



RS Global

INTERNATIONAL

Scientific and Practical CONFERENCE

.....

International Trends in Science and Technology

**Proceedings of the
XVIII International Scientific and
Practical Conference**

**International Trends in
Science and Technology**

**October 31, 2019,
Warsaw, Poland**

Copies may be made only from legally acquired originals.
A single copy of one article per issue may be downloaded for personal use (non-commercial research or private study). Downloading or printing multiple copies is not permitted. Electronic Storage or Usage Permission of the Publisher is required to store or use electronically any material contained in this work, including any chapter or part of a chapter. Permission of the Publisher is required for all other derivative works, including compilations and translations. Except as outlined above, no part of this work may be reproduced, stored in a retrieval system or transmitted in any form or by any means without prior written permission of the Publisher.

ISBN 978-83-955313-3-0

© RS Global Sp. z O.O.;
© The Authors

**RS Global Sp. z O.O.
Warsaw, Poland
2019**

Founder:
RS Global Sp.z O.O.,
Scholarly Publisher
Warsaw, Poland

**Publisher Office's
address:**

Dolna 17, lok. A_02
Warsaw, Poland,
00-773

E-mail:
rsglobal.poland@gmail.com

The authors are fully responsible for the facts mentioned in the articles. The opinions of the authors may not always coincide with the editorial boards point of view and impose no obligations on it.

CONTENTS

ENGINEERING SCIENCES

- Shmeltser E. O., Kormer M. V., Lyalyuk V. P., Lyakhova I. A.*
CURRENT ASPECTS OF PREVENTION OF COAL FREEZING..... 3
- Савчук П. П., Кашицький В. П., Мельничук М. Д., Малець В. М., Щеглов С. М.*
ДОСЛІДЖЕННЯ ФІЗИКО-МЕХАНІЧНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ МОДИФІКОВАНИХ
ЕПОКСИПОЛІМЕРІВ В УМОВАХ ПОНИЖЕНИХ ТЕМПЕРАТУР..... 7
- Насибова Г. Д.*
ГЕОЛОГИЧЕСКОЕ СТРОЕНИЕ И ПЕРСПЕКТИВЫ НЕФТЕГАЗОНОСНОСТИ СТРУКТУРЫ
ШАХ-ДЕНИЗ..... 13

TRANSPORT

- Кислиця Л. В., Капшук О. А., Рзаєва С. В., Медяник А. М.*
СТАН МІСТ УКРАЇНИ ДЛЯ ВІЛЬНОГО ПРОСТОРУ СПІЛКУВАННЯ МАЛОМОБІЛЬНИХ
ВЕРСТВ НАСЕЛЕННЯ..... 21

ARCHITECTURE AND CONSTRUCTION

- Шановал В. Г., Иванова Г. П., Жилінська С. Р., Іваськевич О. М., Лавренюк В. М.*
МЕТОДИКА ВИЗНАЧЕННЯ НОРМАТИВНИХ ТА РОЗРАХУНКОВИХ МАТЕРІАЛЬНИХ
КОНСТАНТ, ЯКІ ВХОДЯТЬ У КРИТЕРІЙ МІЦНОСТІ О. М. ШАПЕНКА..... 24

ECOLOGY

- Giorgi Parulava, Ekaterine Parulava*
SOME ENVIRONMENTAL AND LEGAL PROBLEMS EMERGING FROM THE
CHEMICAL TREATMENT OF HARMFUL ORGANISMS..... 29
- Рижук С. М., Лябах С. П.*
ВИКОРИСТАННЯ РАДІОАКТИВНО ЗАБРУДНЕНИХ ЗЕМЕЛЬ КИЇВСЬКОГО
ПОЛІССЯ У ВІДДАЛЕНИЙ ПЕРІОД..... 32

