

Научная статья  
УДК 620.197

## Материалы для создания защитных покрытий кузовных элементов наземных транспортно-технологических средств

**Егор Антонович Дессерт**

Центральный научно-исследовательский автомобильный и автомоторный институт (НАМИ),  
Москва, Россия

egor.kkommonn88@gmail.com

**Аннотация.** В статье проведено исследование характеристик материалов, а именно связующих и наполнителей, которые могут быть использованы при изготовлении полимерного покрытия на основе рубленных волокон. Данные материалы используются с целью последующего изготовления защитного покрытия для кузовных элементов наземных транспортно-технологических средств. По результатам исследования был выбран перечень компонентов, которые могут быть использованы для изготовления защитного покрытия на основе рубленных волокон кузовных элементов наземных транспортно-технологических средств.

**Ключевые слова:** полимерные композиционные материалы, рубленное волокно, наземные транспортно-технологические средства, долговечность, защита кузова, защитное покрытие.

**Для цитирования:** Дессерт Е.А. Материалы для создания защитных покрытий кузовных элементов наземных транспортно-технологических средств // Автомобиль. Дорога. Инфраструктура. 2025. № 4 (46).

Original article

## Materials for Protective Coatings of Land Vehicle Body Components

**Egor A. Dessert**

Central Research Automobile and Automotive Engines Institute (NAMI), Moscow, Russia

egor.kkommonn88@gmail.com

**Abstract.** The article presents a study of the characteristics of materials, namely binders and fillers, that can be used in the production of a polymer coating based on chopped fibers. These materials are intended for the subsequent manufacture of protective coatings for body elements of land vehicles and technological equipment. Based on the research findings, a list of components was selected that can be used to produce a chopped fiber-based protective coating for the body elements of land vehicles and technological equipment.

**Keywords:** polymer composite materials, chopped fiber, ground transportation and technological vehicles, durability, body protection, protective coating.

**For citation:** Dessert E.A. Materials for Protective Coatings of Land Vehicle Body Components. *Avtomobil'. Doroga. Infrastruktura*. 2025. № 4 (46).

### Введение

Создавая защитные покрытия наземных транспортно-технологических средств (НТТС), которые позволят обеспечить надлежащую защиту кузовных элементов, требуется произвести анализ различных материалов, которые будут включать в себя данные покрытия на основе ПКМ, включающего в себя рубленное волокно. Анализ данных материалов следует производить как с точки зрения прочностных характеристик, так и с точки зрения эксплуатационных.

Целью данного исследования является подбор материалов, которые возможно использовать в качестве связующего и наполнителя для создания защитного покрытия на основе ПКМ, включающего в себя рубленное волокно.

### Исследование

В настоящее время для защиты кузовных элементов применяются различные полимерные покрытия [1, 2], в основе которых лежит полиуретан (WG-Sulacover 2K) или полиамид 11 (CastoPlast 31200).

Покрытие WG-Sulacover 2K имеет относительно высокие прочностные характеристики, в том числе эластичность и ударопрочность, устойчиво к УФ-излучению, имеет характерный блеск. Большая часть свойств данного покрытия обусловлена применением полиуретана как основы, однако устойчивость к УФ-излучению была достигнута путем применения добавок (УФ-стабилизаторов, красителей или иных), так как полиуретан обладает слабой устойчивостью к УФ-излучению [3, 4]. Следует отметить, что полиуретан имеет следующие преимущества [3, 4]:

- устойчивость к низким температурам вплоть до  $-70\text{ }^{\circ}\text{C}$ ;
- хорошая водостойкость;

- износостойкость;
- бензо- и маслостойкость;
- стойкость к кислотам;
- абразивная стойкость;
- высокая прочность;
- медленное протекание процессов старения в атмосферных условиях;
- диэлектрические свойства;
- химическая стойкость.

Покрытие CastoPlast 31200 имеет высокую устойчивость к УФ-излучению, электроизоляционные, ударопрочные, износостойкие свойства. Также данное покрытие устойчиво к воздействию щелочных и солевых растворов, растворителей, углеводов и органических кислот. Также как и в случае с покрытием WG-Sulacover 2K, устойчивость к УФ-излучению была достигнута путем применения добавок (УФ-стабилизаторов, красителей или иных), так как полиамиды, в том числе полиамид 11 обладает слабой устойчивостью к УФ-излучению [5]. Следует отметить, что полиамид имеет следующие преимущества [6, 7]:

- высокая эластичность;
- низкая плотность;
- высокая ударная вязкость;
- диэлектрические свойства;
- бензо- и маслостойкость;
- абразивная стойкость;
- высокая прочность;
- антифрикционные свойства;
- медленное протекание процессов старения в атмосферных условиях.

