

7. Using C4.5 to predict Diabetes in Pima Indian Women [Electronic resource]. – Available at: <https://datayo.wordpress.com/2015/05/13/using-c4-5/>

8. An incomplete list of C++ compilers [Electronic resource]. – Available at: <http://www.stroustrup.com/compilers.html>

9. Neuroph: Smart Java Apps with Neural Networks [Electronic resource]. – Available at: <https://dzone.com/articles/understanding-garbage-collection-log>

10. The Java® Virtual Machine Specification [Electronic resource]. – Available at: <http://docs.oracle.com/javase/specs/jvms/se7/html/index.html>

11. Documentation [Electronic resource]. – Available at: <http://www.cs.waikato.ac.nz/ml/weka/documentation.html>

12. MATLAB Язык технических вычислений [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.exponenta.ru/educat/free/matlab/gz.pdf>

References

1. Duda, R. O., Hart, P. E., Stork, D. G. (2000). Pattern Classification. New York: Wiley, 272–286.

2. Haykin, S. O. (2009). Neural Networks and Learning Machines. London; UK: Pearson, 797–798.

3. Karsoliya, S. (2012). Approximating Number of Hidden layer neurons in Multiple Hidden Layer BPNN Architecture.

International Journal of Engineering Trends and Technology, 3 (6), 714–717.

4. Swain, M. (2012). An Approach for IRIS Plant Classification Using Neural Network. International Journal on Soft Computing, 3 (1), 79–89. doi: 10.5121/ijsc.2012.3107

5. Linear Classification with SLP. Available at: https://grey.colorado.edu/emergent/index.php/Linear_Classification_with_SLP

6. Shanker, M. S. (1996). Using Neural Networks To Predict the Onset of Diabetes Mellitus. Journal of Chemical Information and Computer Sciences, 36 (1), 35–41. doi: 10.1021/ci950063e

7. Using C4.5 to predict Diabetes in Pima Indian Women. Available at: <https://datayo.wordpress.com/2015/05/13/using-c4-5/>

8. An incomplete list of C++ compilers. Available at: <http://www.stroustrup.com/compilers.html>

9. Neuroph: Smart Java Apps with Neural Networks. Available at: <https://dzone.com/articles/understanding-garbage-collection-log>

10. The Java® Virtual Machine Specification. Available at: <http://docs.oracle.com/javase/specs/jvms/se7/html/index.html>

11. Documentation. Available at: <http://www.cs.waikato.ac.nz/ml/weka/documentation.html>

12. MATLAB Jazyk technických vypočítání. Available at: <http://www.exponenta.ru/educat/free/matlab/gz.pdf>

Рекомендовано до публікації д-р техн. наук Четвериков Г. Г.

Дата надходження рукопису 12.04.2016

Ібадов Дмитро Тарієльович, кафедра програмної інженерії, Харківський національний університет радіоелектроніки, пр. Науки, 14, м. Харків, Україна, 61166
E-mail: dibadov@gmail.com

Афанасьєва Ірина Віталіївна, кандидат технічних наук, доцент, кафедра програмної інженерії, Харківський національний університет радіоелектроніки, пр. Науки, 14, м. Харків, Україна, 61166
E-mail: iryna.afanasieva@nure.ua

УДК 614.841:543.57

DOI: 10.15587/2313-8416.2016.69601

ЗАСТОСУВАННЯ КУПРУМ(II) КАРБОНАТУ ЯК СПОСІБ ЗНИЖЕННЯ ПОЖЕЖНОЇ НЕБЕЗПЕКИ ЕПОКСИАМІННИХ КОМПОЗИЦІЙ

© О. І. Лавренюк, Б. М. Михалічко, П. В. Пастухов

Грунтуючись на відомостях про електронну та кристалічну будову солей купруму передбачена перспективність їх використання в якості антипіренів епоксидних композицій. Розроблено епоксидні композиції, модифіковані сполуками купруму, зокрема купрум(II) карбонатом. Досліджено вплив антипірена на процеси термоокисної деструкції епоксидних композицій та їх пожежну небезпеку

Ключові слова: антипірен, купрум(II) карбонат, термоокисна деструкція, швидкість поширення полум'я, група горючості

Being based on data about electronic and crystal structure of copper salts, their using perspective for fire retardants of epoxy-amine composites have been foreseen. Epoxy-amine composites modified by copper compounds, in particular, by copper(II) carbonate have been elaborated. Influence of fire retardant onto processes of thermal-oxidative decomposition of epoxy-amine composites and their fire hazard has been studied

