

УДК: 621.763:621.893

DOI: 10.20535/iwccmm2024302325

ВИГОТОВЛЕННЯ КОМПОЗИТНИХ ПЛАСТИН НА ОСНОВІ ВУГЛЕТКАНИНИ ТА СКЛОМАТА

Сергій Фирса,

Студент 1 курсу магістратури, ХТФ

КПІ ім. Ігоря Сікорського

fyraser@gmail.com

Любов Мельник,

к.т.н., доцент

КПІ ім. Ігоря Сікорського,

luba_xtkm@ukr.net

Анотація. Розвиток сучасного світу вимагає створення нових матеріалів з комплексом заданих властивостей. Вирішення цієї задачі досягається створенням композиційних матеріалів, які поєднують властивості матриці та різних типів наповнювачів. В даній роботі представлено технологію отримання та визначення міцнісних властивостей композиційних пластин на основі вуглецевого волокна (вуглецева тканина марки Т33К200, виробництва Китай) та скломату – скломат емульсійний (Китай). Як полімерне зв'язуюче обрана епоксидна смола Ероху- 520 (Чехія). Використовувався методом гібридного формування (ручне просочення і укладання шарів композиту з подальшою термообробкою). Для проведення фізико-механічних випробувань були виготовлені зразки у формі брусочків розміром приблизно 120×14×5 мм. Та поведено випробування по визначенню міцності на згин. Представлено результати їх дослідження, при цьому середнє значення дослідних зразків склало 163,12 МПа.

Ключові слова: скломат, вуглецева тканина, епоксидна смола, полімерний композит, міцність на згин.

Abstract. The development of the modern world requires the creation of new materials with a set of specified properties. The solution to this problem is achieved by creating composite materials that combine the properties of the matrix and different types of fillers. This work presents the technology of obtaining and determining the strength properties of composite plates based on carbon fiber (carbon fabric brand T33K200, produced in China) and glass mat - emulsion glass mat (China). Epoxy resin Epoxy-520 (Czech Republic) was chosen as a polymer binder. The method of hybrid formation was used (manual impregnation and stacking of composite layers followed by heat treatment). For conducting physical and mechanical tests, samples were made in the form of blocks with a size of approximately 120×14×5 mm. But a test was conducted to determine the bending strength. The results of their research are presented, while the average value of the test samples was 163.12 MPa.

Key words: glass mat, carbon fabric, epoxy resin, polymer composite, bending strength.

Розвиток сучасного світу вимагає створення нових матеріалів з комплексом заданих властивостей. Вирішення цієї задачі досягається

створенням композиційних матеріалів, які поєднують властивості матриці та різних типів наповнювачів.

На відміну від традиційних, композиційні матеріали (КМ) мають підвищену міцність, корозійну стійкість, зносостійкість, підвищену довговічність. А можливість орієнтації наповнювачів в різних напрямках дає можливість отримувати їх анізотропні властивості. Використання полімерної матриці дає змогу варіювати як технологічні так і експлуатаційні властивості композитів в широких межах, що дозволяє експериментувати в технологією отримання КМ.

Склопластик – вид композиційних матеріалів, що складаються зі скловолокнистого наповнювача (скляне волокно, волокно з кварцу та ін.) і зв'язуючої речовини (терморективні та термопластичні полімери). Склопластики мають дуже низьку теплопровідність (приблизно, як у дерева), міцність як у сталі, біологічну стійкість, і атмосферостійкість, але схильний до волого- та водонасичення. Склопластики поступаються сталі за абсолютними значеннями межі міцності, але в 3,5 рази легше її і перевершують сталь за питомою міцністю. Щільність склопластику, отриманого шляхом пресування, становить 1800-2000 кг/м³ [1].

Вуглепластик – полімерні композитні матеріали з переплетених ниток вуглецевого волокна, розташованих у матриці з полімерних (наприклад, епоксидних) смол. Щільність - від 1450 кг/м³ до 2000 кг/м³. Ці матеріали відрізняються високою міцністю, жорсткістю і малою масою, часто міцніші за сталь, але набагато легше [2].

В якості полімерної матриці можуть бути обрані як термо- так і реактопласти, але найбільшого поширення знайшли КМ на основі епоксидних смол (ЕС). У даний час випускається більше 30 марок литтєвих і просочувальних епоксидних смол. Найбільше розповсюдження здобули епоксидно-діанові олігомери, внаслідок чого їх випуск в загальному обсязі виробництва складає більше 90 % [3].

