



Пустовойтова О.М.



Камчатна С. М.



Саяпін О. С.



Шайдуллін З. Я.

## ДОСЛІДЖЕННЯ ДЕФОРМАТИВНОСТІ ПОКРИТТЯ, ЩО ЗАСТОСОВУЄТЬСЯ ДЛЯ ГІДРОІЗОЛЯЦІЇ ВОДОПРОПУСКНИХ СПОРУД ЗАЛІЗНИЦЬ

ИССЛЕДОВАНИЕ ДЕФОРМАТИВНОСТИ ПОКРЫТИЯ,  
ПРИМЕНЯЕМОГО ДЛЯ ГИДРОИЗОЛЯЦИИ ВОДОПРОПУСКНЫХ СООРУЖЕНИЙ ЖЕЛЕЗНЫХ ДОРОГ

INVESTIGATION OF COATING DEFORMATION APPLIED FOR HYDROISOLATION OF RAILWAY WATERPROOF CONSTRUCTIONS

**Пустовойтова О. М.**, к.т.н., доцент,  
Харківський національний університет міського господарства  
імені О. М. Бекетова,  
вул. Маршала Бажанова, 17, м. Харків, 61002,  
☎ +38 (057) 707-31-07, ✉ oksana\_pustov@ukr.net

**Камчатна С. М.**, к.т.н., доцент,

**Саяпін О. С.**, к.т.н., доцент,

**Шайдуллін З. Я.**, магістр

Український державний університет залізничного транспорту,  
пл. Фейербаха, 7, м. Харків, 61050,  
☎ +38 (067) 182-88-31, ✉ kamchatnayasn@gmail.com

**O. Pustovoytova**, Ph.D., Associate Professor  
O. M. Beketov National University of Urban Economy,  
Kharkov  
☎ +38 (057) 707-31-07, ✉ oksana\_pustov@ukr.net

**S. Kamchatnaya**, Ph.D., Assistant Professor

**A. Saiapin**, Ph.D., Associate Professor

**Z. Shaydullin**, master of degree

Ukrainian State University of Railway Transport,  
Kharkov

☎ +38 (067) 182-88-31, ✉ kamchatnayasn@gmail.com

**Анотація.** У статті розглядаються питання забезпечення експлуатаційної надійності і довговічності бетонних і залізобетонних водопропускних споруд. Були проведені дослідження впливу кількісного складу, а також крупності зерен кварцового піску на деформативні властивості акрилового полімеррозчину, що застосовується для гідроізоляційних покриттів бетонних і залізобетонних інженерних споруд на залізницях. Наведено результати експериментів з дослідження деформативності.

**Ключові слова:** гідроізоляція, бетон, деформативність, залізобетон, міцність, корозія, акрилові полімеррозчини, штучні споруди.

**Аннотация.** В статье рассматриваются вопросы обеспечения эксплуатационной надежности и долговечности бетонных и железобетонных водопропускных сооружений. Были проведены исследования влияния количественного состава, а также крупности зерен кварцевого песка на деформативные свойства акрилового полимерраствора, применяемого для гидроизоляционных покрытий бетонных и железобетонных инженерных сооружений на железных дорогах. Приведены результаты экспериментов по исследованию деформативности.

**Ключевые слова:** гидроизоляция, бетон, деформативность, железобетон, прочность, коррозия, акриловые полимеррастворы, искусственные сооружения.

**Annotation.** The article considers the issues of ensuring the operational reliability and durability of concrete and reinforced concrete culverts on railways. The influence of the quantitative composition, as well as the grain size of the quartz sand on the deformative properties of the acrylic polymer solution used for the hydroisolation coatings of concrete and ferro-concrete engineering structures, was investigated. The results of experiments on the deformation study are presented.

**Key words:** hydroisolation, concrete, deformability, reinforced concrete, strength, corrosion, acrylic polymer solutions, artificial structures.

### Вступ

Від ступеня надійності покриттів, що забезпечують захист бетонних і залізобетонних інженерних споруд від впливу вологи й інших атмосферних факторів залежать їх експлуатаційні якості та довговічність.

Гідроізоляція малих штучних споруд на залізницях, як від атмосферних опадів, так і від ґрунтових вод, піддана впливу різних агресивних факторів: змінної вологості, значних коливань температур і силових впливів статичного та динамічного характеру, а в ряді випадків і впливу хімічно агресивних середовищ.

Надійність і довговічність гідроізоляції залежить від якості гідроізоляційних матеріалів, правильності їхнього вибору й застосування.

### Постановка проблеми

Труби є основним видом водопропускних споруд на залізницях. Особливості пропуску води весняних і дощових паводків у процесі експлуатації бетонних і залізобетонних труб може привести до погіршення їхнього технічного стану й руйнуванню земляного полотна, що порушує безперебійність транспортного руху.

