

*А. Н. ПЛУГИН, Е. В. ПАЛАНТ, Д. А. ПЛУГИН, А. А. ПЛУГИН, О. С. БОРЗЯК*

### **МЕХАНИЗМ ЗАЩИТНЫХ СВОЙСТВ ПОЛИУРЕТАНА И КОМПОЗИЦИЙ НА ОСНОВЕ ЖИДКОГО СТЕКЛА ОТ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ И ВИБРАЦИОННЫХ ВОЗДЕЙСТВИЙ**

Считается, что причиной ускорения и усиления вибрации и шума обычных трамвайных путей в последние годы и десятилетия является их высокий износ из-за дефицита денежных средств на их содержание. Однако, исследования авторов статьи показали, что главной причиной сходов и аварий является избыточный отрицательный заряд Земли. Целью исследования является раскрытие механизма защитных свойств материалов, в частности полиуретана и жидкостекляной композиции ЖСК и их применения для защиты трамвайных путей в условиях высокого избыточного отрицательного заряда Земли. При этом используются аналитические и натурные методы исследований, основанные на положениях и закономерностях Макроколлоидной химии и Физико-химической механики. При строительстве новых трамвайных путей в больших городах используются огромные железобетонные плитные или монолитные основания, совмещенные с автодорожными путями. Это привело к еще большему накоплению избыточного отрицательного заряда Земли под совмещенными путями и домами, к возникновению ранее практически отсутствующих провалов грунта под путями, к учащению аварий на них с тяжелыми последствиями. Рекомендованные к использованию полиуретаны обладают не только более высокими виброгасящими свойствами, но и защитными от избыточных отрицательных зарядов Земли. Последними обладает также жидкостекляная композиция ЖСК. Указанные защитные функции обусловлены активными группами  $-C=O$  в полиуретане и  $-S=O$  в ЖСК с двойной связью и высокой электроотрицательностью, а также их очень большими дипольными моментами. Разработаны способы защиты материалов и конструкций трамвайного пути и близрасположенных домов от избыточного отрицательного заряда Земли с помощью защитных экранов и стены, а также высокоэффективного скрепления SRS-T.

**Ключевые слова:** трамвайный путь, резина, полиуретан, жидкостекляная композиция, прокладка, избыточный заряд, защита.

*А. М. ПЛУГІН, О. В. ПАЛАНТ, Д. А. ПЛУГІН, О. А. ПЛУГІН, О. С. БОРЗЯК*

### **МЕХАНІЗМ ЗАХИСНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ ПОЛІУРЕТАНУ ТА КОМПОЗИЦІЙ НА ОСНОВІ РІДКОГО СКЛА ВІД ЕЛЕКТРИЧНИХ ТА ВІБРАЦІЙНИХ ВПЛИВІВ**

Вважається, що причиною прискорення і посилення вібрації і шуму звичайних трамвайних колій в останні роки і десятиліття є їх високий знос через дефіцит коштів на їх утримання. Однак, дослідження авторів статті показали, що головною причиною сходів і аварій є надлишковий негативний заряд Землі. Метою дослідження є розкриття механізму захисних властивостей матеріалів, зокрема поліуретану і рідкоскляної композиції РСК та їх застосування для захисту трамвайних колій в умовах високого надлишкового негативного заряду Землі. При цьому використовуються аналітичні і натурні методи досліджень, засновані на положеннях і закономірності Макроколлоїдної хімії і Фізико-хімічної механіки. При улаштуванні нових трамвайних колій у великих містах використовуються величезні залізобетонні плитні або монолітні основи, суміщені з автодорожніми шляхами. Це призвело до ще більшого накопичення надлишкового негативного заряду Землі під суміщеними шляхами і будинками, до виникнення раніше практично відсутніх провалів ґрунту під шляхами, до почастішання аварій на них з тяжкими наслідками. Рекомендовані до використання поліуретани мають не тільки більш високі віброгасильні властивості, але і захисні від надлишкових негативних зарядів Землі. Останні має також рідкоскляна композиція РСК. Зазначені захисні функції обумовлені активними групами  $-C=O$  в поліуретані та  $-S=O$  у РСК з подвійним зв'язком і високою електронегативністю, а також їх дуже великими дипольними моментами. Розроблено способи захисту матеріалів і конструкцій трамвайної колії і близрасположених будинків від надлишкового негативного заряду Землі за допомогою захисних екранів і стіни, а також високоефективного скріплення SRS-T.