Keywords: fire retardant, copper(II) carbonate, thermal-oxidative decomposition, flame spread velocity, flammability group

1. Вступ

Надзвичайні ситуації, зокрема пожежі, є серйозною проблемою для багатьох країн світу, в тому

числі і для України. Останніми роками існує тенденція до їх збільшення. Особливу увагу привертають пожежі, які сталися внаслідок займання полімерних

матеріалів, адже збільшуються економічні, екологічні, соціальні збитки від них, зростає кількість жертв. Навіть у тих країнах, де досягнуті певні успіхи із скороченням кількості пожеж, вони продовжують завдавати великих втрат. Тому пошуки шляхів зниження горючості полімерних матеріалів, зменшення виділення диму, токсичних продуктів, під час їх горіння, є одним із основних завдань сучасного полімерного матеріалознавства.

Полімерні матеріали на основі епоксидних олігомерів посідають провідне місце у різних сферах промисловості України. Їх застосовують як герметики, клеї, заливні компаунди, антикорозійні покриття. Це пов'язано з тим, що епоксиолімерні матеріали мають цілий ряд переваг: вони характеризуються малою в'язкістю, високою адгезійною міцністю до різних матеріалів, достатньою теплостійкістю й механічною міцністю. Проте, існують і недоліки, зокрема їх пожежонебезпечність та надмірна крихкість.

На сьогоднішній день відомо безліч способів зниження пожежонебезпечності композиційних матеріалів на основі епоксидних смол. Однак більшість із відомих епоксидних матеріалів зниженої горючості не знаходять широкого застосування, оскільки поступаються своїм горючим аналогам за технологічними та експлуатаційними характеристиками. Тому вкрай актуальним завданням сьогодення є пошук нових хімічних речовин, які б ефективно знижували горючість композиційних матеріалів на основі епоксидних смол, добре сумішалися з полімером, практично не впливали на фізико-механічні властивості матеріалів, а також були б нетоксичними, доступними та відносно недорогими.

2. Аналіз літературних даних

Одними з ефективних способів зниження пожежонебезпечності епоксиамінних композицій є застосування сполук металів. З цієї метою дослідники здебільшого пропонують використовувати оксиди, гідроксиди та неорганічні солі (хлориди, нітрати, сульфати, карбонати, фосфати) *s*-металів, які спроможні лише механічно сумішатися з полімером, утворюючи з ним однорідну суміш. В кінцевому результаті це призводить до того, що з часом такі антипірени виділяються на поверхні полімерного матеріалу у вигляді рідини чи кристалічних утворень або екстрагуються водою, оліями, розчинниками і миючими засобами.

Більш ефективними є реакційноздатні сполуки, які вбудовуються в процесі синтезу чи переробки полімерних матеріалів в молекулярну структуру полімеру. В цьому плані дуже перспективними речовинами можуть виявитися сполуки купруму. Аналіз літературних даних [1] про електронну та кристалічну будову солей купруму показав, що атоми купруму виявляють неабияку електронноакцепторну спроможність стосовно різних електроннодонорних гетероатомів (N, O, S, тощо). В зв'язку з такою особливою поведінкою солей купруму, передбачено можливість утворення міцних координаційних σ -зв'язків між атомами купруму та атомами нітрогену амінного за-

твердника епоксидних смол. Внаслідок цього пожежонебезпечність епоксиамінних композицій може суттєво знизитись.

У літературних джерелах відомості щодо застосування сполук купруму з метою зниження горючості епоксидних композицій трапляються дуже рідко. Так, наночастинки металічної міді використовували для одержання вогнестійкого зв'язного на основі епоксидної смоли (ЕД-16, ЕД-20, ЕД-22) та затвердника (ізометил-тетрагідрофталевий ангідрид) [2]. Відома також епоксидна композиція зі зниженим димоутворенням, що містить епоксидну діанову смолу, моноціанетилдіетилен-триамін як затвердник, олігоєфітріепоксидний олігомер як модифікатор, моноамонійфосфат як антипірен, активовану базальтову луску і оксид міді(II) [3]. В роботі [4] зазначено, що використання CuO призводить до зменшення виходу карбон оксиду в продуктах розкладу і димоутворюючої здатності епоксидних полімерів в режимі піролізу. Запропонована [5] клейова композиція зниженої горючості, що містить епоксидну діанову смолу, фурфуролацетонний мономер, неорганічний наповнювач, аміний затвердник і, в якості активного антипірена, оксихлорид міді і мідно-магнієвий оксихлорид.

