

ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ



УДК 72.04.016

Полихромные облицовочные металлические панели: методы создания декоративной поверхности

С.А. Кравченко, К.А. Лапунова

Донской государственный технический университет, г. Ростов-на-Дону, Российская Федерация

Аннотация

Рассматриваются современные методы создания полихромных облицовочных металлических панелей с декоративными поверхностями, которые находят широкое применение в архитектуре и дизайне. Анализируются различные технологии нанесения покрытий, включая порошковую окраску, анодирование, цифровую печать, ламинирование и применение полимерных пленок. Особое внимание уделяется инновационным подходам, таким как использование нанотехнологий и лазерной гравировки, которые позволяют достигать сложных цветовых переходов, текстур и эффектов. Приводятся примеры использования полихромных панелей в фасадных системах и интерьерных решениях. Исследование направлено на выявление наиболее перспективных технологий, которые обеспечивают высокое качество и декоративную выразительность металлических облицовочных панелей при минимальном воздействии на окружающую среду.

Ключевые слова: полихромные панели, металлические облицовочные материалы, декоративные покрытия, порошковая окраска, цифровая печать, анодирование, архитектурный дизайн

Для цитирования. Кравченко С.А., Лапунова К.А. Металлические панели с полихромной облицовкой: методы создания декоративной поверхности. *Молодой исследователь Дона*. 2025;10(4):70–74.

Polychrome Metal Cladding Panels: Methods of Decorative Surface Creation

Semen A. Kravchenko, Kira A. Lapunova

Don State Technical University, Rostov-on-Don, Russian Federation

Abstract

The article studies the modern methods of creating polychrome metal cladding panels with decorative surfaces that are widely used in architecture and design. Various coating technologies were analysed, including powder coating, anodizing, digital printing, lamination, and the use of polymer films. Particular attention was paid to the innovative approaches, such as the use of nanotechnology and laser engraving, which allowed obtaining complex color transitions, different textures and effects. Examples of using the polychrome panels in facade systems and interior solutions were provided. The study aims to identify the most advanced technologies that provide high quality and decorative expressiveness of metal cladding panels, and have minimal impact on the environment.

Keywords: polychrome panels, metal claddings, decorative coatings, powder coating, digital printing, anodizing, architectural design

For Citation. Kravchenko SA, Lapunova KA. Polychrome Metal Cladding Panels: Methods of Decorative Surface Creation. *Young Researcher of Don*. 2025;10(4):70–74.

Введение. Современная архитектура и дизайн активно используют инновационные материалы, позволяющие создавать эстетически выразительные и функциональные решения. Среди них особое место занимают полихромные облицовочные металлические панели, которые сочетают прочность, долговечность и разнообразие декоративных возможностей. Применение этих панелей в фасадных системах, интерьерах и предметах мебели открывает новые горизонты творчества, позволяя реализовывать сложные цветовые и текстурные решения.

Ключевым вопросом при производстве таких панелей является выбор технологии нанесения декоративного покрытия. Этот выбор определяет не только визуальный эффект, но и устойчивость к внешним воздействиям, экологичность и экономическую целесообразность. В настоящее время используются различные методы, от традиционных (порошковая окраска, анодирование) до высоких технологий (цифровая печать, лазерная гравировка, нанопокрyтия).

Цель данной статьи заключается в анализе существующих способов получения декоративной поверхности полихромных металлических панелей, оценке их преимуществ и ограничений, а также в выявлении наиболее перспективных направлений в этой области. В особом внимании заслуживают инновационные подходы, обеспечивающие высокую детализацию, стойкость цвета и экологическую безопасность.