**Ключові слова:** трамвайна колія, гума, поліуретан, рідкоскляна композиція, надмірний заряд, захист.

*A. N. PLUGIN, O. V. PALANT, D. A. PLUGIN, O. A. PLUHIN, O. S. BORZIAK*

### **MECHANISM OF PROTECTIVE PROPERTIES OF POLYURETHANE AND COMPOSITIONS ON THE BASIS OF LIQUID GLASS AGAINST ELETRIC AND VIBRATIONAL EFFECTS**

It is assumed that the reason for the acceleration and amplification of the vibration and noise of ordinary tram tracks in recent years and decades is their high wear due to the lack of funds for their maintenance. However, the research of the authors of the article showed that the main reason for the gatherings and accidents is the excess negative charge of the Earth. The aim of the study is to reveal the mechanism of the protective properties of materials, in particular polyurethane and the liquid-glass composition (LGC), and their application to protect the tram tracks in conditions of high excess negative charge of the Earth. For this purpose, analytical and full-scale research methods are used, based on the principles and laws of Macrocolloid chemistry and Physico-chemical mechanics. For the construction of new tram tracks in big cities, huge reinforced concrete slab or monolithic bases combined with road ways are used. This led to an even greater accumulation of excess negative charge of the Earth under the combined tracks and houses, to the emergence of previously virtually absent ground dips under the tracks, to an increase in accidents with serious consequences. Polyurethanes recommended for use have not only higher vibration-damping properties, but also are protective against excessive negative charges of the Earth. The liquid-glass composition (LGC) has the same properties. These protective functions are due to active  $-C=O$  groups in polyurethane and  $-S=O$  groups in a liquid-glass composition. They have a double bond and high electronegativity, as well as very large dipole moments. Methods have been developed to protect materials and structures of the tram tracks and nearby houses from the excessive negative charge of the Earth with the help of protective screens and walls, as well as high-performance fastening SRS-T.

**Key words:** tram tracks, rubber, polyurethane, liquid-glass composition, gasket, excess charge, protection.

**Введение.** Как известно, большим недостатком обычных трамвайных путей являются частые сходы трамваев и аварии на них, сильный износ, большие вибрации, оказывающие разрушающее действие на конструкции близрасположенных домов и сооружений, а также шум, оказывающий вредное воздействие на здоровье людей. Все эти отрицательные явления

трамвайных путей стали сильно возрастать и учащаться в последние годы и десятилетия. Для борьбы с этими недостатками созданы новые конструкции вибро- и шумоподавляющих трамвайных путей, в которых вибрация подавляется полиуретаном, а шум - пенополиуретаном. Полиуретан обладает самыми лучшими характеристиками по параметрам виброга-

шения, основным из которых является виброскорость.

Предполагают, что причиной этого ускорения и усиления вибрации и шума является высокий износ трамвайных путей и-за возникшего дефицита денежных средств на их содержание. Однако, аналитические и натурные исследования авторов статьи [1, 2], основанные на положениях и закономерностях Макроколлоидной химии и Физико-химической механики [3], показали, что главной причиной сходов и аварий является избыточный отрицательный заряд Земли.

**Целью исследования** является раскрытие механизма защитных свойств материалов, в частности полиуретана и жидкостекольной композиции ЖСК и их применения для защиты трамвайных путей в условиях высокого избыточного отрицательного заряда Земли. При этом используются аналитические и натурные методы исследований, основанные на положениях и закономерностях Макроколлоидной химии и Физико-химической механики.

Согласно этим исследованиям сходы и аварии на трамвайных путях происходят на практически неповрежденных путях, и их главной причиной является избыточный отрицательный заряд Земли. Это подтверждается тем, что на новых трамвайных линиях мира, построенных по новым технологиям, пусть намного реже, чем обычные (классические), тоже происходят сходы и аварии, зачастую с более тяжелыми последствиями, и их число в последние годы возросло подобным образом.

Новые трамвайные пути в больших городах используют огромные железобетонные плитные или монолитные основания, совмещенные с автодорожными путями. Это привело к еще большему накоплению избыточного отрицательного заряда Земли под совмещенными путями и домами, к возникновению ранее практически отсутствующих провалов грунта под путями, к учащению аварий на них с тяжелыми последствиями.

Полиуретаны обладают не только более высокими виброгасящими свойствами, но и защитными от избыточных отрицательных зарядов Земли. Последними обладает также жидкостекольная композиция ЖСК. Это позволяет незначительно модернизировав обычные трамвайные пути, резко повысить безопасность движения трамваев на них.