AGRICULTURE

- Чухрай Роман Васильович*
ОБРОБКА НАСІННЯ ЯК ЕФЕКТИВНИЙ СПОСІБ ЗАХИСТУ HORDEUM VULGARE
ВІД ШКІДНИКІВ СХОДІВ В УМОВАХ ПРАВОБЕРЕЖНОГО ЛІСОСТЕПУ УКРАЇНИ.... 35
- Шенілова Т. П., Ковальов М. М.*
ПРОДУКТИВНІСТЬ СОЇ ЗАЛЕЖНО ВІД СТРОКІВ СІВБИ ТА РЕГУЛЯТОРІВ РОСТУ В
УМОВАХ ПІВНІЧНОГО СТЕПУ УКРАЇНИ..... 38

MEDICINE

- Huang Kunpeng*
THEORETICAL ANALYSIS OF CHINA'S ACTIVITIES IN THE WORLD HEALTH
ORGANIZATION AS A CATEGORY OF HEALTH DIPLOMACY..... 42
- Пальтов Е. В., Ковалишин О. А., Фік В. Б., Подолюк М. В., Криєко Ю. Я.*
ПАТОМОРФОЛОГІЧНІ ПРОЯВИ У ШАРАХ СІТКІВКИ ЧЕРЕЗ ДВОХТИЖНЕВИЙ
ОПІОЇДНИЙ ВПЛИВ З ПОДАЛЬШОЮ ЧОТИРЬОХТИЖНЕВОЮ ВІДМІНОЮ В
ЕКСПЕРИМЕНТІ..... 45
- Мухаммадов Н. А., Исмоилов О. И.*
ВОЗРАСТНЫЕ ОСОБЕННОСТИ МОРФОЛОГИЧЕСКИХ ИЗМЕНЕНИЙ СТЕНКИ
ПИЩЕВОДА КРЫСЯТ В КОНТРОЛЕ, ПРИ ДЕЙСТВИИ КИНМИКСА И
АСКОРБИНОВОЙ КИСЛОТЫ..... 51

ДОСЛІДЖЕННЯ ФІЗИКО-МЕХАНІЧНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ МОДИФІКОВАНИХ ЕПОКСИПОЛІМЕРІВ В УМОВАХ ПОНИЖЕНИХ ТЕМПЕРАТУР

*Д.т.н. Савчук П. П., к.т.н. Кашицький В. П., к.т.н. Мельничук М. Д., к.т.н. Малець В. М.,
Щеглов С. М.*

Луцький національний технічний університет, Україна, м. Луцьк

Abstract. *The influence of plasticizing additives on the structuring degree and mechanical characteristics of epoxy polymers, is investigated in the article. The range of changes of the mechanical properties of the modified epoxy polymers depending on exposure under reduced temperatures was determined. Possible transformations in the structure of the polymeric grid, which take place in the process of static and dynamic loading of modified epoxy polymers cooled to moderate temperatures, are determined. Significant sensitivity of the modified epoxy polymer coatings to dynamic loads compared to static loads of the cooled epoxy polymers, has been established. The increase of physical and mechanical characteristics of epoxy polymers with low modifier content, was found. The positive influence of silicone resin on the structuring processes of epoxy polymers compared with the plasticizing additive was determined.*

Keywords: *modifier, adhesion strength, impact strength, gel fraction content, macromolecule segments.*

Вступ. Використання полімерних матеріалів в сучасній техніці безперервно зростає [1], однак при високій різнофункціональній здатності полімери не позбавлені недоліків, одним з яких є часткове або різке зниження механічних характеристик в умовах низьких температур. Широкий спектр застосування даних матеріалів висуває підвищені вимоги до розширення температурної межі їх працездатності [2]. Одним з важливих факторів, що впливають на довговічність полімерного покриття, є стійкість його до циклічних змін температури, особливо велике значення даний фактор набуває в кліматичних зонах та умовах роботи, де відбувається 100 і більше циклів зміни температури. Відомо, що більшість термопластів не стійкі до впливу низьких температур, оскільки при температурах $-20...-30$ °C втрачають свої початкові властивості: стають крихкими та легко розтріскуються за незначних динамічних навантажень. Схильність полімерів до тріщиноутворення при деформації за температури нижче критичної температури крихкості пояснюється наростанням в полімері напружень внаслідок зниження рухливості сегментів макромолекул, в результаті чого зникає здатність матеріалу до релаксації напружень, тобто передачі енергії напружень по молекулярному ланцюжку [3, 4].