Крім того, низка досліджень присвячена вивченню впливу Cu-вмісних сполук на процеси затверднення, фізико-механічні, теплофізичні та експлуатаційні властивості матеріалів на основі епоксидних смол [6–10].

Втім, автори розглянутих робіт, з метою зниження пожежної безпеки, пропонують використовувати здебільшого інертні купрумвмісні антипірени. Однак такі антипірени, як правило, здатні негативно впливати на експлуатаційні властивості матеріалів, схильні до міграції на поверхню та спроможні екстрагуватися з матеріалу водою. Значно перспективнішими можуть виявитися реакційноздатні антипірени на основі сполук купруму, які, завдяки наявності функційних груп, можуть вступати в реакції з молекулами полімеру.

3. Мета дослідження

Розробка епоксиамінних композицій, модифікованих сполуками купруму, зокрема купрум(II) карбонатом, та виявлення його впливу на пожежонебезпечність одержаних композицій.

4. Матеріали та методи дослідження впливу купрум(II) карбонату на пожежну безпеку епоксиамінних композицій

В якості зв'язуючого для одержання композиції використовували епоксидіанову смолу марки ЕД-20 з вмістом епоксидних груп до 22 %, в'язкістю при 25 °C – 12...18 Па·с, як аміний затвердник – поліетиленполіамін з густиною $1\pm 0,05$ г/см³ та затверджувальною здатністю відносно ЕД-20 не менше 60 хвилин. Для зниження горючості, в якості антипірену застосовували сіль купруму, а саме купрум(II) карбонат.

Композицію готували так: у змішувач вносили необхідну кількість смоли ЕД-20 та купрум(II) кар-

бонату і перемішували впродовж 5–10 хв. Потім додавали затвердник та продовжували перемішувати до утворення однорідної композиції. Готову композицію заливали у форми та витримували при кімнатній температурі впродовж 24 год. до повного затверднення. Варто зазначити, що при приготуванні композиції забарвлення її змінювалось від світло салатого (після додавання купрум(II) карбонату) до темно зеленого (після додавання поліетиленполіаміну).

Термоокисну деструкцію одержаних зразків вивчали методами диференційно термічного (ДТА), диференційно-термогравіметричного (ДТГ) та термогравіметричного (ТГ) аналізів в інтервалі температур 20–900 °С. Термічний аналіз проводили на дериватографі Q–1500D (system: F. Paulik, J. Paulik, L. Erdey) з реєстрацією аналітичного сигналу втрати маси та теплових ефектів за допомогою комп'ютера. Дослідження здійснювали в динамічному режимі в атмосфері повітря. Зразки нагрівали зі швидкістю 5 °С/хв. Наважка становила в середньому 100 мг. Еталонною речовиною був алюміній оксид.

Групу горючості визначали методом “керамічної труби” (ГОСТ 12.1.044-89), а швидкість поширення полум'я по зразку, розташованому в горизонтальному положенні за ГОСТ 28157-89. Вивчали властивості немодифікованих композицій (ED/PEPA) та композицій з вмістом купрум карбонату 80 мас.ч. на 100 мас.ч. зв'язуючого (ED/PEPA-CuCO₃).

5. Результати досліджень та їх обговорення

Результати дериватографічних досліджень наведено в табл. 1. Як видно з отриманих даних, початок розкладу модифікованих купрум карбонатом епоксидних композицій в порівнянні з композицією без антипірена зміщений в область вищих температур на 45 °С. Сам процес термоокисної деструкції зразка модифікованої епоксидної композиції про-

тікає за більш високих температур, про що свідчать температури максимумів екзотермічних ефектів цього процесу для зразка ED/PEPA-CuCO₃ (329 °С) та для зразка ED/PEPA (300 °С). Отже, введення купрум карбонату в епоксидну композицію призводить до збільшення її термостійкості.

Епоксидна композиція, що містить антипірен, характеризується нижчим значенням максимальної швидкості втрати маси. Можна припустити, що швидкість деструкції епоксидної композиції, при додаванні антипірену, знижується завдяки утворенню додаткових хімічних зв'язків типу Cu–N між сіллю купруму і аміном-затвердником, на руйнування яких необхідно затратити додаткову теплову енергію.