#### Основные результаты исследований.

Структура макромолекулы полиуретана отражается ее структурной формулой, рис. 1:

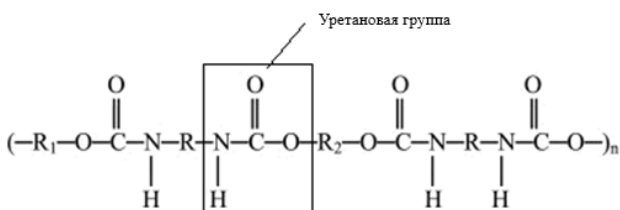


Рис. 1 – Структурная формула полиуретана

Ее функциональная группа  $-C=O$  с двойной связью имеет высокий дипольный момент  $\mu = 3,2 D$ , повернутый в сторону от макромолекулы, рис. 1, созда-

вая большой поверхностный отрицательный заряд на ней. В результате такой полимеризации образуется структура из двух фаз – твердой в виде глобул (жесткоцепные домены), и мягкой в виде тонких изогнутых волокон (гибкоцепная матрица), рис. 2.

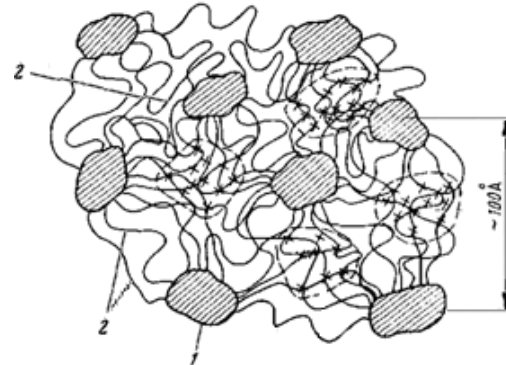


Рис. 2 – Модель микродоменной структуры в полиуретановой матрице:

1 – исходные жесткоцепные домены, 2 – гибкоцепная матрица [4] механизма возникновения сил упругости полиуретана

Механизм возникновения сил упругости полиуретана заключается в следующем. При его сжатии отталкивание между сближающимися отрицательно заряженными макромолекулами, особенно гибкоцепной матрицы, растет, становится преобладающим над силами связи, что препятствует сжатию. При снятии нагрузки силы внутреннего отталкивания возвращают полиуретан в исходное состояние, 3 (вверху).

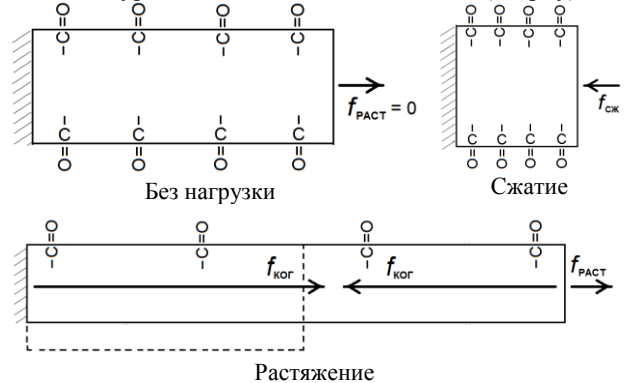


Рис. 3 – Схема механизма возникновения сил упругости полиуретана

При растяжении полиуретана отталкивание между отрицательно заряженными макромолекулами ослабевает, силы притяжения становятся преобладающими, что препятствует растяжению, рис. 3 (внизу).

Полиуретан и жидкостекольная композиция ЖСК, кроме того, обладают защитными функциями от избыточного отрицательного заряда, что обусловлено указанной группой  $-C=O$  в полиуретане и  $-S=O$  в ЖСК с двойной связью и высокой электроотрицательностью, а также их очень большими дипольными моментами.

С учетом изложенного разработаны способы защиты материалов и конструкций трамвайного пути и

близрасположенных домов от избыточного отрицательного заряда Земли с помощью защитных экранов

и стены, рис. 4 и разработанного высокоэффективного крепления SRS-T, рис. 5.

