

ВИДЫ ПОЛИМЕРНЫХ ПОКРЫТИЙ И НАНЕСЕНИЕ ИХ НА ПРОКАТ

Е.Д. Лисина

e.d.lisina@mail.ru

Н.Л.М.М. Дешам

deshamn@student.bmstu.ru

МГТУ им. Н.Э. Баумана, Москва, Российская Федерация

В статье рассмотрены виды полимерных материалов, их классификация и применение. Полимерные покрытия представляют собой пленки на основе высокомолекулярных соединений, формируемые при сушке жидких лакокрасочных материалов и обладающие защитными и декоративными свойствами. Благодаря прочности и устойчивости к внешним воздействиям полимеры широко используются в металлургии для защиты от коррозии и других неблагоприятных факторов. Описаны основные категории полимеров, такие как полиэфир и пластизолы, а также процессы их нанесения. Подчеркивается необходимость дальнейших исследований для создания более эффективных материалов.

Ключевые слова: прокат с полимерными покрытиями, coil coating, пластизолы, полиэстеровые покрытия, коутер, лакокрасочные материалы, рулонный прокат

Основной целью нанесения полимерного покрытия на рулонный прокат является не только создание желаемого эстетического вида, но и обеспечение защиты металла от негативного воздействия окружающей среды. Полимерные покрытия представляют собой многослойную систему, состоящую из одного или нескольких слоев различных лакокрасочных материалов (ЛКМ). Для нанесения на поверхность рулонного металла используются эмали и грунты, созданные на основе разнообразных полимерных смол и пластмассовых материалов, таких как акрилаты, полиэфир (включая полиэстер), эпоксидные смолы, алкиды, фторсодержащие смолы, полиуретановые смолы, поливинилхлориды, а также пластизолы и пленка для ламинации.

Для улучшения потребительских характеристик как самого ЛКМ, так и получаемого полимерного покрытия к основам могут быть добавлены различные сополимеры и добавки. Выбор конкретного ЛКМ определяется требованиями, предъявляемыми к конечным полимерным покрытиям, рулонному прокату с таким покрытием и изделиям, производимым из него, а также экономическими факторами [1].

Схема нанесения большинства полимерных покрытий приведена на рис. 1.

Отметим, что в процессе порошкового окрашивания грунт не применяется. В ряде случаев алюминиевый прокат может быть использован вместо оцинкованного. При нанесении лаков может быть использована белая жезь

или медь. На обратной стороне проката также может быть нанесено поверхностное покрытие полимером или ЭОС-эмаль на основе эпоксидной смолы. Это необходимо для обеспечения надлежащей адгезии с полиуретановым клеем, применяемым в производстве сэндвич-панелей. Иногда на обратной стороне проката оставляют чисто грунтванную поверхность.

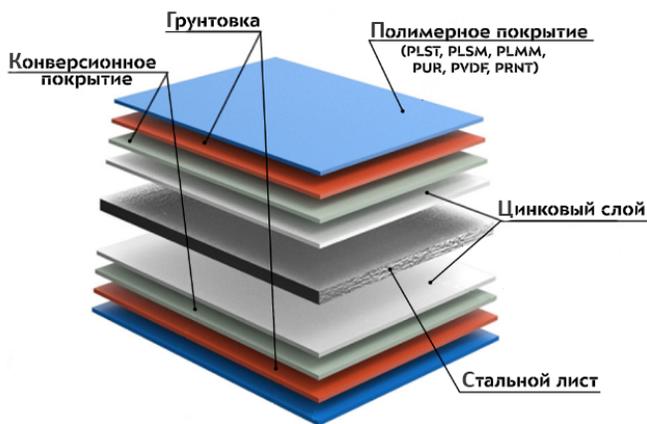


Рис. 1. Схема нанесения полимерных покрытий

Конверсионное покрытие служит для создания сплошной оксидной пленки на поверхности металла, с которым сшивается грунт [1].

Самой энергоэффективной, экономичной и производительной технологией нанесения полимерных покрытий в настоящее время считается технология *coil coating* (англ. *coil* — рулон, *coating* — покрытие) [2]. Она обладает определенными преимуществами:

- позволяет наносить широкий спектр различных покрытий для достижения наилучшего качества и заданных свойств поверхностей;
- является самой производительной технологией с точки зрения объемов производства;
- самая экономичная в плане расхода энергоресурсов и ЛКМ.

