

DOI <https://doi.org/10.30525/978-9934-26-277-7-34>

**DEVELOPMENT OF A MATHEMATICAL MODEL  
FOR DETERMINING THE CONTENT OF FUNCTIONAL  
COATING INGREDIENTS FOR TRANSPORT**

**РОЗРОБКА МАТЕМАТИЧНОЇ МОДЕЛІ ЩОДО  
ВСТАНОВЛЕННЯ ВМІСТУ ІНГРЕДІЄНТІВ  
ФУНКЦІОНАЛЬНОГО ПОКРИТТЯ ДЛЯ ТРАНСПОРТУ**

**Buketov A. V.**

*Doctor of Technical Sciences,  
Professor,  
Head of the Department of Transport  
Technologies and Mechanical  
Engineering  
Kherson State Maritime Academy  
Kherson, Ukraine*

**Букетов А. В.**

*доктор технічних наук, професор,  
завідувач кафедри транспортних  
технологій та механічної інженерії  
Херсонська державна  
морська академія  
м. Херсон, Україна*

**Zhytnyk D. V.**

*PhD,  
Senior Lecturer of the Department  
of Transport Technologies  
and Mechanical Engineering  
Kherson State Maritime Academy  
Kherson, Ukraine*

**Житник Д. В.**

*кандидат технічних наук,  
старший викладач кафедри  
транспортних технологій  
та механічної інженерії  
Херсонська державна  
морська академія  
м. Херсон, Україна*

**Aleksenko V. L.**

*Senior Lecturer of the Department  
of Transport Technologies  
and Mechanical Engineering  
Kherson State Maritime Academy  
Kherson, Ukraine*

**Алексенко В. Л.**

*старший викладач кафедри  
транспортних технологій  
та механічної інженерії  
Херсонська державна  
морська академія  
м. Херсон, Україна*

Засоби водного транспорту додатково піддаються дії як агресивних середовищ (річкова та морська вода, атмосферні ефекти), так і знакозмінних чи циклічних температур. Наведені фактори у комплексі призводять до передчасного старіння матеріалів, що передбачає інтенсивне зниження показників їхніх характеристик і, як наслідок, вихід із ладу деталей технологічного устаткування. У цьому плані перспективним і достатньо ефективним способом збільшення ресурсу роботи деталей засобів транспорту є використання

захисних полімерних композитних матеріалів (КМ) на епоксидній основі. Такі матеріали, окрім покращеної адгезійної та когезійної міцності, характеризуються підвищеними показниками зносостійкості, особливо при експлуатації виробів в умовах впливу теплового поля.

При формуванні полімерного зв'язувача у вигляді основи використано епоксидний діановий олігомер марки ЕД-20 (ГОСТ 10587-84). При полімеризації розроблених матеріалів на основі епоксидної смоли застосовували твердник холодного тверднення поліетиленполіамін ПЕПА (ТУ 6-05-241-202-78).

Для оптимізації вмісту інгредієнтів при формуванні захисного покриття досліджено ударну в'язкість як одну із основних властивостей композитів з різним вмістом модифікатора і мікродисперсного наповнювача. Зазначимо, що як модифікатор застосовано малеїновий ангідрид (МА), а як мікродисперсний наповнювач використано синтезований карбідний титано-алюмінієвий порошок (КТАП) наступного складу:  $Ti$  (70 %) +  $Al_3Ti$  (15 %) +  $Ti_3AlC_2$  (15 %).

Відповідно до схеми планування експерименту було проведено 9 дослідів ( $N = 9$ ), кожний з яких повторювали тричі ( $n = 3$ ) з метою виключення системних помилок. Математичну модель  $y = f(x_1, x_2)$  формували у вигляді рівняння регресії. У результаті при аналізі ударної в'язкості отримали наступне рівняння регресії:

$$y = 16,33 + 0,63x_1 - 0,40x_2 - 1,50x_1^2 - 0,40x_2^2 - 0,05x_1x_2$$

Для статистичної обробки отриманих результатів експерименту проведено перевірку відтворюваності дослідів за критерієм Кохрена. Перевірка результатів експерименту за критерієм Кохрена для фіксованої ймовірності  $\alpha = 0,05$  підтвердила відтворюваність дослідів.