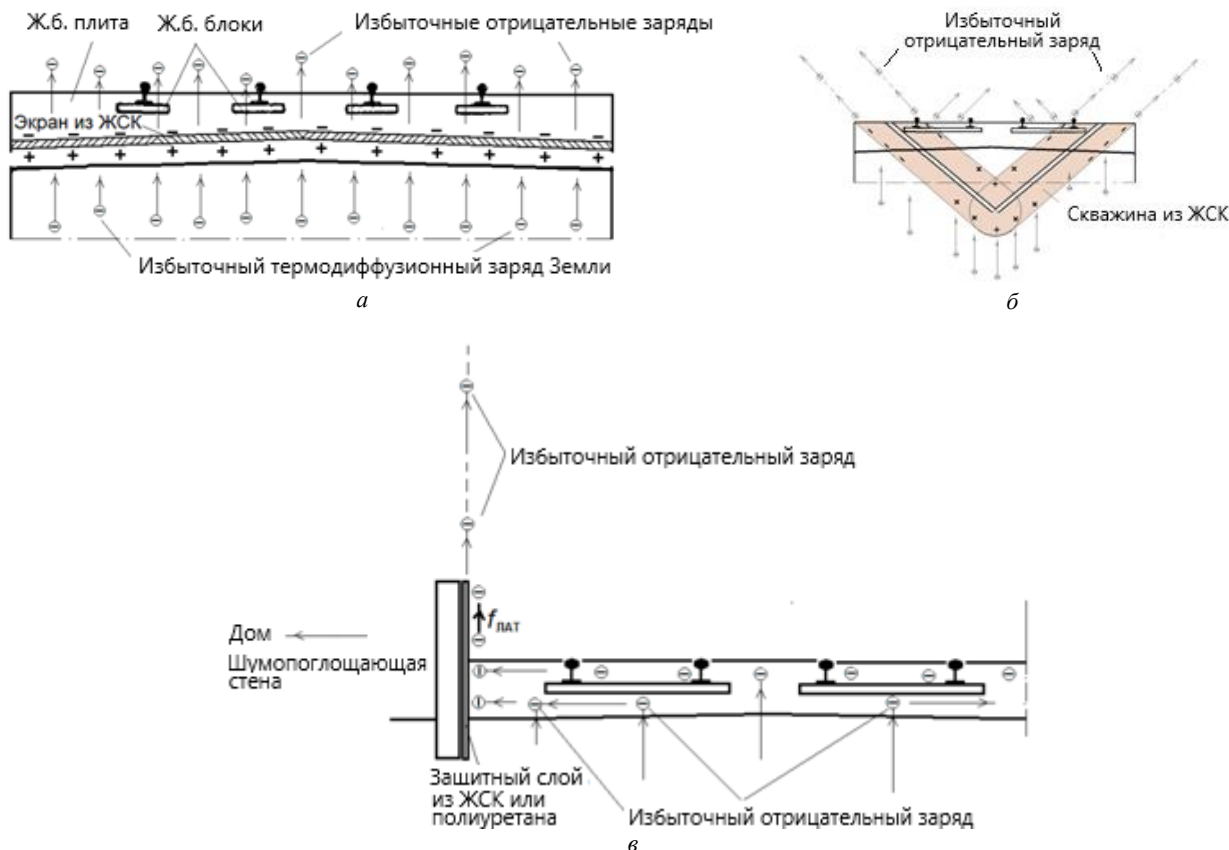


Рис. 4. Схемы защиты от избыточного отрицательного заряда материалов и конструкций трамвайного пути и близрасположенных домов: *а* – для строящегося пути (экран); *б* – для эксплуатируемого пути (нагнетание ЖСК)

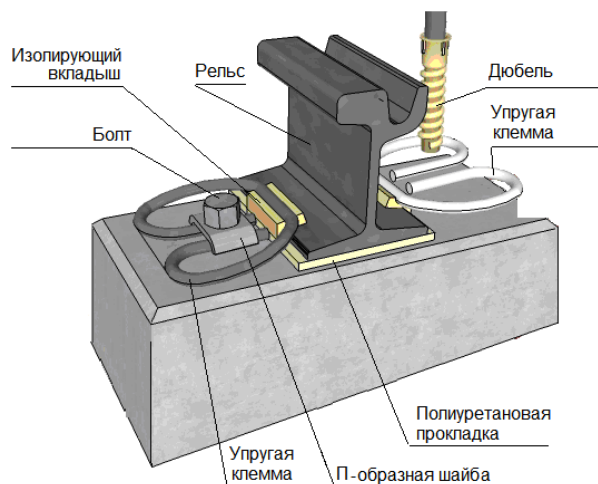


Рис. 5 – Конструкция созданного упругого рельсового крепления SRS-T для обычного трамвайного пути

**Выводы.** В статье показано, что главной причиной возросших в последние годы сходов и аварий на трамвайных путях, а также повреждения их материалов и конструкций является периодическое накопление избыточного отрицательного заряда Земли. Предложено использовать для защиты от него полиуретан и жидкостекольную композицию ЖСК. Раскрыты механизмы их защитных свойств. Сущность этих механизмов заключается в наличии в их структурных

формулах функциональных групп с двойной связью  $-C=O$  и  $-S=O$ . Отталкивание между ними определяет упругие свойства полиуретана, а их высокая электроотрицательность – защитные свойства от избыточного отрицательного заряда Земли.