Окрім того, згоряння органічної складової зразка ED/PEPA завершується за температури 900 °С, а зразка ED/PEPA-CuCO₃ – припиняється за температури 690 °С. Це може свідчити про самозгасаючий характер горіння модифікованої композиції. Адаже за умови виникнення горіння купрум(II) карбонат, що міститься в епоксидній композиції спроможний розкладатися. На розклад антипірену, випаровування продуктів розкладу (зокрема, водяної пари, вуглекислого газу) затрачається додаткове тепло. В результаті знижується температура конденсованої фази. Негорючі гази, в свою чергу, потрапляючи в полум'я, розбавляють горючу суміш до негорючих концентрацій, знижують температуру полум'я, а відтак і зменшують зворотній тепловий потік на поверхню зразка, що супроводжується самозгасанням композиції. При розкладі купрум(II) карбонату утворюється нелеткий залишок у вигляді купрум(II) оксиду. А оксиди металів можуть утворювати на палаючій поверхні міцний поверхневий захисний шар, створюючи свого роду бар'єр дії полум'я на полімер, утруднюючи дифузію горючих газів в полум'я.

Таблиця 1

Результати дослідження процесів термоокисної деструкції епоксидних композицій

Показник властивостей композицій	Композиції	
	ED/PEPA	ED/PEPA-CuCO ₃
Температура початку розкладу, °С	180	225
Температура максимального екзотермічного ефекту, °С	300	329
Максимальна швидкість втрати маси, %/хв.	4,17	3,80
Температура максимальної швидкості втрати маси, °С	316	316
Температура завершення процесу згоряння, °С	900	690

Проведені дослідження (табл. 2) показали, що додавання купрум карбонату до епоксидної композиції суттєво впливає на швидкість поширення полум'я по поверхні зразка, розташованого в горизонтальному положенні. Зразки композицій без антипірену не припиняли горіти до моменту вимушеного їх гасіння. При дії полум'я палика на зразок модифікованої композиції спостерігали горіння зразка, однак після видалення полум'я самостійне горіння підтримувалось короткочасно, зразок сам гаснув до досягнення полум'ям нульової відмітки. Натомість в

місці дії полум'я на поверхню зразка спостерігалось утворення карбонізованого шару піни. Тривалість самостійного горіння цієї композиції становила 86 с. Отримані дані добре узгоджуються з результатами дериватографічних досліджень.

Оскільки швидкість поширення полум'я по зразках без антипірену не перевищує 40 мм/хв., то їх можна віднести до категорії ПГ. Натомість для зразка з антипіреном швидкість горіння неможливо визначити, тому такий матеріал належить до найвищої категорії стійкості до горіння ПВ.

Таблиця 2

Результати дослідження швидкості поширення полум'я

Показник властивостей композицій	Композиції	
	ED/PEPA	ED/PEPA-CuCO ₃
Середня швидкість горіння, v мм/хв	25,2	не поширюють полум'я, згасають до нульової відмітки
Тривалість самостійного горіння, с	горять до моменту вимушеного гасіння	86
Категорія згідно з ГОСТ 28157-89	ПГ	ПВ

Аналіз результатів визначення групи горючості (табл. 3) композицій свідчить, що горючі властивості епоксидних композицій при введенні купрум(II) карбонату суттєво знижуються по відношенню до немодифікованих композицій. Однак для обох зразків композицій максимальний приріст температури перевищує 60 °С, а втрата маси зразка становить більше 60 %. Тривалість досягнення максимальної температури газоподібних продуктів го-

ріння лежить в межах 0,5–4 хв. Це свідчить про те, що досліджувані композиції належать до горючих, середньої займистості.

Попри те максимальна температура газоподібних продуктів горіння купрумвмісної епоксидної композиції на 205 °С більша, ніж для композиції без додавання купрум(II) карбонату. Аналогічно при додаванні антипірена знижується і втрата маси зразків на 18,7 %.

