

УДК 621.891.012+06

## Неорганическая полимерная присадка к пластичным смазочным материалам

И.В. Колесников<sup>1</sup>, М.А. Савенкова<sup>1</sup>, А.П. Сычев<sup>1,2</sup>, В.В. Авилов<sup>1</sup>, С.А. Воляник<sup>1</sup>,  
И.Н. Ковалева<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Ростовский государственный университет путей сообщения,  
пл. Ростовского стрелкового полка Народного ополчения, 2, г. Ростов-на-Дону 344038, Россия

<sup>2</sup> Федеральное исследовательское учреждение Южный научный центр Российской академии наук,  
просп. Чехова, 41, г. Ростов-на-Дону 344006, Россия

<sup>3</sup> Государственное научное учреждение «Институт механики металлополимерных систем  
имени В.А. Белого Национальной академии наук Беларуси»,  
ул. Кирова 32а, г. Гомель 246050, Беларусь

Поступила в редакцию 07.06.2021.

После доработки 24.10.2021.

Принята к публикации 25.10.2021.

Представлены результаты применения присадки фосфоромолибдата магния ( $Mg(PO_3)_2-MoO_3$ ) для повышения триботехнических характеристик пластичных железнодорожных смазок ЦИАТИМ-201 и ЛЗ-ЦНИИ. Исследования проводились на машине трения ЧШМ и модернизированной машине трения СМТ-1. Показано, что введение в дисперсионную среду указанных смазок присадки  $Mg(PO_3)_2-MoO_3$  улучшает триботехнические свойства, снижая износ на 50—55 % по сравнению с базовой смазкой, возрастает коллоидная стабильность и температура каплепадения. Установлено, что снижению износа способствует растворенный в смазочной среде кислород, который затрачивается на изменение структуры фосфоромолибдатных ионов. Определенный вклад вносит увеличение нагрузок и кратковременные подёмы температуры в узле трения, вызывающие возрастание степени полимеризации анионов линейных форм фосфоромолибдатов. Отмечена практическая эффективность смазочных материалов с применением исследованной присадки для узлов трения железнодорожного транспорта.

**Ключевые слова:** трение, пластичный смазочный материал, ЦИАТИМ-201, ЛЗ-ЦНИИ, износостойкость, антифрикционная присадка, фосфоромолибдат магния, преобразование структуры, смазочная плёнка.

DOI: 10.32864/0202-4977-2021-42-5-532-538

**Адрес для переписки:**

А.П. Сычев  
Ростовский государственный университет путей сообщения,  
пл. Ростовского стрелкового полка Народного ополчения, 2,  
г. Ростов-на-Дону 344038, Россия  
Федеральное исследовательское учреждение Южный научный центр  
Российской академии наук,  
просп. Чехова, 41, г. Ростов-на-Дону 344006, Россия  
e-mail: alekc\_sap@mail.ru

**Address for correspondence:**

A.P. Sychev  
Rostov State Transport University (RSTU),  
sq. Rostovskogo Strelkovogo Polka Narodnogo Opolchenia, 2, Rostov-  
on-Don 344038, Russia  
Southern Scientific Centre of Russian Academy of Sciences,  
Chekhov av., 41, Rostov-on-Don 344006, Russia  
e-mail: alekc\_sap@mail.ru

**Для цитирования:**

И.В. Колесников, М.А. Савенкова, А.П. Сычев, В.В. Авилов,  
С.А. Воляник, И.Н. Ковалева  
Неорганическая полимерная присадка к пластичным смазочным  
материалам.  
Трение и износ.  
2021. — Т. 42, № 5. — С. 532—538.  
DOI: 10.32864/0202-4977-2021-42-5-532-538

**For citation:**

I.V. Kolesnikov, M.A. Savenkova, A.P. Sychev, V.V. Avilov,  
S.A. Volyanik., and I.N. Kavaliova  
[Inorganic Polymer Additive for Greases].  
Trenie i Iznos.  
2021, vol. 42, no. 5, pp. 532—538 (in Russian).  
DOI: 10.32864/0202-4977-2021-42-5-532-538