Процесс нанесения полимерных покрытий на агрегате полимерных покрытий с технологией *coil coating* можно разделить на три этапа (рис. 2):

- 1) предварительная подготовка (обозначена красным контуром);
- 2) нанесение полимерных покрытий (обозначено зеленым контуром);
- 3) пост-обработка (обозначена синим контуром).

Предварительная подготовка включает размещение рулонного проката на одном из размотчиков 1 или 2 и подачу переднего конца полосы в линию

(см. рис. 2). Поскольку концы рулонов часто содержат множество дефектов, их обрезают с помощью входных ножниц. Новый конец рулона затем продвигается по линии и соединяется в шивной машине с задним концом предыдущего рулона.

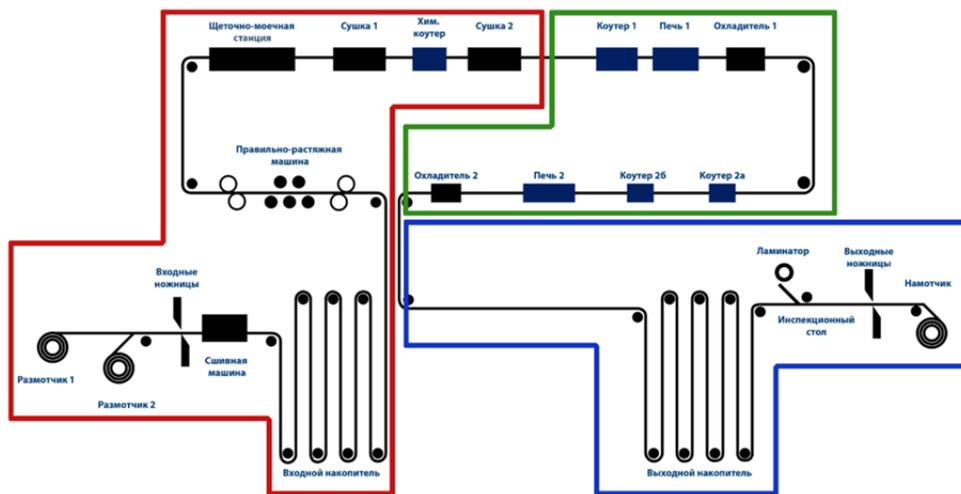


Рис. 2. Схема нанесения покрытий coil coating

Чтобы обеспечить непрерывность производственного процесса, применяют входной накопитель, где формируется запас полосы на период, когда предыдущий рулон завершается и происходит сшивка его заднего конца с передним концом нового рулона.

Рулонный прокат зачастую имеет дефекты, возникшие в процессе предыдущих операций или во время транспортировки. Эти дефекты плоскостности затрудняют нанесение полимерных покрытий и могут повредить технологическое оборудование, поэтому для их устранения часто используют правильно-растяжные машины роликового типа.

Чтобы обеспечить хорошую адгезию покрытия к металлической основе, важно предварительно очистить ее поверхность от загрязнений, оксидных пленок и остатков технологических смазок, а затем нанести на очищенную поверхность конверсионное покрытие. Для выполнения этих задач применяют высокоэффективные щеточно-моечные машины и химические коутеры. После предварительной обработки полоса направляется в зону нанесения полимерных покрытий. Технология позволяет наносить двухслойные полимерные покрытия на лицевую и обратную стороны полосы с помощью коутеров трехроликового типа (1, 2а и 2б) согласно схеме на рис. 2.

Коутер 1 предназначен для нанесения грунтовки на предварительно подготовленную поверхность, которая способствует высокой адгезии всего полимерного покрытия к металлической основе. Полимеризация грунта происходит в печи 1, после чего следует водное охлаждение в охладителе 1.

Для нанесения эмалей в рассматриваемом комплексе предназначены два коутера (2а и 2б), позволяющие заменять полимерные покрытия и/или цвета без остановки производственного процесса. В момент смены эмали валки работающего коутера разводятся и к полосе подводятся валки с новым лакокрасочным материалом. В это время коутер с разведенными валками подготавливается к следующему виду лакокрасочного материала. Полимеризация эмали проходит в печи 2 с дальнейшим водным охлаждением в охладителе 2 [2].

Полоса с нанесенным полимерным покрытием подвергается процессу пост-обработки:

- контроль качества нанесенного покрытия в зоне инспекционного стола;
- нанесение ламинатором защитной пленки (при необходимости);
- намотка необходимого количества металла в рулон посредством намотчика.