Таблиця 3

Показники групи горючості епоксидних композицій

Показник властивостей композицій	Композиції	
	ED/PEPA	ED/PEPA-CuCO ₃
Температура реакційної камери до введення зразка, °С	200	200
Максимальний приріст температури, °С	667	662
Тривалість дії полум'я, с	150	200
Втрата маси зразка, %	89,0	70,3
Група горючості	горючі, середньої займистості	

5. Висновки

Запропоновано новий перспективний спосіб зниження пожежонебезпечності епоксидних композицій, що передбачає застосування неорганічних солей d -металів, зокрема, купрум(II) карбонату. До переваг застосування купрум(II) карбонату як антипірена слід віднести не лише високу ефективність його у зниженні пожежонебезпечності епоксидних композицій, що підтверджено результатами, наведеними в роботі експериментальних досліджень. Купрум(II) карбонат добре суміщається зі складовими композиції та здатний вбудовуватися в молекулярну структуру полімеру, що є передумовою збереження на належному рівні експлуатаційних характеристик та технологічних параметрів одержання епоксидних композицій та переробки їх у виробі. Запропонований антипірен доступний, недорогий, не проявляє токсичної, мутагенної чи канцерогенної дії на організм людини.

Література

1. Мыхаличко, Б. М. Синтез и структура комплекса $Rb_{11}[Cu_{15}Cl_{16}Br_6(Cu^{II}Cl_6)CuC\equiv CH]$, содержащего моноацетиленид меди(I) [Текст] / Б. М. Мыхаличко, Т. Гловяк, М. Г. Мыськив // Журнал неорганической химии. – 1995. – Т. 40, № 5. – С. 757–762.
2. Пат. 2420542 RU, МПК С 08 L 63/00. Способ получения огнестойкого связующего для создаваемых в пултрузионном технологическом процессе композиционных материалов, огнестойкое связующее и изделие [Текст] / Ушаков А. Е., Кленин Ю. Г., Сорина Т. Г. и др. – № 2009116498/05; заявл. 04.05.2009; опубл. 10.11.2010.

3. Пат. 84988 UA, МПК С 08 L 63/00. Епоксидна композиція зі зниженим димоутворенням [Текст] / Григоренко О. М., Яковлева Р. А., Сфанова В. В. та ін. – № а200705094; заявл. 08.05.2007; опубл. 10.12.2008.

4. Яковлева, Р. А. Влияние добавок на процессы термоокислительной деструкции наполненных эпоксиполимеров [Текст] / Р. А. Яковлева, А. Н. Григоренко, А. М. Безуглый // Вісник КНУТД. – 2005. – Т. 2, Вып. 5. – С. 192–196.

5. А. с. 958461 СССР, МКЛ³ С 09 J 3/16, С 08 L 63/02. Клеевая композиция [Текст] / Блинец М. М. – № 2999863/23-05; заявл. 03.11.1980; опубл. 15.09.1982. Бюл. № 34.

6. Пат. 2148598 RU, МПК С 08 L 63/00. Полимерное связующее для композиционных материалов [Текст] / Жукова З. Н., Майзлиш В. Е., Шапошников Г. П. – № 95115373/04; заявл. 31.08.1995; опубл. 10.05.2000.

7. Ghaemy, M. Study of the reaction mechanism of the copper chelate with DGEBA using DSC [Text] / M. Ghaemy // Journal of Thermal Analysis and Calorimetry. – 2003. – Vol. 72, Issue 2. – P. 743–752. doi: 10.1023/a:1024570909674

8. Kurnoskin, A. V. Epoxy Chelate Copper-Containing Polymers: Their Chemistry and Production [Text] / A. V. Kurnoskin // Polymer-Plastics Technology and Engineering. – 1992. – Vol. 31, Issue 5-6. – P. 505–525. doi: 10.1080/03602559208017764

9. Kurnoskin, A. V. Metal Salicylaldehydes as Modifiers of Epoxy Polymers [Text] / A. V. Kurnoskin // Polymer-Plastics Technology and Engineering. – 1992. – Vol. 31, Issue 5-6. – P. 441–450. doi: 10.1080/03602559208017759

10. Kurnoskin, A. V. Application of Metalliferous Epoxy Chelate Polymers for Composite Production [Text] / A. V. Kurnoskin // Journal of Macromolecular Science, Part A. – 1992. – Vol. 29, Issue 12. – P. 1155–1173. doi: 10.1080/10601329208054148