За температури нижче критичної температури крихкості будь-який полімер стає твердим, іноді крихким. У міру зниження температури зростає крихкість полімеру, і він легко руйнується під дією ударних навантажень. Із зростанням швидкості навантаження крихкість полімеру проявляється за менш низьких температур, а швидке охолодження сприяє більш тривалому збереженню пружності [5].

При виборі матеріалу важливо враховувати не лише теоретичну морозостійкість, а й технічну, оскільки технічна морозостійкість враховує здатність полімерних матеріалів при впливі низьких температур протягом певного проміжку часу зберігати експлуатаційні властивості, а саме забезпечувати пластичну деформацію або чинити опір крихкому руйнуванню. Теоретичною морозостійкістю вважають нижню температурну межу початку сегментної рухливості макромолекулярних ланцюгів, коли в полімері при заданих швидкостях деформації виникають гранично малі релаксаційні процеси, що запобігають крихкому руйнуванню матеріалу. Враховуючи вплив навантажень на характер руйнування полімеру більше практичне значення має не морозостійкість полімеру, а морозостійкість полімерного виробу [6].

При зниженні температури істотно змінюються не тільки механічні, але і діелектричні, релаксаційні та інші властивості полімерів, що теж може обмежувати застосування полімерних матеріалів в умовах знижених температур [7]. Тому підвищення морозостійкості полімерів та виробів на їх основі є актуальною науковою проблемою, вирішення якої підвищить довговічність і експлуатаційну надійність даного класу матеріалів.

Вирішення даної проблеми можливе за рахунок введення модифікуючих добавок (пластифікаторів) на основі кремнійорганічних сполук. Завдяки високій енергії зв'язку

елементів головного ланцюга кремнію і кисню, кремнійорганічні сполуки і продукти з їх вмістом мають ряд унікальних властивостей: відмінну водостійкість і гідрофобність, високу термо- і теплостійкість, морозостійкість, хімічну стійкість [8]. Полімерні матеріали з використанням кремнійорганічних сполук нетоксичні, стійкі до старіння, водо-, атмосферостійкі. Модифікація полімерів кремнійорганічними сполуками різної природи має істотний вплив на в'язкість матриці, ступінь кристалічності, природу міжланцюгових зв'язків, щільність упаковки в аморфних зонах полімерів, і, відповідно, на весь комплекс фізико-механічних і релаксаційних властивостей [9]. Тому, використання кремнійорганічних сполук в якості ефективних модифікаторів, зокрема кремнійорганічних каучуків [10], при створенні епоксиполімерних матеріалів, представляє значний інтерес.

Метою досліджень в роботі [11] є виявлення причин крихкого руйнування шару з термопласту за низьких температур. В результаті експериментальних лабораторних досліджень поліетиленових зразків на холодостійкість за температури до -50°C розроблена схема випробувань поліетиленового шару, що імітує двовісне навантаження. Випробування полімерних зразків на холодостійкість підтверджують наявність в поліетиленовій оболонці експлуатаційних і технологічних напружень, які обумовлюють крихке руйнування поліетиленового шару при тривалому навантаженні і додаткових ударних навантаженнях. Встановлено, що критичне значення потенційно небезпечних двовісних напружень, що розтягують в поліетиленовому шарі становить близько 50 МПа.

Відзначено, що під час динамічних випробувань полімерних покриттів критична температура крихкості має істотно вищі значення, ніж морозостійкість полімерів, що визначена при статичній деформації стиснення [12]. Тому для коректної оцінки морозостійкості полімерів важливо знати, які види деформаційного впливу на матеріал найбільш характерні при експлуатації полімерних покриттів.

Метою даної роботи є дослідження впливу понижених температур на фізико-механічні характеристики модифікованих епоксиполімерів для підвищення їх тривалості експлуатації.

