCUŃ-WCZELIK W.: **Kalorymetria w badaniach spoiw.**

Przedstawiono podstawowe informacje i przykłady dotyczące znaczenia badań (mikro)kalorymetrycznych w teorii i praktyce. Badania te umożliwiają pomiar efektów cieplnych wiązania i twardnienia, jak również ocenę jakościową mechanizmu i kinetyki reakcji. Przykładowe wyniki badań oraz cytowania odnoszą się do pomiarów mikrokalorymetrycznych prowadzonych przez autorkę w Katedrze Technologii Materiałów Budowlanych na Wydziale Inżynierii Materiałowej i Ceramiki AGH.

DUDEK M., STRYSZEWSKA T., KAŃKA S.: **Sposoby samozaleczania rys w tworzywach cementowych.**

Przedstawiono zagadnienie samoleczenia tworzyw cementowych. Jest to proces polegający na niwelowaniu uszkodzeń. W przypadku materiałów cementowych dotyczy zamykania powstających rys. Wyróżnia się dwie grupy procesów prowadzących do wypełnienia zarysowań: procesy autogeniczne i autonomiczne. Opisano metody samoleczenia wraz z wynikami obserwacji mikrostruktury trzech wybranych metod.

ZIELIŃSKI A.: **Skurcz autogeniczny betonów wysokowartościowych.**

Skurcz autogeniczny to nieodwracalne odkształcenia własne materiałów cementowych o obniżonym wskaźniku woda/cement zachodzące w wyniku procesów fizykochemicznych. Przedstawiono problematykę normowych metod pomiaru skurczu autogenicznego oraz niedoszacowanie algorytmów normowych modelujących wartość omawianych odkształceń. Na podstawie przeprowadzonych analiz zalecono przed praktycznym wdrożeniem betonów wysokowartościowych wykonanie badań kontrolnych skurczu autogenicznego przez wyspecjalizowane laboratoria materiałowe, dysponujące odpowiednią aparaturą badawczą.

SOŁTYSIK R., BRASSE K., TRACZ T., ZDEB T., KAŃKA S.: **Postęp w technologii wzmacniania gruntu z zastosowaniem kompozytów gruntobetonowych i fibrogruntobetonowych.**

Przedstawiono nowoczesne, stosowane w praktyce inżynierskiej, metody wglębnego mieszania gruntu rodzimego z zaczynem cementowym, w których wyniku powstaje gruntobeton bądź w przypadku dodatku włókien syntetycznych – fibrogruntobeton. Zaprezentowano wyniki badań doświadczalnych dotyczących wpływu ilości i długości włókien na zwiększenie wytrzymałości na rozciąganie przy zginaniu kompozytów fibrogruntobetonowych w porównaniu z niewzmocnionymi gruntobetonami.

GIŻEJOWSKI M., PAPANGELIS J.: **Pamięci zmarłego Profesora Nicholas Snowdena Trahaira.**

KASZYŃSKA M.: **Section of Building Materials Engineering Committee of Civil Engineering of the Polish Academy of Sciences.**

90th anniversary of Professor Wiesław Kurdowski.

CZARNECKI L., DEJA J.: **Sustainable building construction; in search of the Promethean transformation.**

This contribution is a critical analysis of the role of thermodynamic factors in shaping the sustainable development in building engineering. The actual challenges are presented on the example of concrete and cement – the commonly used materials. It has been found that the development of concrete technology occurs by modification, not by substitution. Taking into account the data supplied by Polish cement industry it is possible to reveal that the changes in the field of technology, aimed in the reduction of energy consumption for cement clinker production, replace the thermodynamic barrier of the process as a whole. In this contribution, the critical opinions relating to the possibility of Promethean evolution mentioned above are presented too. However, in many reports there is an idea that only these changes could generate a step change in the development of humanity.

RADOMSKI W.: **Structural material versus structure – some remarks by bridge engineer.**

Some remarks concerning the relationship between structural material and structure are presented and exemplified by bridges. The theme is presented in its historical and contemporary aspects. Relations between the material properties and the structural systems are discussed in particular. General development trends in material and structural solutions concerning mainly bridge engineering are also presented.