# Inorganic Polymer Additive for Greases

I.V. Kolesnikov<sup>1</sup>, M.A. Savenkova<sup>1</sup>, A.P. Sychev<sup>1,2</sup>, V.V. Avilov<sup>1</sup>, S.A. Volyanik<sup>1</sup>, and I.N. Kavaliova<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Rostov State Transport University (RSTU),  
sq. Rostovskogo Strelkovogo Polka Narodnogo Opolchenia, 2, Rostov-on-Don 344038, Russia

<sup>2</sup>Southern Scientific Centre of Russian Academy of Sciences,  
Chekhov av., 41, Rostov-on-Don 344006, Russia

<sup>3</sup>V.A. Belyi Metal Polymer Research Institute National Academy of Science of Belarus,  
Kirova st., 32A, Gomel 246050, Belarus

Received 07.06.2021.

Revised 24.10.2021.

Accepted 25.10.2021.

## Abstract

The results of the use of magnesium phosphorus molybdate ( $\text{Mg}(\text{PO}_3)_2\text{-MoO}_3$ ) additive to improve the tribotechnical characteristics of plastic railway greases “TSIATIM-201” and “LZ-TsNII” are presented. The studies were carried out by Four-Ball Method and on SMT-1 modernized friction machine. It is shown that the introduction of the  $\text{Mg}(\text{PO}_3)_2\text{-MoO}_3$  additive into the dispersion medium of these lubricants improves the tribotechnical properties, reducing wear by 50—55 % compared to the base grease, and increases the colloidal stability and dropping temperature. It was found that oxygen dissolved in the lubricating medium contributes to decrease wear, which is spent on changing the structure of phosphorus molybdate ions. A certain contribution is made by increasing loads and short-term rising of temperature in the friction unit, which cause an increase of anions polymerization of linear forms of phosphorus-molybdates. The practical grease efficiency using the studied additive for friction units of railway transport is noted.

**Keywords:** friction, grease, TSIATIM-201, LZ-TsNII, wear resistance, antifriction additive, magnesium phosphorus molybdate, structure transformation, lubricating film.

**DOI:**10.32864/0202-4977-2021-42-5-532-538

---

### Адрес для переписки:

А.П. Сычев  
Ростовский государственный университет путей сообщения,  
пл. Ростовского стрелкового полка Народного ополчения, 2,  
г. Ростов-на-Дону 344038, Россия  
Федеральный исследовательский центр Южный научный центр  
Российской академии наук,  
просп. Чехова, 41, г. Ростов-на-Дону 344006, Россия  
e-mail: alekc\_sap@mail.ru

### Address for correspondence:

A.P. Sychev  
Rostov State Transport University (RSTU),  
sq. Rostovskogo Strelkovogo Polka Narodnogo Opolchenia, 2, Rostov-  
on-Don 344038, Russia  
Southern Scientific Centre of Russian Academy of Sciences,  
Chekhov av., 41, Rostov-on-Don 344006, Russia  
e-mail: alekc\_sap@mail.ru

### Для цитирования:

И.В. Колесников, М.А. Савенкова, А.П. Сычев, В.В. Авилов,  
С.А. Воляник, И.Н. Ковалева  
Новая неорганическая полимерная присадка к пластичным  
смазочным материалам.  
Трение и износ.  
2021. — Т. 42, № 5. — С. 532—538.  
**DOI:** 10.32864/0202-4977-2021-42-5-532-538

### For citation:

I.V. Kolesnikov, M.A. Savenkova, A.P. Sychev, V.V. Avilov,  
S.A. Volyanik, and I.N. Kavaliova  
[Inorganic Polymer Additive for Greases].  
*Trenie i Iznos*.  
2021, vol. 42, no. 5, pp. 532—538 (in Russian).  
**DOI:** 10.32864/0202-4977-2021-42-5-532-538