Однако на сегодняшний день в большинстве случаев используются Полиамид-12, Полиамид-6 и полиамид-66 [8]. Следует отметить, что наиболее близким по свойствам к полиамид-11 является полиамид 12.

Полиамид 6 и полиамид 66 обладают высокой гигроскопичностью [8], ввиду чего их применение для изготовления защитного покрытия нецелесообразно, т.к. излишки влаги приведут к дополнительным временным и материальным затратам на сушку сырья и/или на высыхание нанесенного слоя покрытия в случае применения метода распыления покрытия на защищаемую поверхность при многослойном нанесении.

Также в качестве связующего представляется возможным применение полиэфирных смол. Полиэфирные смолы обладают следующими преимуществами [9, 10]:

- стойкость к влиянию температуры и атмосферных условий;
- износостойкость;
- стойкость к воздействию механических факторов;
- малая вязкость;
- низкая стоимость.

К недостаткам [9] же можно отнести низкую адгезионную прочность, однако данный недостаток может быть устранен при применении различных материалов, в том числе грунтовочных.

Некоторые свойства покрытий WG-Sulacover 2K [11] и CastoPlast 31200 [12], а также полиуретана Caspol RIM [13], полиамид 11 [7, 14] и полиамид 12 [15] представлены в таблице 1.

Таблица 1

Свойства связующих

	Твердость (шор D)	Температурный диапазон эксплуатации		Плотность, г/см <sup>3</sup>	Предел прочности, МПа
		минимальная	максимальная		
WG-Sulacover 2K	85	н/д	120	1,44	н/д
CastoPlast 31200	75	н/д	100	0,49	н/д
Полиуретан Caspol RIM	70	н/д	90	1,15	н/д
Полиамид 11	67	-60	80	1,03	н/д
Полиамид 12	70-75	-60	110	1,01	н/д
Полиэфирная смола 303ТАЕ	н/д	-50	80	1,18	62

Из вышесказанного следует, что в качестве связующего целесообразно использовать полиэфирную смолу, т.к. при схожести свойств с остальными связующими, она находится в свободной продаже.

При выборе волокнистого наполнителя для создания ПКМ следует опираться как на прочностные характеристики существующих материалов, так и на эксплуатационные. В настоящее время используются такие волокна, как [9]:

- полиэтиленовые, прочность при растяжении которых может составлять 0,45...0,90 ГПа, а модуль упругости при растяжении 3,0...8,5 ГПа;

- полипропиленовые, прочность при растяжении которых может составлять 0,30...0,70 ГПа, а модуль упругости при растяжении 3,3...10,0 ГПа;

- полиамидные, прочность при растяжении которых может составлять 0,50...0,95 ГПа, а модуль упругости при растяжении 2,0...4,5 ГПа;

- арамидные, например, прочность Кевлар 149 при растяжении может составлять 3,80...4,20 ГПа, а модуль упругости при растяжении 150,0...180,0 ГПа;

- углеродные, прочность при растяжении которых может составлять 2,00...4,50 ГПа, а модуль упругости при растяжении 200,0...500,0 ГПа;

- стеклянные (стекловолокно), прочность при растяжении которых может составлять 2,00...4,90 ГПа, а модуль упругости при растяжении 50,0...95,0 ГПа;

- базальтовые, прочность при растяжении которых может составлять 1,80...2,80 ГПа, а модуль упругости при растяжении 95,0...100,0 ГПа.

Согласно вышеуказанной информации, применение полиэтиленовых, полипропиленовых и полиамидных волокон не может являться перспективным ввиду того, что обладают относительно невысокими прочностными характеристиками, в том числе даже относительно предлагаемых связующих.

Применение углеродных волокон затруднительно ввиду большого разброса свойств полученного материала [9], что в свою очередь может

привести необходимости входного контроля качества материалов или к увеличению толщины покрытия, которое позволит обеспечить требуемые прочностные характеристики даже в случае неблагоприятных условий.

Из вышесказанного следует, что в качестве наполнителей представляется возможным применение следующих волокон:

- арамидные волокна;
- стекловолокна;
- базальтовые волокна.