Значущість коефіцієнтів регресії визначали за критерієм Стьюдента. При цьому визначали табличний ( $t_m$ ) і розрахунковий критерій ( $t_p$ ) критерії Стьюдента. У результаті відкидання незначущих коефіцієнтів отримали наступне рівняння регресії:

$$y = 16,33 + 0,63x_1 - 0,40x_2 - 1,50x_1^2 - 0,40x_2^2$$

Адекватність отриманої моделі перевіряли за критерієм Фішера. Доведено, що розрахункове значення критерію Фішера є меншим від табличного. Вважали, що рівняння адекватно описує склад композиції.

Процес інтерпретації отриманої математичної моделі, як правило, не зводиться тільки до визначення впливу факторів. Просте

порівняння за абсолютною величиною лінійних коефіцієнтів не визначає відносну ступінь впливу факторів, оскільки при цьому присутні ще й квадратичні члени та парні взаємодії. При детальному аналізі отриманої адекватної моделі потрібно враховувати і те, що для квадратичної моделі ступінь впливу фактору на зміну вихідної величини не є постійним.

Залежності, що пов'язують нормалізовані і натуральні значень змінних факторів, мають наступний вигляд:

$$x_i = \frac{q_i - q_{i0}}{\Delta q_i},$$

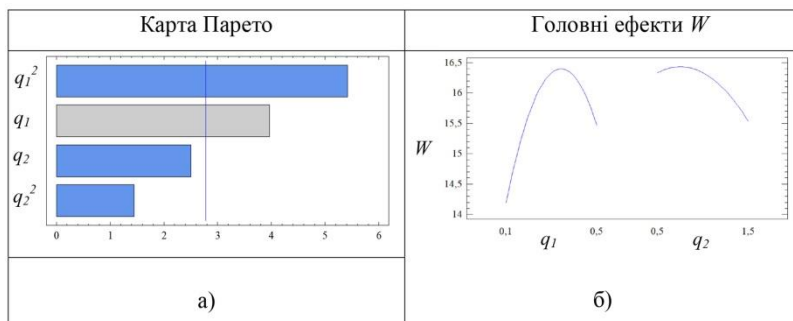
де  $q_i$  – значення  $i$ -го фактору експерименту,  $q_{i0}$  – значення нульового рівня,  $\Delta q_i$  – інтервал варіювання.

Підставивши дані значення згідно формули у рівняння регресії і провівши його перетворення, отримали наступне рівняння регресії з натуральним значенням змінних параметрів:

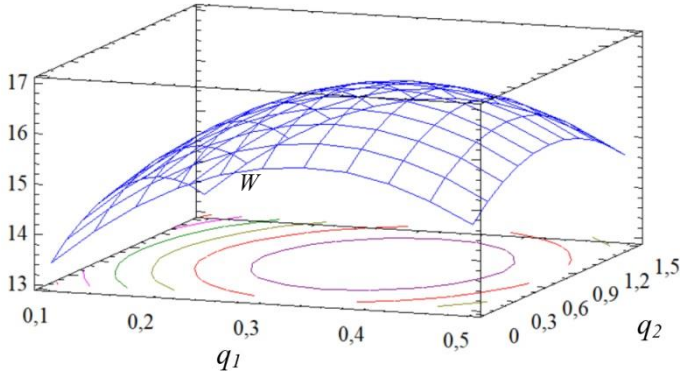
$$W = 11,21 + 25,67q_1 + 2,40q_2 - 37,50q_1^2 - 1,60q_2^2.$$

Наведене рівняння в натуральних значеннях дозволяє лише передбачити значення вихідної величини для будь-якої точки в середині області варіювання факторів. Однак, з його допомогою можна побудувати графіки залежності вихідної величини (ударна в'язкість) від будь-якого фактору (чи двох факторів). Геометричну інтерпретацію поверхні відгуку наведено на рис. 1–3.