1. Виды металлических фасадных панелей

В настоящее время большинство строящихся жилых зданий отдают первые этажи под торговые помещения. Применение полихромных панелей позволит создать эстетически привлекательный вид таких помещений. Полихромные панели представляют собой металлические облицовочные плиты с многоцветным покрытием, создающим сложные визуальные эффекты. Одной из ключевых особенностей металлических панелей является богатое разнообразие в стилистическом оформлении. Они могут быть выполнены в современном минималистском стиле, характеризующемся простотой форм, четкостью линий и использованием стандартных цветовых решений. Также с помощью металлических панелей возможно создание фасадов в стиле неоклассицизма, где имитируются природные материалы, такие как камень или древесина. Кроме того, металлические панели могут быть использованы для создания футуристических и инновационных фасадов с нестандартными формами и геометрическими рисунками.

Важным аспектом облицовочных металлических панелей является выбор основных материалов, используемых при их производстве. Современное строительство предлагает разнообразие материалов для создания панелей, которые могут быть изготовлены из алюминия, стали, меди и цинк-титановых сплавов [1]. Одним из наиболее распространенных материалов для таких панелей является сталь (как оцинкованная, так и нержавеющая). Она обладает высокой прочностью и легкостью, что позволяет достичь устойчивости к деформации и снизить нагрузку на конструкцию здания. Металлические панели также могут иметь декоративное покрытие из различных материалов, например, из цинкового сплава или полимеров. Рассмотрим сначала оцинкованную сталь, из которой можно изготавливать различные виды панелей: гладкие, рифленые и с узором. Толщина оцинкованного металла составляет 0,5–0,7 мм, а покрытие не только защищает материал, но и позволяет придать изделию разнообразные цвета и фактуры. Этот материал является одним из самых универсальных и используется при облицовке любых фасадов. Второй распространенный материал — нержавеющая сталь, которая также активно применяется для облицовки фасадов. Этот металл покрыт слоем оксида и не требует дополнительной обработки защитными средствами. При должном выборе сорта стали такие панели отличаются долговечностью, небольшим весом и простотой в уходе. Хотя нержавеющая сталь требует теплоизоляции и может накапливать статическое электричество, она обладает высокой коррозионной стойкостью.

Отдельным видом являются композитные многослойные панели из алюминия, также известные как «Алюкобонд» (рис. 1а). Между листами металла находится либо синтетический полимер, либо вспененный полиэтилен, что обеспечивает надежную защиту фасада от влаги и механических повреждений, а также легкость в обработке и формообразовании. В отличие от оцинкованной и нержавеющей стали, алюминий не накапливает статическое электричество и не требует монтажа теплоизоляции. Тем не менее, он является более дорогим и менее долговечным облицовочным материалом.

Облицовочные панели также могут быть изготовлены из других материалов и сплавов, таких как латунь, медь и бронза (рис. 1б). Эти панели могут покрываться глянцевым или матовым лаком и устанавливаются с помощью скрытого крепежа. Внутри конструкции часто обклеиваются звукопоглощающим материалом для предотвращения звука при механических воздействиях.

Последним упоминаемым видом являются металлокерамические панели (рис. 1в). Они представляют собой стальные листы, покрытые стекловидной эмалью, которая обеспечивает высокую устойчивость к агрессивным средам, повышенную жесткость и долговечность. Такие конструкции чаще всего применяются при строительстве транспортной инфраструктуры, включая тоннели, переходы и станции.



Рис. 1. Виды металлических облицовочных панелей: а — композитные алюминиевые; б — латунные; в — металлокерамические

2. Способы получения декоративной поверхности

Порошковая покраска

Порошковая покраска — это современный метод нанесения полимерных покрытий на металлические поверхности, при котором сухой красящий порошок наносится электростатическим способом с последующей полимеризацией в печи [2]. В отличие от традиционных жидких красок, данный метод не требует использования растворителей, что делает его более экологичным и экономичным. Порошковое покрытие формирует прочный и равномерный слой, который обладает устойчивостью к коррозии, механическим повреждениям и ультрафиолетовому излучению. Эта технология широко применяется в промышленности, строительстве и дизайне, позволяя достигать долговечных и эстетически привлекательных поверхностей с разнообразной цветовой гаммой и текстурами.