Методика досліджень. Як вихідний матеріал використано епоксидно-діанову смолу марки ЕД-20 (ГОСТ 10587-84), що представляє собою високов'язку прозору рідину. Масова доля епоксидних груп складає 20,0...22,5 %, легких речовин – 0,2...0,8 %. Для тверднення епоксидних полімерних покриттів застосовано поліетиленполіамін – ПЕПА (ТУ 6-02-594-70).

Границю міцності на стиск визначали за ГОСТ 4651-82. Зразки у формі циліндрів діаметром $10\pm 0,5$ і висотою 15 мм піддавали стиску з швидкістю наближення площадок 2 мм/хв.

Ударну в'язкість визначали за ГОСТ 4647-80. Зразки прямокутної форми з квадратним поперечним перерізом 10×10 мм і довжиною 60 мм піддавали динамічному навантаженню на маятниковому копрі з кутом зарядки 160° .

Ударну міцність епоксиполімерів визначено за методикою кількісного визначення енергії удару, необхідної для наскрізного пошкодження захисних покриттів під час падіння з певної висоти ударника з наконечником каліброваного розміру ($d = 8$ мм), за ГОСТ 4765-73. Покриття наносили на сталеві пластини розміром 60×200 мм товщиною 250...500 мкм.

Ступінь тверднення матеріалів і покриттів визначено за вмістом гель-золь-фракції. Метод оснований на здатності частини матеріалу (плівки), не зв'язаної в полімерну сітку, вимиватися органічним розчинником в екстракторі Сокслета, який працював в автоматичному режимі. Екстракцію зразків у формі пластин розміром 30×40 мм товщиною 1 мм проводили в ацетоні протягом 8 год з наступним сушінням при температурі 393 К до постійної маси. Масу зразків до і після екстракції визначали на аналітичних лабораторних вагах з точністю до 0,0001 г.

Формування дослідних зразків полягало в отриманні однорідної маси до складу якої входили необхідні компоненти. Залежно від об'єму зразків розраховували кількісний вміст твердника у масових частинах на 100 мас. ч. епоксидної смоли ЕД-20. На кожному етапі проводять вимішування компонентів для забезпечення високої однорідності системи, тривалість якого становить 2-3 хв. Сформовану композицію поміщали у форми або наносили на підготовлену поверхню, яку попередньо обробляли абразивом для досягнення необхідної шорсткості і знежирювали ацетоном. Основну термічну обробку проводять у печі, відхилення температури в якій не перевищувало ± 2 К. Нагрівання здійснюють поетапно: I етап – 50°C з витримкою 1 год, II етап – 80°C і з витримкою 1 год, III етап – 100°C з витримкою 1 год, IV етап – 140°C з витримкою 3 год. Охолодження зразків проводять на повітрі.

Результати досліджень. Експериментально встановлено, що значення адгезійної міцності епоксиполімерів без модифікатора складає 14,8 МПа (рис. 1). Значення адгезійної міцності епоксиполімерів, які були охолоджені до температури -10°C та -15°C є аналогічними та не перевищують значення статистичної похибки. Це вказує на те, що з пониженням температури значних змін в структурі полімерної сітки не відбувається.

Введення до складу композиції модифікатора дибутилфталату в кількості 4 мас. ч. призводить до підвищення адгезійної міцності на 30-34 %, що пов'язано з наявністю в структурі макромолекул пластифікуючої добавки, яка утворює додаткові хімічні зв'язки між компонентами системи. Введення модифікатора в кількості 6 мас. ч. призводить до зниження адгезійної міцності, оскільки відбувається неповне розчинення дибутилфталату в полімерній сітці епоксидного в'язучого з утворенням окремої фази. Подальше підвищення адгезійної міцності до максимальних значень 28 МПа пов'язано з формуванням однорідної структури внаслідок повного взаєморозчинення макромолекул компонентів між собою. В результаті досліджень епоксиполімерів за температур -10 та -15°C встановлено, що значного відхилення значень адгезійної міцності не відбувається. Це вказує на те, що структура сформована після термічної обробки не змінюється в результаті впливу понижених температур.