Для забезпечення експлуатаційної надійності водопропускних труб рекомендується застосовувати для гідроізоляційних покриттів розчини на основі акрилових полімерів, тому що вони малокомпонентні й прості в готуванні й застосуванні. Ці полімеррозчини значно дешевше подібних матеріалів на основі епоксидних, поліефірних і інших смол, які застосовуються у теперішній час для гідроізоляції. Крім того, застосування акрилових полімеррозчинів для створення гідроізоляційних покриттів характеризується відсутністю складних підготовчих процесів, скороченням трудових витрат, строку будівництва й реконструкції елементів бетонних і залізобетонних труб. У зв'язку із цим є актуальним розробка розчинів з використанням акрилових полімерів і визначення їхніх основних властивостей.

### Аналіз останніх досліджень та публікацій

У зв'язку з незначним терміном служби гідроізоляції на основі бітумних матеріалів, а також неможливістю використання її в обводнених умовах, набули широкого застосування матеріали на основі полімерних сполучних. Ці матеріали можуть бути використані для гідроізоляції буді-

вельних конструкцій і споруд з бетону й залізобетону, які перебувають тимчасово або постійно в обводнених умовах [1–4].

Як показали дослідження, акрилові композиції мають високу адгезійну й когезійну міцність, а по технологічних властивостях перевершують полімерні матеріали на основі епоксидних, поліефірних і інших смол, тому що час отвердження цих полімерних матеріалів може регулюватися в широких межах з урахуванням температури навколишнього середовища [5–7].

У той же час, незважаючи на численні дослідження полімерних матеріалів на основі акрилів, недостатньо досліджені фізико-механічні й фізико-хімічні властивості акрилових полімерів різних составів і вплив різних добавок на них.

#### Ціль роботи

Для ефективного виробництва гідроізоляційних покриттів і створення нових структурних властивостей, що забезпечують експлуатацію бетонних і залізобетонних водопропускних труб протягом заданого строку, необхідно використовувати покриття на основі акрилових поліме-

рів. Ці покриття повинні мати високі фізико-механічні властивості, що забезпечується їхніми составами, для підбора яких необхідно досліджувати наступні властивості різних составів: деформативні властивості, адгезійну й когезійну міцність, водопоглинення й водонасичення, корозійну й морозостійкість, а також тріщиностійкість.

Тому дослідження властивостей гідроізоляційних покриттів на основі акрилових полімерів і модифікація їх составів є актуальним.

У даній статті наведені результати досліджень деформативних властивостей акрилової композиції з різним змістом кварцового піску.

#### Результати досліджень

У результаті дослідження впливу кількісного состава, а також крупності зерен кварцового піску на деформативні властивості акрилового полімеррозчину при короточасному статичному навантаженні були отримані залежності поздовжніх (рис. 1) і поперечних деформацій напруг при стиску (рис. 2).

При стиску акрилового полімеррозчину состава № 2 (див. табл. 1) значення середніх поздовжніх деформацій

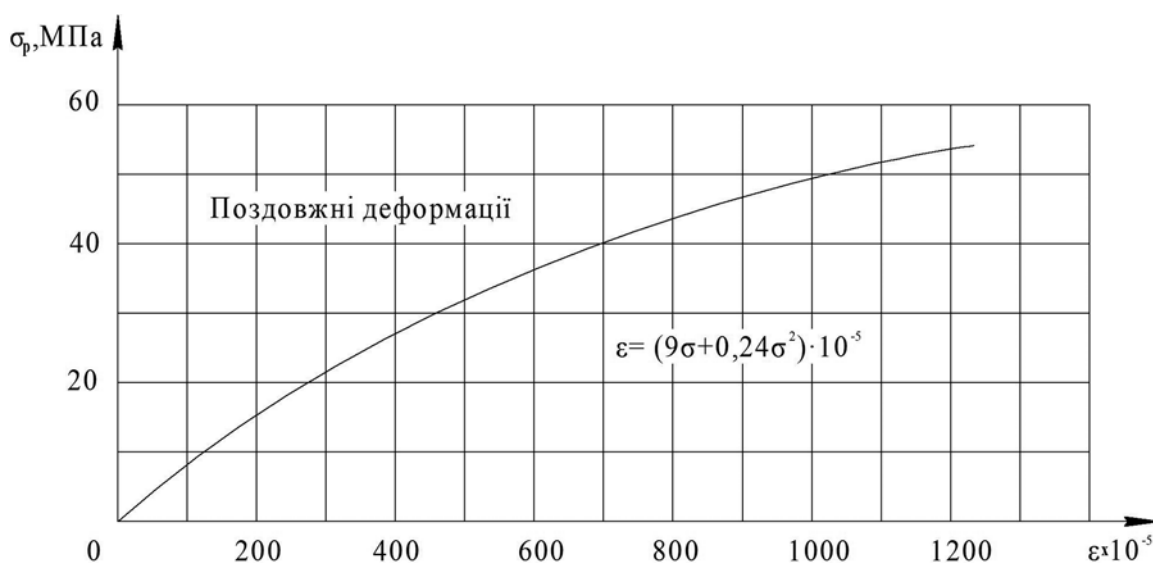


Рис. 1. Розвиток деформацій зразків акрилового полімеррозчину состава №2 при стиску