Эффекты, получаемые при таком нанесении, включают глянцевые, матовые и текстурные покрытия, а также варианты металлика, хамелеон и флуоресцентные оттенки. Перед нанесением покрытия металлическая панель проходит тщательную подготовку. На первом этапе осуществляется обезжиривание — удаление масел, смазок и других загрязнений с помощью щелочных растворов или органических растворителей. Затем проводится механическая обработка (дробеструйная или пескоструйная), что улучшает адгезию. Завершающим этапом служит фосфатирование или хроматирование — процесс нанесения конверсионного слоя, который защищает от коррозии и улучшает сцепление порошкового покрытия.

На втором этапе выполняется нанесение базового порошкового слоя. Металлическую панель заземляют и с помощью электростатического распыления наносят первый слой порошковой краски выбранного цвета. Чаще всего используются эпоксидные, полиэфирные или гибридные составы, обеспечивающие стойкость к ультрафиолетовому излучению и механическим воздействиям. После этого панель помещают в печь полимеризации (при температуре 160–200 °С), где порошок расплавляется, формируя прочное монолитное покрытие. Третьим этапом является создание полихромного эффекта. Для получения многоцветного декоративного рисунка применяются различные методы: многослойное нанесение с использованием трафаретов, метод «специального напыления» (free-hand spraying) и термотрансферные пленки.

На последнем этапе, для повышения износостойкости и глянца, на готовую панель может наноситься прозрачный порошковый лак с последующим запеканием.

Эмалирование (стеклоэмаль)

Эмалирование представляет собой технологический процесс создания прочного стеклокерамического покрытия на металлических поверхностях [3]. Этот метод основывается на нанесении специальной шихты — смеси стекляннного фритта, минеральных пигментов и модифицирующих добавок, с последующим высокотемпературным обжигом (750–850 °С). В процессе нагрева происходит спекание стекляннных частиц и их диффузионное сцепление с металлической подложкой, в результате чего формируется монолитное покрытие, сочетающее свойства как металла, так и стекла. Стеклоэмаль отличается исключительной химической стойкостью, термостабильностью, устойчивостью к ультрафиолетовому излучению и механическим воздействиям, сохраняя свой первоначальный вид на протяжении многих лет.

Процесс начинается с тщательной подготовки металлической поверхности. Панель очищают от загрязнений механическим или химическим способом, обезжиривают специальными составами и, при необходимости, подвергают травлению для улучшения адгезии. Для стальных поверхностей часто применяют грунтование или нанесение подслоя из специальных эмалей, предотвращающих окисление. На подготовленную поверхность наносят первый слой стеклоэмали выбранного цвета. Состав на основе стекляннного фритта с пигментами и добавками наносится методом напыления, окунания или электростатического осаждения. После нанесения панель сушат для удаления влаги перед высокотемпературным обжигом.

Чтобы создать сложные цветовые композиции, используют несколько технологических подходов. Художественное эмалирование может выполняться через трафареты с последовательным нанесением и обжигом различных цветов. Более сложные рисунки создаются ручным способом с использованием кистей или аэрографа, нанося эмалевые составы разных оттенков на отдельные участки. Каждый нанесенный слой эмали требует термической обработки в печи при температуре 750–850 °С. В процессе обжига эмаль спекается с металлом, образуя прочное, стекловидное покрытие. Для многоцветных композиций может потребоваться несколько циклов нанесения и обжига с постепенным понижением температуры для последующих слоев.

После завершения всех этапов декорирования готовое изделие может подвергаться дополнительной обработке. Для достижения особых эффектов поверхность полируют, матируют или покрывают защитными составами. В некоторых случаях применяется прозрачная эмаль, нанесенная поверх рисунка, для дополнительной защиты и усиления декоративного эффекта.