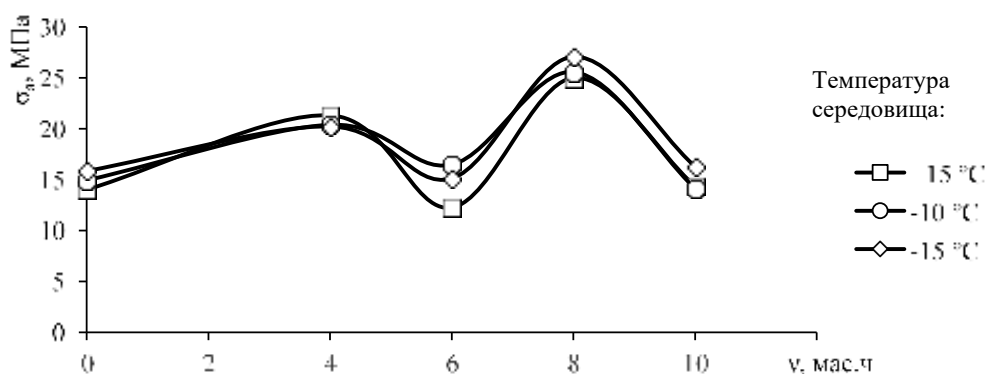


Рис. 1. Залежність адгезійної міцності епоксиполімерів від вмісту модифікатора дибутилфталату

З підвищенням вмісту дибутилфталату до 8 мас. ч. відбувається незначне підвищення межі міцності при стисканні на 12 %, що пов'язано з формуванням полімерної сітки, новими хімічними зв'язками, що рівномірно розподілені в полімерній матриці через високу розчинність макромолекул модифікатора (рис. 2). З підвищенням вмісту модифікатора до 10 мас. ч. межа міцності при стисканні зменшується в 2,5 рази, оскільки відбувається пластифікація полімерної матриці, в якій надлишковий вміст макромолекул модифікатора не утворює нові хімічні зв'язки. В результаті досліджень модифікованих епоксиполімерів в умовах понижених температур встановлено, що зміна міцності є несуттєвою, оскільки відхилення значень межі міцності при стисканні знаходиться в межах статистичної похибки. Деяко вищі результати мають епоксиполімери після охолодження до температури -15°C , що пов'язано зі зниженням можливості здійснювати коливальні рухи сегментами макромолекул компонентів.

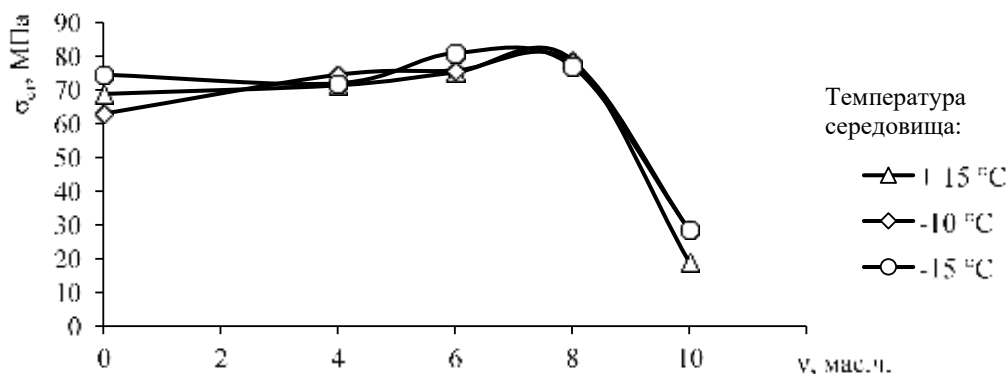


Рис. 2. Залежність межі міцності при стисканні епоксиполімерів від вмісту модифікатора дибутилфталату

З підвищенням вмісту модифікатора дибутилфталату до 4 мас. ч. відбувається підвищення ударної в'язкості епоксиполімерів на 55...58 %, оскільки відбувається утворення додаткових хімічних зв'язків (рис. 3). за умови підвищення вмісту модифікатора до 10 мас. ч. ударна в'язкість дещо знижується, а потім зростає, що пояснюється виділенням модифікатора у вигляді окремої фази та подальшого його розчинення в полімерній сітці.