Выходные ножницы отделяют готовый рулон от полосы в производственной линии и одновременно осуществляют вырубку образцов для контроля качества, а также участков полосы, где имеются сшивки. Для обеспечения непрерывности рабочего процесса в зоне пост-обработки предусмотрен выходной накопитель, который позволяет извлечь готовый рулон и подать новый рулон для намотки без остановок.

Образцы, вырезанные выходными ножницами, поступают одновременно в лабораторию и в библиотеку для хранения образцов. В лаборатории образцы испытывают на соответствие установленным нормативным требованиям и требованиям заказчиков.

Рассмотрим самые популярные современные покрытия.

Лакокрасочные материалы, основанные на полиэфирных смолах (PE), пользуются популярностью благодаря своей относительно низкой стоимости. Покрытия, изготовленные на этой основе, характеризуются высокой адгезией к подложке и эластичностью, что обеспечивает хорошую обработку рулонного проката (например, в процессах штамповки, профилировки и гибки). Однако у них есть некоторые ограничения в потребительских свойствах, такие как стойкость к ультрафиолету, механическим повреждениям и коррозии [3].

Полиэстеровые покрытия на металлопрокате находят свое применение в самых разнообразных областях. Их используют в производстве металлочерепицы, профнастила, сэндвич-панелей, сайдинга, фальцевой кровли и водосточных систем. В строительстве такие покрытия применяют для объектов,

к которым не предъявляют жестких требований по устойчивости к воздействию погоды, износостойкости, эстетическим аспектам и долговечности. Это могут быть сельскохозяйственные постройки, складские помещения, различные навесы и производственные здания. Кроме того, полиэфировые покрытия востребованы в приборостроении, при изготовлении бытовой техники и в других отраслях промышленности.

Покрытия на основе полиуретана (PUR) представляют собой продукт премиум-класса, обладающий высокими показателями адгезии к поверхности и хорошей эластичностью. Эти покрытия отличаются замечательной устойчивостью к механическим повреждениям и воздействию неблагоприятных атмосферных условий, таких как ультрафиолетовое излучение, а также к высоким и низким температурам и их перепадам. Они идеально подходят для обработки материалов, в том числе при глубоких процессах вытяжки.

Сферы применения полиуретановых покрытий весьма разнообразны: они используются для труб, которые предназначены для прокладки газо- и нефтепроводов, а также в автосервисах, автомойках, гаражах и ангарах. Эти покрытия находят свое применение и в судостроении и машиностроении. Они также применяются для защиты металлических объектов, расположенных на нефтехранилищах, и в сельскохозяйственной технике [4].

Пластизол представляет собой декоративный полимер с максимальной толщиной покрытия до 200 мкм, состоящий из поливинилхлорида (ПВХ) и пластификаторов. Этот материал в основном используется в агрессивных средах и в северных регионах, поскольку демонстрирует наивысшую химическую стойкость и сохраняет свои характеристики даже при низких температурах. Пластизол поставляется в аммиачные предприятия, используется для обшивки участков травления, а также на нефтедобывающие шельфовые станции и в нефтепереработке.

Однако из-за ограниченной температурной стойкости и низкой устойчивости к ультрафиолетовому излучению (при нагреве до температуры выше +80 °С материал быстро подвергается старению) его не рекомендуется применять для окраски алюминиевого проката, который планируется использовать в южных регионах.

В статье подробно рассмотрены виды полимерных покрытий, их классификация, свойства и технологии нанесения на рулонный прокат. Полимерные покрытия играют ключевую роль в защите металла от коррозии и других негативных воздействий окружающей среды, а также придают материалу эстетические свойства. Особое внимание уделено технологии coil coating, которая является наиболее энергоэффективной, экономичной и производительной. Описаны этапы нанесения покрытий, включая предварительную

подготовку, нанесение и пост-обработку, а также преимущества и недостатки различных типов полимерных материалов, таких как полиэфирные, полиуретаны и пластизолы.