Разработаны способы защиты материалов и конструкций трамвайного пути и близрасположенных домов от избыточного отрицательного заряда Земли и вибрационных колебаний.

## Список литературы

1. Палант О. В. Досвід і перспективи улаштування трамвайних колій на суцільній залізобетонній основі з ізолюваною рейкою у м. Харків / О. В. Палант // Зб. наук. праць УкрДААЗТ. Харків, 2015. Вип. 151. Т. 2. С. 176.
2. Зниження електричних і вібраційних впливів від рейкового транспорту / О. В. Палант, О. М. Савченко, Д. А. Пługин, А. А. Пługин // Зб. наук. праць ПДАБА. Дніпро. 2018. № 104. С. 194–199.
3. Основы теории твердения, прочности, разрушения и долговечности портландцемента, бетона и конструкций из них: Монография в 3-х тт. Т.1 Коллоидная химия и физико-химическая механика цементных бетонов / А. Н. Пługин, А. А. Пługин, Л. В. Трикоз и др. Под ред. А. Н. Плугина. К. : Наукова думка, 2011. 336 с.
4. Реферат: Структурно-механические характеристики смесей полиуретан ...Xreferat.com.

## References (transliterated)

1. Palant O. V. Dosvid I perspektivy ulashtuvannya tramvaynah kolyi na sucilniy zalizobetonniy osnovi z izoliovanogo reykou u Kharkovi / Palant O. V. // Zb. nauk. praz UkrDAAZD. Kharkiv. 2015. V. 151. T. 2. P. 176.
2. Znigennia elektrichnih s vibracijnih vplyviv vid reykovogo transportu / O. V. Palant, O. M. Savchenko, D. A. Plugin, A. A. Plugin // Zb. nauk. praz PDABA. Dnipro. 2018. № 104. P. 194–199.
3. Osnovy teorii tverdenia, prochnosti, razrushenia i dolgovechnosti portlandcementsa, betona i konstrukcij iz nih: Monografija d 3-h tt. T. 1. Kolloidnaya chimia i fiziko-chimicheskay mehanika cementnih betonov/ A. N. Plugin, A. A. Plugin, L. V. Trikoz i dr. Pod red. A. N. Plugina. K.: Naukova dumka, 2011. 336 p.
4. Referat: Strukturno-mehaniicheskie harakteristiki smesey polyuretan ...Xreferat.com.

Поступила (received) 16.10.2018

## Відомості про авторів / Сведения об авторах / About the Authors

**Пługин Аркадій Миколайович (Пługин Аркадий Николаевич, Plugin Arkadiy N.)** – доктор хімічних наук, професор, лауреат Державної премії України в галузі науки і техніки, Український державний університет залізничного транспорту, почесний професор університету, м. Харків; ORCID: 0000-0003-0774-0805; e-mail: pluginarkadiy@gmail.com.

**Палант Елена Валентинівна (Палант Елена Валентиновна, Palant Olena V.)** – аспірант, кафедра будівельних матеріалів, конструкцій та споруд Українського державного університету залізничного транспорту, м. Харків; e-mail: palant.elenka@gmail.com.

**Пługин Дмитро Артурович (Пługин Дмитрий Артурович, Plugin Dmytro A.)** – доктор технічних наук, доцент, професор кафедри будівельних матеріалів, конструкцій та споруд Українського державного університету залізничного транспорту, м. Харків; ORCID: 0000-0002-4359-4369; e-mail: plugin.da@gmail.com.

**Пługин Олексій Андрійович (Пługин Алексей Андреевич, Pluhin Oleksiy A.)** – кандидат технічних наук, доцент, доцент кафедри Будівельної механіки і гідравліки Українського державного університету залізничного транспорту, м. Харків; ORCID: 0000-0002-4627-1039; e-mail: plugin0785@gmail.com.

**Борзяк Ольга Сергійвна (Борзяк Ольга Сергеевна, Borziak Olga S.)** – кандидат технічних наук, доцент, доцент кафедри будівельних матеріалів, конструкцій та споруд Українського державного університету залізничного транспорту, м. Харків; ORCID: 0000-0002-8815-6936; e-mail: borziak.olga@gmail.com.