## Список использованных источников

1. **Ермаков С.Ф.** Влияние смазочных материалов и присадок на триботехнические характеристики твердых тел. Ч. 1. Пассивное управление трением // Трение и износ. — 2012 (33), № 1, 90—111
2. **Усачев В.В., Погодаев Л.И., Телух Д.М., Кузьмин В.Н.** Введение в проблему использования природных слоистых геомодификаторов в трибоспоряжениях // Трение и смазка в машинах и механизмах. — 2010, № 1, 36—42
3. **Ермаков С.Ф.** Влияние смазочных материалов и присадок на триботехнические характеристики твердых тел. Ч. 2. Активное управление трением // Трение и износ. — 2012 (33), № 3, 275—283
4. **Кузьменков М.И., Печковский В.В., Плышевский С.П.** Химия и технология метафосфатов. — Минск: Университетское. — 1985. 192с.
5. **Колесников В.И., Коган В.А., Булгаревич С.Б. и др.** Модификация оксидных пленок на поверхности железа и его сплавов, в том числе наночастицами, с целью улучшения эксплуатационных свойств материала // Вестник Южного научного центра РАН. — 2009 (5), № 2, 34—42
6. **Колесников В.И., Савенкова М.А., Лунева Е.И. и др.** Влияние гетерополифосфатов в качестве присадок на физико-химические и трибологические свойства пластичных железнодрожных смазок // Трение и смазка в машинах и механизмах. — 2011, № 5, 11—16
7. **Kolesnikov I.V., Savenkova M.A., Sychev A.P.** Improving Lubricants by Inorganic Polymers // ISSN 1068-798 x. Russian Engineering Research. — 2021 (41), no. 4, 329—332

## References

1. **Ermakov S.F.** The Effect of Lubricants and Additives on the Tribological Performance of Solids. Part 1. Passive Friction Control // J. Frict. Wear. — 2012 (33), 72—87. <https://doi.org/10.3103/S1068366612010059>
2. **Usachev V.V., Pogodaev L.I., Teluh D.M., Kuz'min V.N.** Vvedenie v problemu ispol'zovaniya prirodnyh sloistyh geomodifikatorov v tribosporjazenijah // Trenie i smazka v mashinah i mehanizmah. — 2010, no. 1, 36—42 (in Russian)
3. **Ermakov S.F.** Effect of Lubricants and Additives on the Tribological Performance of Solids. Part 2. Active Friction Control // J. Frict. Wear. — 2012 (33), 217—223. <https://doi.org/10.3103/S106836661203004X>
4. **Kuz'menkov M.I., Pechkovskij V.V., Plyshevskij S.P.** Himija i tehnologija metafosfatov. [Chemistry and technology of metaphosphates]. — Minsk: Universitetskoe. — 1985
5. **Kolesnikov V.I., Kogan V.A., Bulgarevich S.B., Boyko M.V., Savenkova M.A., Akimova E.E.** [Modification of surface oxide films on the iron and its alloys surface, including nanoparticles in order to increase the exploitation properties of material] // Vestnik Yuzhnogo Nauchnogo Tsentra. — 2009 (5), no. 2, 34—42 (in Russian)
6. **Kolesnikov V.I., Savenkova M.A., Luneva E.I., Myasnikova N.A., Ermakov S.F.** [Heteropolyphosphates influence on the plastic railway lubricants physical-chemical and tribological properties as additives] // Trenie i smazka v mashinah i mehanizmah. — 2011, no. 5, 11—16 (in Russian).
7. **Kolesnikov I.V., Savenkova M.A., and Sychev A.P.** Improving Lubricants by Inorganic Polymers // ISSN 1068-798 x. Russian Engineering Research. — 2021 (41), no. 4, 329—332

Для приобретения полного текста статьи, обращайтесь в редакцию журнала.

Адрес редакции: 246050, ул. Кирова 32а, г. Гомель, Беларусь Телефон/факс: +375 (232) 34 06 36 / 34 17 11

Full text of articles can be purchased from the editorial office.

Address: 32a Kirov Street, Gomel, Belarus, 246050 Phone: +375 (232) 34 06 36. Fax: +375 (232) 34 17 11

E-mail: [FWJ@tut.by](mailto:FWJ@tut.by)