References

1. Mykhalichko, B., Hlovyak, T., Myskiv, M. (1995). Synthesis and structure of the complex $Rb_{11}[Cu_{15}Cl_{16}Br_6(Cu^{II}Cl_6)CuC\equiv CH]$ containing copper monoatsetilenid. Zhurnal neorganicheskoy himii, 40 (5), 757–762.
2. Ushakov, A. E., Klenin, Yu. G., Sorina, T. G. et al (2009). Pat. 2420542 RU, MPK C 08 L 63/00. Method of producing fire-resistant binder for composite material produced in pultrusion process, fire-resistant binder and article. № 2009116498/05; zajavl. 04.05.2009; opubl. 10.11.2010.
3. Grygorenko, O. M., Yakovleva, R. A., Yefanova, V. V. et al (2007). Pat. 84988 UA, MPK C 08 L 63/00. Epoxy composite with lowered smoke formation. № a200705094; zajavl. 08.05.2007; opubl. 10.12.2008.
4. Yakovleva, R. A., Grygorenko, A. N., Bezugly, A. N. (2005). Influence of additives on the thermal-oxidative degradation processes filled epoxy polymers. Bulletin of the KNUVD, 2 (5), 192–196.
5. Bliznec, M. M. (1980). A. s. 958461 SSSR, MKL3 C 09 J 3/16, C 08 L 63/02. Glue composite. № 2999863/23-05; zajavl. 03.11.1980; opubl. 15.09.1982. Vjul. № 34.
6. Zukova, Z. N., Maizlish, V. E., Shaposhnikov, G. P. (1995). Pat. 2148598 RU, MPK C 08 L 63/00. The polymeric binder for composite materials. № 95115373/04; zajavl. 31.08.1995; opubl. 10.05.2000.
7. Ghaemy, M. (2003). Study of the reaction mechanism of the copper chelate with DGEBA using DSC. Journal of Thermal Analysis and Calorimetry, 72 (2), 743–752. doi: 10.1023/a:1024570909674
8. Kurnoskin, A. V. (1992). Epoxy Chelate Copper-Containing Polymers: Their Chemistry and Production. Polymer-Plastics Technology and Engineering, 31 (5-6), 505–525. doi: 10.1080/03602559208017764
9. Kurnoskin, A. V. (1992). Metal Salicylaldimines as Modifiers of Epoxy Polymers. Polymer-Plastics Technology and Engineering, 31 (5-6), 441–450. doi: 10.1080/03602559208017759
10. Kurnoskin, A. V. (1992). Application of Metalliferous Epoxy Chelate Polymers for Composite Production. Journal of Macromolecular Science, Part A, 29 (12), 1155–1173. doi: 10.1080/10601329208054148

Дата надходження рукопису 05.04.2016

Лавренюк Олена Іванівна, кандидат технічних наук, доцент, кафедра процесів горіння та загальної хімії, Львівський державний університет безпеки життєдіяльності, вул. Клепарівська, 35, м. Львів, Україна, 79000

E-mail: olaw@ukr.net

Михалічко Борис Миронович, доктор хімічних наук, професор, кафедра процесів горіння та загальної хімії, Львівський державний університет безпеки життєдіяльності, вул. Клепарівська, 35, м. Львів, Україна, 79000

E-mail: mykhalitchko@email.ua

Пастухов Павло Васильович, ад'юнкт, кафедра процесів горіння та загальної хімії, Львівський державний університет безпеки життєдіяльності, вул. Клепарівська, 35, м. Львів, Україна, 79000

E-mail: pastuhovp@ukr.net

УДК 620.22

DOI: 10.15587/2313-8416.2016.69259

УПРАВЛІННЯ ЯКІСТЮ ДИСПЕРСНО-ЗМІЦНЕНОГО КОМПОЗИЦІЙНОГО МАТЕРІАЛУ НА ОСНОВІ БЕРИЛІЮ

© Д. М. Макаренко

Стаття присвячена дослідженню складу та властивостей дисперсно-зміцнених композиційних матеріалів на основі берилію, що застосовуються в різних галузях господарства, зокрема, при виробництві авіаційної техніки. Проаналізовані властивості даних матеріалів з метою забезпечення управління їхньою якістю. Побудовано математичні залежності параметрів дисперсно-зміцнених композиційних матеріалів на основі берилію від вмісту оксиду берилію та температури

Ключові слова: композиційний матеріал, дисперсно-зміцнений, алюміній, берилій, міцність, границя плинності, границя міцності

The article is devoted to investigation of the composition and properties of dispersion-strengthened beryllium-based composite alloy, used in various industries, including the aircraft manufacture aircraft. Analyzed the properties of these materials are analyzed to ensure their quality management. The mathematical relationship of dispersion strengthened beryllium-based composite alloy parameters from content of beryllium oxide and temperature are built

Keywords: composite materials, dispersion-strengthened, aluminum, beryllium, strength, boundary strength, ultimate tensile strength