Анодирование алюминия

Анодирование — это электрохимический процесс создания оксидного защитного слоя на поверхности металлов, преимущественно алюминия и его сплавов [4]. В ходе обработки деталь погружают в кислотный электролит (обычно серную, хромовую или органическую кислоты) и пропускают через него электрический ток, в результате чего на поверхности металла формируется плотный, пористый оксидный слой. Этот слой обладает повышенной твердостью, коррозионной стойкостью и отличной адгезией к краскам и клеям. Анодирование может выполняться в декоративных целях, создавая цветные покрытия за счет введения красителей в поры оксидного слоя или электрохимического осаждения металлов. Процесс широко применяется в авиастроении, архитектуре, производстве потребительских товаров и электроники и сочетает защитные свойства с эстетической привлекательностью. В отличие от обычных покрытий, анодированный слой является частью металла, а не просто нанесенным покрытием, что обеспечивает исключительную долговечность.

Перед анодированием металлическую панель тщательно очищают и обезжиривают. Поверхность подвергают механической шлифовке или пескоструйной обработке для создания требуемой текстуры. Затем выполняют химическое травление в щелочном растворе для удаления оксидной пленки и активации поверхности, после чего проводится нейтрализация в кислотной ванне. Подготовленную панель помещают в электролитическую ванну с раствором серной кислоты (концентрация 15–20 %) при температуре 18–22 °С. Через систему подвесных контактов подают постоянный ток плотностью 1–2 А/дм² при напряжении 12–20 В. В течение 30–60 минут на поверхности формируется пористый оксидный слой толщиной 10–25 мкм, при этом толщина и структура слоя регулируются временем обработки и параметрами тока.

Для получения многоцветного декора применяют несколько методов: электролитическое окрашивание (последовательное погружение в солевые растворы различных металлов, таких как олово, никель, кобальт), интерференционное окрашивание (контроль толщины оксидного слоя с точностью до 0.1 мкм) и трафаретная технология (локальное анодирование через защитные маски с последующим окрашиванием разных участков). Лазерная обработка позволяет селективно изменять структуру оксидного слоя с целью получения контрастных узоров. После окрашивания панель подвергают уплотнению оксидного слоя в кипящей деионизированной воде или паром под давлением в течение 30–60 минут, а для особых случаев применяют обработку силиконовыми маслами или нанесение прозрачных полимерных покрытий для усиления защитных свойств.

Фотопечать (Digital printing on metal)

Цифровая фотопечать на металле — это инновационная технология высокоточной печати изображений непосредственно на металлические поверхности с использованием специализированного промышленного оборудования [5]. В отличие от традиционных методов декорирования, этот процесс основывается на послойном нанесении УФ-отверждаемых или сольвентных чернил через пьезоэлектрические печатающие головки, что позволяет воспроизводить изображения фотографического качества с разрешением до 1440 dpi. Технология обеспечивает исключительную цветопередачу (включая расширенную палитру Pantone), возможность печати градиентов, текстур и сложных графических элементов, не имея ограничений по повторяемости рисунка. Современные системы цифровой печати на металле оснащены встроенной системой цветокалибровки и могут работать с различными типами металлических поверхностей — алюминием, сталью, латуной, включая предварительно окрашенные или анодированные панели.

Процесс начинается с тщательной подготовки металлической поверхности. Панель проходит многоступенчатую очистку, включающую обезжиривание щелочными растворами и травление для создания оптимальной шероховатости. Для алюминиевых поверхностей дополнительно выполняется химическое оксидирование, а для стальных — нанесение грунтовочного слоя. На подготовленную поверхность наносится специальный праймер методом распыления или валикового нанесения. Состав на основе полимерных смол формирует идеально гладкую поверхность с контролируемой пористостью, оптимизированную для последующего нанесения чернил. Праймер отверждается в печи при температуре 150–180 °С в течение 10–15 минут, образуя прочное промежуточное покрытие.