Сравнение потребительских свойств различных покрытий

Тип ЛКМ	PE	PVDF (поливини- лиденфто- рид)	PUR	PVC (поливинил- хлориды)	Лаки (FEVE)
Тип покрытия, мм	10–50	25–50	30–60	80–350	5–10
Вид поверхности	Гладкая/ Текстуриро- ванная	Гладкая	Зерни- стая	Рельефная	Глад- кая
Пригодность к перера- ботке	5	4	5	4	5
Устойчивость к механи- ческому воздействию	3	4	4	5	5
Устойчивость к атмо- сферному воздействию	3	5	5	3	5
Устойчивость к ультра- фиолету	3	5	5	3	5
Коррозионная стойкость	3	5	4	5	5
Устойчивость к агрес- сивным средам	2	5	4	5	5
Цена	3	4	5	4	5
<i>Примечание.</i> Балл 1 соответствует наихудшему значению, балл 5 — наилучшему [2].					

Результаты сравнения потребительских свойств различных покрытий позволяют сделать вывод, что выбор конкретного материала зависит от требований к конечному продукту, условий эксплуатации и экономических факторов. Например, полиэфирные покрытия подходят для объектов с умеренными требованиями, тогда как полиуретановые и пластизолы демонстрируют высокую устойчивость к агрессивным средам и экстремальным условиям.

В статье подчеркивается важность дальнейших исследований для разработки более эффективных и универсальных полимерных покрытий, способных удовлетворить растущие требования промышленности и строительства. Работа представляет ценность для специалистов в области металлургии, материаловедения и смежных отраслей.

Литература

- [1] Лисина Е.Д. Виды полимерных покрытий и их применение при прокате. *Студенческая научная весна: Машиностроительные технологии. Всерос. науч.-техн. конф.: матер.* Москва, ООО «КванторФорм», 2025. URL: <https://studvesna.ru/?go=articles&id=4492> (дата обращения 15.05.2025).
- [2] *Технология Coil Coating*. URL: <https://orelmp.ru/technology> (дата обращения 15.05.2025).
- [3] Лебедев В.П., Морозов С.К. *Полимерные покрытия в металлургии*. Санкт-Петербург, Химиздат, 2020, 320 с.
- [4] Кузнецов Е.В., Балануца Э.Б. *Лакокрасочные материалы и покрытия: Теория и практика*. Москва, Химия, 1988, 288 с.

Поступила в редакцию 10.06.2025

Лисина Екатерина Дмитриевна — студентка кафедры «Оборудование и технологии прокатки», МГТУ им. Н.Э. Баумана, Москва, Российская Федерация.

Дешам Настасья Людмила Мартин Мари — студентка кафедры «Технологии машиностроения», МГТУ им. Н.Э. Баумана, Москва, Российская Федерация.

Научный руководитель — Жихарев Павел Юрьевич, старший преподаватель кафедры «Оборудование и технологии прокатки», МГТУ им. Н.Э. Баумана, Москва, Российская Федерация.

Ссылку на эту статью просим оформлять следующим образом:

Лисина Е.Д., Дешам Н.Л.М.М. Виды полимерных покрытий и нанесение их на прокат. *Политехнический молодежный журнал*, 2026, № 01 (102). URL: <https://ptsj.bmstu.ru/catalog/metmat/powmet/1090.html>

TYPES OF POLYMER COATINGS AND THEIR APPLICATION FOR HIRE

E.D. Lisina

e.d.lisina@mail.ru

N.L.M.M. Desham

deshamn@student.bmstu.ru

Bauman Moscow State Technical University, Moscow, Russian Federation

The article discusses the types of polymer materials, their classification and application. Polymer coatings are films based on high molecular weight compounds formed by drying liquid coatings with protective and decorative properties. Due to their strength and resistance to external influences, polymers are widely used in metallurgy to protect against corrosion and other factors. The main categories of polymers, such as polyesters and plastisols, as well as the processes of their application are described. The need for further research to create more effective materials is emphasized.

Keywords: rolled products with polymer coatings, coil coating, plastisols, polyester coatings, coater, paint and varnish materials, rolled products

Received 10.06.2025

Lisina E.D. — student of Department of Rolling Equipment and Technologies, Bauman Moscow State Technical University, Moscow, Russian Federation.

Desham N.L.M.M. — student of Department of Mechanical Engineering Technology, Bauman Moscow State Technical University, Moscow, Russian Federation.

Scientific advisor — Zhikharev P.Yu., Senior Lecturer of Department of Rolling Equipment and Technologies, Bauman Moscow State Technical University, Moscow, Russian Federation.

Please cite this article in English as:

Lisina E.D., Desham N.L.M.M. Types of polymer coatings and their application for hire. *Politekhnicheskij molodezhnyy zhurnal*, 2026, no. 01 (102). URL: <https://ptsj.bmstu.ru/catalog/metmat/powmet/1090.html>