Арамидные волокна представляют собой органические синтетические волокна [16], формируемые из полиамидных соединений (-CO-NH-) [16]. К преимуществам данных волокон можно отнести [9]:

- термостойкость;
- стойкость к возгоранию;
- высокие прочностные характеристики;
- износостойкость;
- низкая плотность;
- стойкость к воздействию влаги/жидкости.

Недостатки:

- ограниченный выбор связующих;
- структурная неоднородность;
- низкая прочность при сжатии.

Следует отметить, что в рамках настоящей работы целесообразно использование пара-арамидов ввиду более высоких прочностных характеристик [16].

Стекловолокно представляет собой расплавленное вытянутое стекло [17]. К преимуществам данных волокон можно отнести [9]:

- низкая стоимость;
- химическая инертность;
- стойкость к воздействию влаги/жидкости;

- низкая теплопроводность;
- высокий пределе прочности при растяжении;
- низкий коэффициент теплового расширения.

Недостатками стеклянных волокон являются [9]:

- хрупкость;
- слабая стойкость к истиранию;
- большая плотность ( $\approx 2500$  кг/м<sup>3</sup>).

Следует отметить, что стеклянные волокна делятся на две группы, а именно общего применения (марки E) и специальные/дорогостоящие (S – высокой прочности, C – высокой химической стойкости, M – с высоким модулем упругости, AR – щелочестойкие, ECR – устойчивые в агрессивных средах).

Базальтовые же волокна представляют собой расплавленную горную породу [18]. К преимуществам базальтовых волокон можно отнести [9]:

- химическая инертность;
- стойкость к воздействию щелочей;
- высокая теплостойкость;
- стойкость к воздействию влаги/жидкости;
- низкая теплопроводность;
- высокий пределе прочности при растяжении;
- низкий коэффициент теплового расширения.

Недостатками базальтовых волокон являются [9]:

- характерный окрас, вызванный наличием оксидов железа.

Свойства вышеуказанных наполнителей представлены в таблице 2.

Таблица 2

Свойства наполнителей

	Плотность (г/см <sup>3</sup> )	Модуль упругости	Температура плавления	Предел прочности
Арамидное волокно	1,39...1,45	70,0...180,0	>500	2700...6000
Стекловолокно	2,48...2,68	50...95	2800...4590	2800...4590
Базальтовое волокно	2,67	95...100	1100...1200	2700...3500

При расчете свойств ПКМ, включающего в себя рубленные волокна, требуются следующие параметры:

- предел прочности наполнителя;
- предел прочности связующего;
- диаметр волокна наполнителя;
- плотность наполнителя;
- плотность связующего.

Из вышесказанного следует, что в качестве наполнителя следует применять стеклянные волокна, т.к. при схожести свойств с остальными наполнителями они находятся в свободной продаже.

### **Выводы**

В процессе настоящего исследования были подобраны материал связующего и наполнителя, применение которых целесообразно при изготовлении защитного покрытия из ПКМ, включающего в себя рубленное волокно, а именно в качестве связующего – полиэфирная смола, а в качестве наполнителя – стеклянные волокна.

Применение данных материалов позволит добиться необходимых прочностных свойств, которые значительно превысят прочностные свойства существующих ЛКП НТТС, и при этом данные материалы находятся в свободной продаже.

### **Список источников**

1. Медведев, А. С. Технологический процесс восстановления лакокрасочных покрытий сельскохозяйственной техники / А. С. Медведев, А. Л. Семешин // Профессия инженер : Сборник статей XIII Всероссийской молодежной научно-практической конференции, посвященной 80-летию Победы в Великой отечественной войне, Орел, 17 апреля 2025 года. – Орел: Закрытое акционерное общество "Университетская книга", 2025. – С. 97-100. – EDN NGRWTS.
2. Семешин, А. Л. Анतिकоррозионная обработка металлических деталей полимерами / А. Л. Семешин, Е. Н. Семешина // Состояние и инновации технического сервиса конструкций, машин и оборудования : Материалы XVI международной научно-

практической конференции, посвященной 80-ти летию Инженерного института, Новосибирск, 13–15 ноября 2024 года. – Новосибирск: ИЦ НГАУ "Золотой колос", 2024. – С. 443-446. – EDN TGJOOP.

3. Мазурин, В. Л. Полиуретан как конструкционный материал XXI века / В. Л. Мазурин // Научно-технические ведомости Санкт-Петербургского государственного политехнического университета. – 2013. – № 2(171). – С. 165-170. – EDN QY0IHZ.