На основі експериментальних досліджень встановлено, що обидва фактори є значущими. Слід зазначити, що вплив вмісту обох факторів на показники ударної в'язкості є важливими згідно з картою Парето.

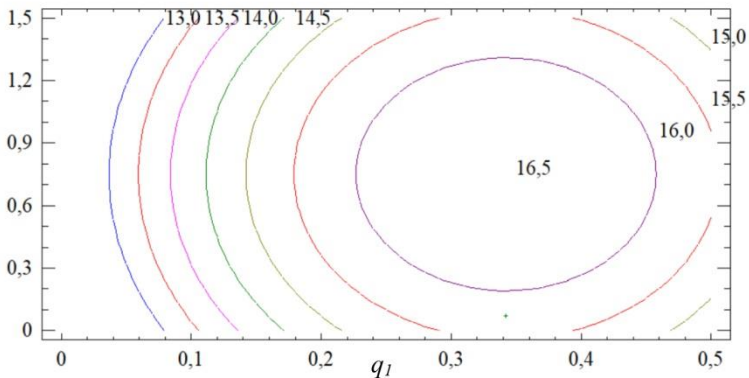


**Рис. 1. Карта Парето (а) і головні ефекти  $W$  (б):**  
 $q_1$  – вміст модифікатора;  $q_2$  – вміст мікродисперсного наповнювача



**Рис. 2. Розрахункова поверхня відгуку  $W = f(q_1, q_2)$**

Аналізуючи розраховану поверхню відгуку визначено, що оптимальні показники ударної в'язкості ( $W = 15,8 \dots 16,8$  кДж/м<sup>2</sup>) має розроблений епоксидний композит за наступного вмісту добавок: малеїновий ангідрид – 0,3...0,5 мас.ч., КТАП – 0,5...1,0 мас.ч.



**Рис. 3. Контури розрахункової поверхні відгуку**

У роботі розроблено математичну модель, внаслідок чого встановлено оптимальний вміст модифікатора і синтезованого

мікродисперсного наповнювача: модифікатор малеїновий ангідрид – 0,3...0,5 мас.ч., карбідний титано-алюмінієвий порошок – 0,5...1,0 мас.ч. на 100 мас.ч. епоксидного олігомеру ЕД-20. Введення до епоксидного зв'язувача таких інгредієнтів дозволяє підвищити показники ударної в'язкості композитів від  $W = 7,4$  кДж/м<sup>2</sup> до  $W = 15,8...16,8$  кДж/м<sup>2</sup>. Отримані матеріали доцільно використовувати у вигляді захисних покриттів для підвищення експлуатаційних характеристик деталей устаткування і відновлення засобів транспорту.

DOI <https://doi.org/10.30525/978-9934-26-277-7-35>

## **COMPETENCY-ORIENTED PARADIGM OF THE ORGANIZATION OF PROFESSIONAL TRAINING OF INFORMATION TECHNOLOGY SPECIALISTS**

**Burovytska Yu. M.**

*Lecturer of the Department of Foreign Languages  
Petro Mohyla Black Sea National University  
Mykolaiv, Ukraine*

Paradigm is the term of the American philosopher and methodologist Thomas Kuhn. The very concept of “paradigm” comes from the ancient Greek word “paradeigma” and means “example, sample”. T. Kuhn borrowed this term from grammar, where a paradigm is a set of grammatical elements that form a single rule. According to T. Kuhn, a paradigm is a set of methods and techniques used by a particular scientific or philosophical community united by a common scientific or philosophical ideology, as opposed to other communities united by a different ideology and, accordingly, having their own paradigms. In modern pedagogy, the term “paradigm” is used as a conceptual model of education. There are many educational paradigms.

The competence-oriented paradigm assumes that the educational process will be aimed at the formation and development of the basic competences of the individual, which is an urgent task for a modern higher education.

The competence-based approach is an approach to education that is expressed in the formation of foreign language communicative competence, that is, the ability to carry out foreign language interpersonal and intercultural communication with native speakers, and involves real