Після витримки зразків за температури $-15\text{ }^{\circ}\text{C}$ відбувається незначне зниження ударної в'язкості при підвищеному вмісті модифікатора. Це вказує на надлишковий вміст модифікатора, який знижує міцність епоксиполімера через неможливість утворення нових хімічних зв'язків понад їх оптимальну кількість.

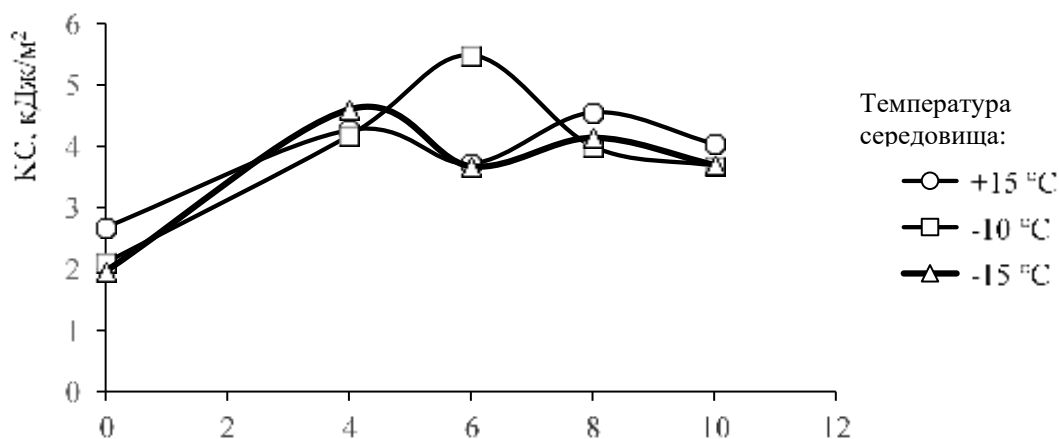


Рис. 3. Залежність ударної в'язкості епоксиполімерів від вмісту модифікатора дибутилфталату

Різка підвищення ударної міцності у 2 рази відбувається для епоксиполімерів модифікованих дибутилфталатом з вмістом добавки 4 мас. ч. при температурі дослідження $+15\text{ }^{\circ}\text{C}$ (рис. 4). Очевидно, що даний вміст модифікатора є оптимальним для розробки удароміцних покриттів. Епоксиполімерні зразки після витримки за температури $-10\text{ }^{\circ}\text{C}$ мають нижчі значення ударної міцності, що пов'язано з обмеженою рухливістю сегментів макромолекул в полімерній сітці в результаті чого знижується здатність системи до релаксації внутрішніх напружень. Даний ефект підсилюється за температури $-15\text{ }^{\circ}\text{C}$, оскільки товщина досліджених матеріалів є невеликою та підсилюється наявністю металевої основи, яка має високий термічний коефіцієнт лінійного розширення.

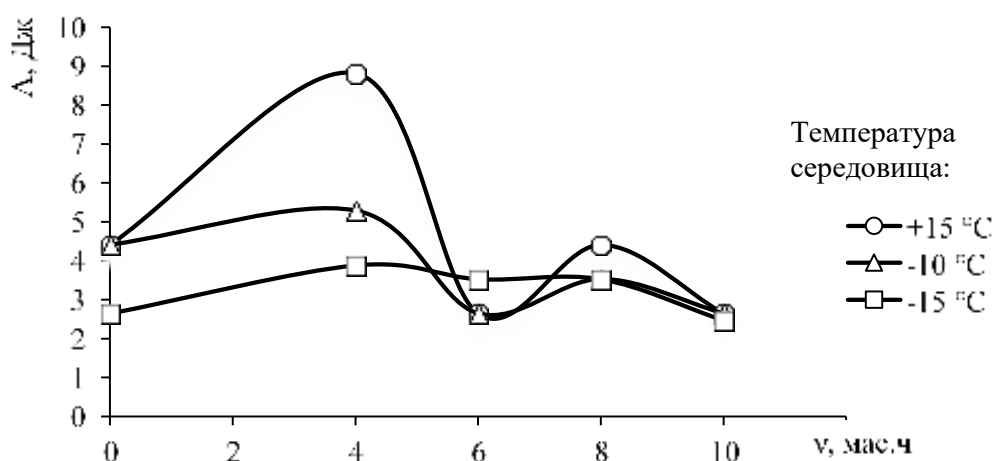


Рис. 4. Залежність ударної міцності епоксиполімерів від вмісту модифікатора дибутилфталату