KURDOWSKI W.: **The reaction of steel with cement matrix in the reinforced concrete.**

The study of transition zone – steel of the reinforcing rod cement matrix was shown that the iron ions are diffusing to the cement matrix and are reacting with the calcium ions, with the formation of hydrated calcium ferric. Already after 3 months the reaction of iron ions with the main component of the cement paste i.e. C-S-H phase is evident. Initially the iron ions are penetrating between the layers of this phase and next they are causing its gradual transformation in hydrated calcium ferric. Thus the layer of hydrated calcium ferric on the cement matrix is formed. However, the diffusion of calcium ions to the passivation film on steel is significantly less advanced than the ferric ions to the cement matrix. The microanalysis is showing the iron ions diffusion is prevailing and the calcium ions have the low influence on the composition of passivation film on steel. They are not “movable”, despite that they have high concentration in the liquid phase in cement matrix. The main role in these processes the ferric ions are playing, which are diffusing from reinforcing bar to the cement matrix.

ŁUKOWSKI P., GARBACZ A., WOYCIECHOWSKI P., JAWORSKA B., SOKOŁOWSKA J.J.: **Sustainable polymer concretes and polymer-cement concretes.**

The paper presents the results of tests of concrete-polymer composites, C-PC including polymer-cement mortars and polymer concretes with various types of waste products (fly ashes and perlit powder). Teststing of mechanical properties and chemical resistance of PC and PCC modified with waste materials was described and discussed.

SKIBICKI S., KASZYŃSKA M., FEDEROWICZ K., TECHMAN M., ZIELIŃSKI A., OLCZYK N., WRÓBLEWSKI T., HOFFMANN M.: **3D printing of concrete composites using additive procedure – experiences of the Szczecin research team.**

The paper deals with the issues connected with the development of a new technology for 3D printing of concrete structures, in comparison with other additive methods. The discussion includes research procedures used for assessment of concrete mix properties in additive printing. Also presented are research observations collected by the research team lead by Professor Maria Kaszyńska at the West-Pomeranian University of Technology in Szczecin.

HOŁA J., SADOWSKI Ł.: **The evaluation of the concrete surface morphology – methods and parameters.**

The article presents the classification of research methods and parameters useful for examining the morphology of the concrete surface, together with their synthetic description and specification of the most important limitations. Selected examples of the test results of concrete surfaces treated in various ways, together with the values of three-dimensional parameters obtained by the contactless method using laser triangulation, have been presented.

MRÓZ K., HAGER I.: **Testing concrete resistance to fire spalling.**

The paper presents the main causes of concrete spalling in fire, methods of preventing its occurrence and the developed method of testing concrete susceptibility to spall. The proposed method allows, among others, to determine the spalling propensity of concrete with a given composition or to verify the effectiveness of the addition of synthetic fibres to this problem.

NOCUŃ-WCZELIK W.: **Calorimetry in the studies of cementing materials.**

Basic information and examples related to the (micro)calorimetric studies are highlighted to show their importance in theory and practice of cements and related materials. The heat evolution process, as well as the kinetics and mechanism of hydration can be thus investigated. The heat evolution measurements presented in this contribution were done in the Department of Building Materials Technology, Faculty of Materials Science and Ceramics AGH.

DUDEK M., STRYSZEWSKA T., KAŃKA S.: **Methods of self-healing of cracks in cement materials.**

The article presents the issue of self-healing of cement materials. It is a process of repairing damage. In the case of cement materials, it concerns closing the cracks that have been formed. There are two groups of processes leading to the filling of cracks: autogenous and autonomous processes. The paper describes the methods of self-healing and the results of observation of the microstructure of three selected methods.

ZIELIŃSKI A.: **Autogenous shrinkage of high-performance concretes.**

Autogenous shrinkage is irreversible self-deformation of cement materials with a lower water/cement ratio, occurring as a result of physicochemical processes. The paper presents the issues of standard methods of measuring autogenous shrinkage and the underestimation of standard algorithms modeling the value of the deformations in question. Based on the conducted analyzes, it is recommended that, prior to the practical implementation of high-performance concretes, autogenous shrinkage of control tests should be performed by specialized material laboratories with appropriate test equipment.

SOŁTYSIK R., BRASSE K., TRACZ T., ZDEB T., KAŃKA S.: **Advances in soil strengthening technology with the use of soil-concrete and fibre-reinforced-soil-concrete.**

The paper deals with used in engineering practice, a modern method of deep mixing of native soil with cement paste, as a result of which a composite named soil-concrete is formed. On the other hand, in the case of the presence of synthetic fibres, a fibre-reinforced-soil-concrete composite is created. The paper presents a results of experimental studies on the effect of both the number and length of fibres on the increase in tensile strength of reinforced soil-concretes compared to unreinforced ones.

GIŻEJOWSKI M., PAPANGELIS J.: **In Memory of the late Professor Nicholas Snowden Trahair.**