4. Комкова, Т.Ю. Материалы в промышленном дизайне. Полиуретан. Учебно-методическое пособие к курсу лекций «Материаловедение» / Т.Ю. Комкова. – Москва : Кафедра «Промышленный дизайн» МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2011. – 22 с.

5. Postnikov, L. M. Oxygen consumption and chemiluminescence in aftereffect of UV irradiation of polyamides / L. M. Postnikov, A. V. Vinogradov // Vysokomolekulyarnye Soedineniya. Seriya A. – 1996. – Vol. 38, No. 6. – P. 950-958. – EDN MOVCHD.

6. Нейлон PA11 Натуральный [Электронный ресурс]. – URL: <https://3d-club.ru/product/nejlon-pa11-naturalnyj/?ysclid=mg2budwvki88646783> (дата обращения 24.09.2025).

7. Полиамид 11 Tecamid 11 (PA11) [Электронный ресурс]. – URL: <https://polimer1.ru/catalog/inzhenernye-polimery/poliamid-11-tecamid-11-pa11?ysclid=mg3tovtl8b616961516> (дата обращения 25.09.2025).

8. Карсакова, Е. В. Свойства и области применения полиамидов различных типов / Е. В. Карсакова, Т. П. Кравченко // Успехи в химии и химической технологии. – 2008. – Т. 22, № 5(85). – С. 10-13. – EDN QZVOKN.

9. Баурова, Н. И. Применение полимерных композиционных материалов при производстве и ремонте машин : Учебное пособие для студентов вузов, обучающихся по специальностям "Наземные транспортно-технологические средства", "Транспортные средства специального назначения" / Н. И. Баурова, В. А. Зорин. – Москва : Московский автомобильно-дорожный государственный технический университет (МАДИ), 2016. – 264 с. – EDN VZEGIZ.

10. Разработка компонентного состава порошковой краски с антистатическими свойствами на основе полиэфирной смолы / Л. Н. Наумова, В. Ю. Ватаман, Н. А. Сущенко, С. Н. Гетманов // Вестник Сыктывкарского университета. Серия 2: Биология. Геология. Химия. Экология. – 2023. – № 2(26). – С. 54-69. – DOI 10.34130/2306-6229-2023-2-54. – EDN EDLTQL.

11. WG-SULACOVER 2K: Технический паспорт: изготовитель Welesgard. Защитные покрытия. – Москва, 2018 – 4 с.

12. Оборудование и материалы для ремонта, восстановления и защиты от износа: Каталог: Castolin Eutectic. Защитные покрытия – Москва, 2013 – 120 с.

13. Литевой пластик Caspol RIM [Электронный ресурс]. – URL: <https://caspol.ru/caspol-rim-08-15/> (дата обращения 25.09.2025).

14. PA 11 (полиамид 11) [Электронный ресурс]. – URL: <https://3faktor.com>

/en/materials/pa-11-polyamide-11/ (дата обращения 25.09.2025).

15. Полиамид 12 Tecamid 12 (PA12) [Электронный ресурс]. – URL: <https://polimer1.ru/catalog/inzhenernye-polimery/poliamid-12-tecamid-12-pa12?ysclid=mg3ydwq7kt400054485> (дата обращения 25.09.2025).

16. Дориомедов, М. С. Рынок арамидного волокна: виды, свойства, применение / М. С. Дориомедов // Труды ВИАМ. – 2020. – № 11(93). – С. 48-59. – DOI 10.18577/2307-6046-2020-0-11-48-59. – EDN TIVAGT.

17. Щепочкина, Ю. А. Использование стекловолокна в композитах строительного назначения / Ю. А. Щепочкина // Известия высших учебных заведений. Технология текстильной промышленности. – 2016. – № 6(366). – С. 55-58. – EDN WFSAGE.

18. Технологические характеристики формования базальтовых непрерывных волокон при фильерном способе их получения / А. А. Гаврильева, Г. Г. Винокуров, А. К. Кычкин, С. М. Орешко // Известия Самарского научного центра Российской академии наук. – 2013. – Т. 15, № 4-2. – С. 448-450. – EDN RDXGTV.

### Referencias

1. Medvedev A.S., Semeshin A.L. *Professiya inzhener*, Sbornik statej, Orel: Zakrytoe akcionernoe obshchestvo "Universitetskaya kniga", 2025, pp. 97-100.