Ступінь структурування епоксиполімерів з вмістом модифікатора КО-915Б майже не змінюється з підвищенням вмісту добавки, що вказує на здатність компонентів утворювати хімічні зв'язки (рис. 5). У випадку введення дибутилфталату в кількості більше 8 мас. ч. вміст

гель-фракції різко знижується, що пов'язано з надлишковим вмістом модифікатора, макромолекули якого в оптимальній кількості утворюють зв'язки з макромолекулами епоксидної смоли, а решта макромолекул дибутилфталату залишаються у вільному стані і видаляється в процесі екстрагування епоксиполімерних зразків.

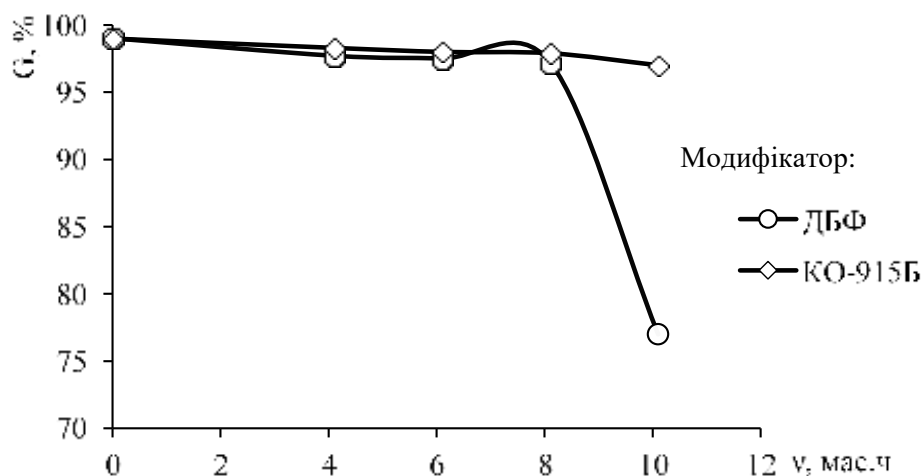


Рис. 5. Залежність гель-фракції епоксиполімерів від вмісту модифікаторів

Висновки. Експериментально встановлено, що значення адгезійної міцності немодифікованих епоксиполімерів, досліджених за кімнатної температури та охолоджених до температур -10°C та -15°C майже не відрізняються, що вказує на відсутність трансформації структури полімерної сітки в тонкому шарі епоксиполімеру під впливом статичних навантажень в умовах понижених температур. Підвищення адгезійної міцності на 31-44 % відбувається у випадку введення модифікатора дибутилфталату в кількості 4 мас. ч. та 8 мас. ч. відповідно, що пов'язано з наявністю в полімерній сітці епоксиполімеру макромолекул пластифікуючої добавки, яка утворює додаткові хімічні зв'язки.

Встановлено, що максимальне підвищення межі міцності при стисканні епоксиполімерів відбувається у випадку введення дибутилфталату в оптимальній кількості 8 мас. ч. Макромолекули дибутилфталату утворюють додаткові хімічні зв'язки, що рівномірно розташовані в полімерній сітці за рахунок високої розчинності модифікатора.

Встановлено, що з підвищенням вмісту модифікатора дибутилфталату до 4 мас. ч. відбувається підвищення на 60-70 % ударної в'язкості епоксиполімерів, оскільки формується однорідна структура через термодинамічну сумісність компонентів полімерної матриці. Більш чутливими до понижених температур є епоксиполімерні покриття з невисоким вмістом дибутилфталату (4 мас.ч.), оскільки даний вміст є недостатній для формування однорідної структури взаємопроникаючих сіток.