Завдяки унікальному поєднанню комплексу експлуатаційних властивостей, таких, як високі міцнісні характеристики, гарна адгезія до різних матеріалів, висока стійкість до дії агресивних середовищ й ін., епоксидні ПКМ значно перевершують традиційні склади, що містять мінеральні в'язучі, а також матеріали на основі інших синтетичних смол (поліефірних, фуранових, карбамідних і ін.). Так, міцність при розтягуванні затверділих ЕС може досягати 150 МПа, при стисненні – 400 МПа, при вигині – 200 МПа, модуль пружності– 500 МПа [4].

В даній роботі представлено технологію отримання та визначення міцнісних властивостей композиційних пластин на основі вуглецевого волокна (вуглецева тканина марки Т33К200, виробництва Китай) та скломату – скломат емульсійний (Китай). Як полімерне зв'язуюче обрана епоксидна смола Ероху-520 (Чехія).

Зразки композиту у формі пластин 50×50 см для проведення експерименту були отримані методом гібридного формування (ручне просочення і укладання шарів композиту з подальшою термообробкою). При цьому стадія просочення поділяється на 2 операції:

1. Паралельне формування 2 пакетів (різниця між якими у відсутності скломату в другому пакеті): на скляну підкладку оброблену воском (антиадгезійний шар, що додатково забезпечує глянцеvu поверхню виробу) наноситься необхідна кількість смоли разом з пластифікатором і отверджувачем при їх кількісному співвідношенні відповідно 100:10:50 на 100 мас. частин смоли. Тканий матеріал (скломат та вуглецева тканина) були попередньо розкросні на квадрати 50×50 см. Дві заготовки вуглетканини почергово наносили на скляну підкладку зі смолою, просочення матеріалу здійснювали поролоновим валиком. Поверх 2 шарів вуглетканини укладали шар скломату. Який також просочували смолою. Пакет із 3 шарів накривали ще одною обробленою воском скляною підкладкою. Давали навантаження 100 кг і при кімнатній температурі витримували 4 години (часткова полімеризація).

2. Кінцеве формування композиту та його термообробка: два утворені пакети після предполімеризації (за вказаних вище умов) поєднували в композит таким чином щоб скломат був в середині (рис. 1), його додатково просочували смолою і вже зібраний композит (між шарами скляних підкладок, з навантаженням 100 кг) поміщали в сушильну шафу на 2 години при температурі 70 °С. Термічна обробка зразків скломату та вуглетканини збільшує механічні властивості матеріалу за рахунок більш повної полімеризації епоксидної матриці.



Рис. 1. Вигляд розробленого композиту

Для проведення фізико-механічних випробувань були виготовлені зразки ПКМ вигляді брусочків розміром приблизно 120×14×5 мм. Проведення механічних випробувань композитних пластин відбуваються наступним чином: зразок, який вільно лежить на двох опорах короткочасно навантажують посередині між опорами. Під час такої операції визначають згинальне напруження при руйнуванні [5]. Результати досліджень наведено в таблиці 1.

Таблиця 1 – Міцність на згин розроблених ПКМ

№ п/п	Розмір зразка, мм	Міцність при руйнуванні, МПа	Середнє значення, МПа
1	120,35×14,09×4,93	161,24	163,12
2	120,14×13,71×5,06	174,15	
3	120,32×13,76×5,05	190,91	
4	120,73×13,31×4,88	160,77	
5	120,42×13,94×5,05	128,64	

ВИСНОВКИ

Розроблено технологію виготовлення пластин з ПКМ на основі епоксидної смоли Ероху- 520 та двох типів наповнювача: скломат і вуглецева тканина, методом гібридного формування (ручне просочення і укладання шарів композиту з подальшою термообробкою). При цьому стадія просочення поділяється на 2 операції. Досліджено міцність на згин розроблених ПКМ.

Список літератури:

1. Савчук, П.П., Кашицький, В.П., Мельничук, М.Д., & Садова, О.Л. (2017). Композитні та порошкові матеріали: навчальний посібник. *Луцьк*. 368 с.
2. Sulardjaka, D.W. & Ismail, R. (2020). Development of water hyacinth as fibre reinforcement composite for prosthetics socket. *AIP Conference Proceedings*.
3. Bratychak, M., Astakhova, O., & Shyshchak, O. (2020). Epoxy Composites Filled with Natural Calcium Carbonate. 3. Epoxy Composites Obtained in the Presence of Monocarboxylic Derivative of Epidian-6 Epoxy Resin. *Ch&ChT*, 14(4), 504-513. <https://doi.org/10.23939/chcht14.04.504>
4. Колосов, О.Є. (2018). Технології композиційних матеріалів. *Київ.: КПІ ім. Ігоря Сікорського*. 255 с.
5. Thackeray, K., & Hinkley, J. A. (2022). Mechanical Testing and Properties of Plastics-An Introduction. *In ASM International eBooks* (pp. 247–261). <https://doi.org/10.31399/asm.hb.v11b.a0006928>