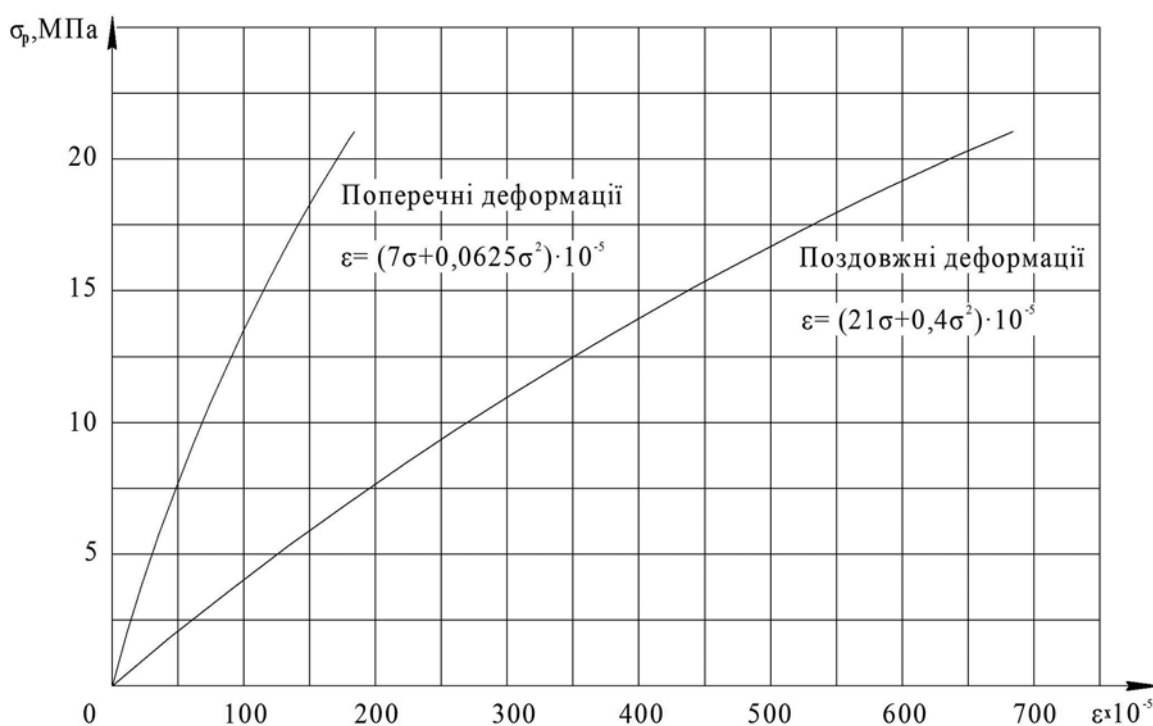


Рис. 2. Розвиток деформацій зразків акрилового полімеррозчину состава №2 при розтягуванні

## Статистичні модулі пружності акрилового полімеррозчину

| № составу | Состав, мас.-частин | Модуль пружності, $\epsilon \cdot 10^4$ МПа |
|-----------|---------------------|---|
| 1         | 100 : 100 : 100     | 0,729                                       |
| 2         | 100 : 100 : 150     | 0,839                                       |
| 3         | 100 : 100 : 200     | 1,045                                       |
| 4         | 100 : 100 : 300     | 0,877                                       |

(рис. 1) визначають по емпіричному вираженню, отриманому в результаті обробки результатів експериментів:

$$\epsilon = 9\sigma + 0,24\sigma^2 \quad (1)$$

где  $\sigma$  – напруження.

Вище рівня напруг  $\sigma = 0,75 \cdot R_{np}$  характерно різкий розвиток деформацій, що не показане на рис. 1, тому що не апроксимується залежністю (1). Воно є наслідком порушення сплошності матеріалу, про що свідчить величина коефіцієнта поперечної деформації  $\nu > 0,5$ .