Современные промышленные УФ-принтеры с разрешением до 1200 dpi наносят изображение с использованием специальных пигментных чернил. Процесс включает предпечатную подготовку (цветокоррекцию), послойное нанесение СМУК-палитры с возможностью добавления белого и прозрачного лака, мгновенную полимеризацию чернил УФ-излучением и контроль цветопередачи спектрофотометром в режиме реального времени. Для обеспечения долговечности напечатанное изображение подвергается дополнительной защите в зависимости от среды эксплуатации, включая жидкие лаки с УФ-фильтрами (для интерьерных решений), износостойкие полиуретановые составы (для фасадных применений) и специальные антивандалные покрытия (для общественных пространств). Завершающий этап включает отверждение покрытий в конвекционной печи при температуре 180–220 °С в течение 20–30 минут.

3. Контроль качества и испытания

Контроль качества и испытания полихромных металлических панелей включают комплексные проверки на всех этапах производства с целью обеспечения соответствия техническим и эстетическим требованиям. Визуальный осмотр под разными углами выявляет возможные дефекты, тогда как приборные методы контроля (например, спектрофотометрия) обеспечивают количественную оценку цветовых характеристик и блеска поверхности [6]. Механические испытания подтверждают прочность покрытия, а климатические испытания проверяют долговечность при различных условиях эксплуатации. Для фасадных панелей обязательны испытания на огнестойкость. Результаты тестирования документируются в цифровых паспортах качества с привязкой к конкретной партии продукции.

Заключение. Современные полихромные облицовочные металлические панели открывают новые горизонты в архитектуре и дизайне, сочетая эстетическую выразительность с функциональной долговечностью. В статье рассмотрены ключевые технологии создания декоративных поверхностей, такие как порошковая окраска, эмалирование, анодирование и цифровая печать, каждая из которых обладает уникальными преимуществами. Выбор технологии зависит от требований к долговечности, стоимости, детализации и условиям эксплуатации

Список литературы

1. Бережной В.Н., Беклемишев Н.К., Кучеренко В.В. *Строительные материалы. Металлические панели*. Справочник. Москва: Эксмо; 2011. 41 с.
2. Яковлев А.Д. *Порошковые краски*. Ленинград: Химия; 1987. 216 с.
3. Флеров А.В., Демина М.Т., Елизаров А.Н., Шеманов Ю.А. *Техника художественной эмали, чеканки и ковки*. Учебное пособие. Москва: Высшая школа; 1986. 191 с.
4. Аверьянов Е.Е. *Справочник по анодированию*. Москва: Машиностроение; 1988. 224 с.
5. Вольфсон А.И. *Фотохимические методы нанесения изображений на металлы и пластмассы*. Ленинград: Судпромгиз; 1958. 57 с.
6. ГОСТ 9.302-88. *Покрyтия металлические и неметаллические неорганические. Методы контроля*. URL: <https://irtechnologies.ru/assets/gost-9.302-88.pdf?ysclid=mcyj9w55ru346398877> (дата обращения: 11.03.2025).

Об авторах:

Семён Александрович Кравченко, магистрант кафедры строительных материалов Донского государственного технического университета (344003, Российская Федерация, г. Ростов-на-Дону, пл. Гагарина, 1), kravchenko.1925@mail.ru

Кира Алексеевна Лапунова, кандидат технических наук, доцент кафедры строительных материалов Донского государственного технического университета (344003, Российская Федерация, г. Ростов-на-Дону, пл. Гагарина, 1), Klapunova@donstu.ru

Конфликт интересов: авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Все авторы прочитали и одобрили окончательный вариант рукописи.

About the authors:

Semen A. Kravchenko, Master's Degree Student of the Building Materials Department, Don State Technical University (1, Gagarin Sq., Rostov-on-Don, 344003, Russian Federation), kravchenko.1925@mail.ru

Kira A. Lapunova, Cand.Sci. (Engineering), Associate Professor of the Building Materials Department, Don State Technical University (1, Gagarin Sq., Rostov-on-Don, 344003, Russian Federation), Klapunova@donstu.ru

Conflict of Interest Statement: the authors declare no conflict of interest.

All authors have read and approved the final manuscript.