Встановлено, що вміст гель-фракції різко знижується для епоксиполімерів модифікованих дибутилфталатом в кількості вище 8 мас. ч., що пов'язано з надлишковим вмістом модифікатора, макромолекули якого інтенсивно видаляються в процесі екстрагування. Ступінь структурування епоксиполімерів модифікованих кремнійорганічним лаком марки КО-915Б майже не змінюється з підвищенням вмісту добавки, що вказує на перспективність використання даного лаку в якості модифікатора для підвищення стійкості епоксиполімерів до впливу понижених температур.

REFERENCES

1. Kashytskyi V, Savchuk P, Malets V, Herasymiuk Y, Shcheglov S. (2017). Examining the effect of physical fields on the adhesive strength of protective epoxy composite coatings. Eastern-European Journal of Enterprise Technologies, 3/12 (87), 16-22. <http://dx.doi.org/10.15587/1729-4061.2017.103128>
2. Guan Z.W., Boot J.C. (2001) Creep analysis of polymeric pipes under internal pressure. PolymEngSci, 41 (6), 955-961.
3. Yarovsky I., Evans E. (2002) Computer simulation of structure and properties of crosslinked polymers: application to epoxy resins. Polymer, 43 (3), 963-969.

4. Danchenko Yu. M., Popov Yu. V., Skripinets A. V. (2013) The dispersion filled vibration-absorbing epoxyurethane polymer compositions for vibration isolation systems. *European Applied Sciences*, 2 (107), 23-26.
5. Haddad G.N.(1977) Recent Innovations in PVC/FXP Composite Pipe. *Polym. Plast. Techn. Eng*, 9/2, 207–25L
6. Danchenko Yu., Andronov V., Teslenko M., Permiakov V., Rybka E., Meleshchenko R., Kosse A. (2018) Study of the free surface energy of epoxy composites using an automated measurement system. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 1 (12(91)), 9-17.
7. Yakavets, N. V., Krut'ko N. P., Opanasenko O. N. (2012) Determination of surface free energy of powdery resin-asphaltene substances by Owens-Wendt-Rabel-Kaelble method. *Sviridov readings*, 8, 253-260.
8. Park Soo-Jin, Jeong-Soon Kim, Kyong-Yop Rhee, Byung-Gak Min (2001) Filler-elastomer interactions: surface and mechanical interfacial properties of chemical surface treated silica/rubber composites, *Mater. Phys. Mech*, 4, 81–84.
9. Stamm M. (2008) *Polymer surfaces and interfaces: characterization, modification and applications*, Dresden: Springer, 324.
10. Mdoe J. E. G. (2005) *Organically modified mesoporous silicas as base catalysts for green chemistry: dis. – 0488 – chemistry, inogenic*. The University of York (United Kingdom).
11. Anoshkin A.N., Larionov A.F., Pospelov A.B., Yakushev R.M. (2004) Issledovanie mehanicheskikh svoystv i otsenka napryazhennogo sostoyaniya polietilenovogo sloya biplastmassovyih trub pri nizkikh temperaturah. *Vestnik PGTU. Aerokosmicheskaya tehnika, Perm. gos. tehn. un-t. Perm* (16), 5–11.
12. Kornev V.A., Ryibakov Yu.N. (2015) Morozostoykost polimernyih materialov dlya primeneniya v tehniceskikh sredstvakh nefteproduktuobespecheniya. *Problemyi sovremennoy nauki i obrazovaniya*, 11 (41), 88–92.

**Proceedings of the
XVIII International Scientific and Practical
Conference
International Trends in Science and Technology**

(October 31, 2019, Warsaw, Poland)

MULTIDISCIPLINARY SCIENTIFIC EDITION

Indexed by:



Passed for printing 26.10.2019. Appearance 31.10.2019.
Typeface Times New Roman.
Circulation 300 copies.
RS Global S. z O.O., Warsaw, Poland, 2019