Значення середніх поздовжніх деформацій одержували по емпіричній формулі:

$$\epsilon = 21\sigma + 0,4\sigma^2 \quad (2)$$

Значення середніх поперечних деформацій одержували по емпіричній формулі:

$$\epsilon' = 7\sigma + 0,0625\sigma^2 \quad (3)$$

Залежності (2) і (3) дійсні до рівня напруг  $\sigma = 0,95 \cdot R_{np}$ . Помітне відхилення значень деформацій, отриманих дослідним шляхом, пов'язане із седиментацією в композиції при введенні мінерального наповнювача. Якщо таке явище мало позначається на кубиковій і призмений міцності, то на величини поздовжніх і поперечних деформацій воно впливає істотно, оскільки деформації акрилової пластмаси без наповнювача в 2-3 рази більше наповненої.

Аналіз кривих розвитку поздовжніх і поперечних деформацій показав, що деформації зменшуються зі збільшенням кількості мінерального наповнювача й полімеру. Збільшення числа контактів закономірно приводить до зміцнення структури наповненого полімеру, зниженню його внутрішньої деформативності, що підтверджується результатами досліджень.

Графіки залежності поздовжніх і поперечних деформацій при стиску й розтягуванні вказують на хрупкий характер руйнування акрилових полімеррозчинів.

Підрахунок величини статичного модуля пружності акрилового полімеррозчину при стиску й розтяганні виконували по відомих формулах [8] при рівні напруг, що не перевищують 0,3 межі міцності. Отримані результати наведені в табл. 1.

Статичний модуль склав  $0,729 \times 10^4$  МПа при середньоквадратичному відхиленні  $\pm 0,0461 \times 10^4$  МПа й коефіцієнті варіації  $\pm 6,32\%$ .

Як видно з табл. 1, збільшення кількості наповнювача підвищує модуль пружності, тоді як міцність акрилового полімеррозчину при стиску з такими ж ступенями наповнювача зменшується. У той же час існує межа наповнення, перевищення якої знижує модуль пружності (табл. 1) у зв'язку з об'ємним дефіцитом полімеру. Зі збільшенням кількості полімеру й зменшенням крупності зерен наповнювача модуль пружності також зростає, що обумовлено збільшенням центрів структуроутворення.

**Висновки**

Проаналізувавши результати досліджень, можна зробити наступні висновки. Зі збільшенням кількості полімеру й наповнювача й зменшенням крупності кварцового піску модуль пружності підвищується, а величини поздовжніх і поперечних деформацій знижуються. Тобто состав №2 є оптимальним для використання його як гідроізоляційного покриття для бетонних і залізобетонних водопропускних труб на залізницях.

**Література:**

1. S.K.M. Jamaría Corrosion Property Analysis of Coating Formulated Using Acrylic Polyol and Silicone Resin Hybrid Systems / S.K.M. Jamaría // *Advanced Materials Research*, 2013. – Vol. 746. – pp. 363-368.
2. Золотов С.М. Акриловые клеи для усиления, восстановления и ремонта бетонных и железобетонных конструкций / С.М. Золотов // *Будівельні конструкції*: 36. наук. праць. – К.: НДІБК, 2003. – Вип. 59. – С. 440-447.
3. Псурцева Н.А. Исследование структурных изменений акриловой композиции при воздействии различных факторов / Н.А. Псурцева, О.М. Пустовойтова, С.М. Золотов // *Коммунальное хозяйство городов: Науч.-техн. сб.* – К.: Техніка, 2003. – Вип. 51. – С. 68-73.
4. M. Nur Raihan The Effects of Acrylamide Loading on the Swelling Capacity of Superabsorbent Polymer in Different Aqueous Medium / M. Nur Raihan // *Advanced Materials Research*, 2013. – Vol. 812. – pp. 20-29.
5. Золотов С.М. Влияние модификаторов на адгезионные свойства акриловых клеев / С.М. Золотов // *Ресурсоекономні матеріали, конструкції, будівлі та споруди*: 36. наук. праць. – Рівне: УДУВГПК, 2003. – Вип. 9. – С. 54-60.
6. M. Gao An Amphiphilic Acrylic Copolymer / Montmorillonite Nanocomposite / M. Gao // *Advanced Materials Research*, 2012. – Vols. 455-456. – pp. 559-564.
7. Золотов С.М. Зависимость когезионной прочности акриловых клеев от различных факторов / С.М. Золотов // *Будівельні конструкції, будівлі та споруди*: 36. наук. праць. – Макіївка, ДонДАБА, 2003. – т. 2. – С. 222-226.
8. Строительная механика: учебное пособие для строительных специальностей вузов / А.А.Борисевич, Е.М.Сидорович, В.И.Игнатюк; кол. авт. Белорусский национальный технический университет. – Изд. 2-е, перераб. – Минск : БНТУ, 2009. – 756 с.: ил.