2. Semeshin A.L. Semeshina E.N. *Sostoyanie i innovacii tekhnicheskogo servisa konstrukcij, mashin i oborudovaniya*, Materialy konferencii, Novosibirsk, IC NGAU "Zolotoj kolos", 2024, pp. 443-446.

3. Mazurin V.L. *Nauchno-tekhnicheskiye vedomosti Sankt-Peterburgskogo gosudarstvennogo politekhnicheskogo universiteta*, 2013, no. 2(171), pp. 165-170.

4. Komkova T.Yu. *Materialy v promyshlennom dizajne. Poliuretan* (Materials in Industrial Design. Polyurethane), Moscow, Kafedra "Promyshlennyj dizajn" MGTU im. N. E. Baumana, 2011, 22 p.

5. Postnikov L.M. Vinogradov A.V. *Vysokomolekulyarnye Soedineniya. Seriya A*, 1996, vol. 38, no. 6, pp. 950-958.

6. Neylon PA11 Natural'nyy, available at: <https://3d-club.ru/product/nejlon-pa11-naturalnyj/?ysclid=mg2budwvki88646783> (24.09.2025).

7. Полиамид 11 Tecamid 11 (PA11), available at: <https://polimer1.ru/catalog/inzhenernye-polimery/poliamid-11-tecamid-11-pa11?ysclid=mg3tovt18b616961516> (25.09.2025).

8. Karsakova E.V., Kravchenko T.P. *Uspekhi v himii i himicheskoy tekhnologii*, 2008, vol. 22, no. 5(85), pp. 10-13.

9. Baurova N.I., Zorin V.A. *Primeneniye polimernykh kompozitsionnykh materialov pri proizvodstve i remonte mashin* (Application of polymer composite materials in the production and repair of machines), Moscow, Moskovskiy avtomobil'no-dorozhnyy gosudarstvennyy tekhnicheskij universitet (MADI, 2016, 264 p.

10. Naumova L.N., Vataman V.Yu., Sushchenko N.A., Getmanov S.N. *Vestnik Syktyvkarskogo universiteta. Seriya 2: Biologiya. Geologiya. Himiya. Ekologiya*, 2023, no. 2(26), pp. 54-69, doi 10.34130/2306-6229-2023-2-54.
11. *WG-SULACOVER 2K: Tekhnicheskij pasport: izgotovitel' Welesgard. Zashchitnye pokrytiya* (WG-SULACOVER 2K: Technical data sheet: manufacturer Welesgard. Protective coatings), Moscow, 2018, 4 p.
12. *Oborudovanie i materialy dlya remonta, vosstanovleniya i zashchity ot iznosa: Katalog: Castolin Eutectic. Zashchitnye pokrytiya* (Equipment and materials for repair, restoration, and wear protection: Catalog: Castolin Eutectic. Protective coatings), Moscow, 2013, 120 p.
13. Lit'evoj plastik Caspol RIM, available at: <https://caspol.ru/caspol-rim-08-15/> (25.09.2025).
14. PA 11 (poliamid 11), available at: <https://3faktor.com/en/materials/pa-11-polyamide-11/> (25.09.2025).
15. Poliamid 12 Tecamid 12 (PA12), available at: <https://polimer1.ru/catalog/inzhenernye-polimery/poliamid-12-tecamid-12-pa12?ysclid=mg3ydwq7kt400054485> (25.09.2025).
16. Doriomedov M. S. *Trudy VIAM*, 2020, no. 11(93), pp. 48-59, doi 10.18577/2307-6046-2020-0-11-48-59.
17. Shchepochkina Yu. A. *Izvestiya vysshih uchebnyh zavedenij. Tekhnologiya tekstil'noj promyshlennosti*, 2016, no. 6(366), pp. 55-58.
18. Gavril'eva A.A., Vinokurov G.G., Kychkin A.K., Oreshko S.M. *Izvestiya Samarskogo nauchnogo centra Rossijskoj akademii nauk*, 2013, vol. 15, no. 4-2, pp. 448-450.

Рецензент: Н.И. Баурова, д-р техн. наук, проф., МАДИ

### ***Информация об авторе***

**Дессерт Егор Антонович**, аспирант, ФГУП «НАМИ».

### ***Information about the author***

**Dessert Egor A.**, postgraduate, NAMI.

*Статья поступила в редакцию 27.11.2025; одобрена после рецензирования 02.12.2025; принята к публикации 22.12.2025.*

*The article was submitted 27.11.2025; approved after reviewing 02.12.2025; accepted for publication 22.12.2025.*