

Центральный научно-исследовательский и проектный институт строительных металлоконструкций  
ЦНИИПРОЕКТСТАЛЬКОНСТРУКЦИЯ

Всесоюзный научно-исследовательский и конструкторский институт автогенного машиностроения  
ВНИИАВТОГЕНМАШ

Научно-производственное объединение  
"Лакокраспокрытие"

НИО "ЛАКОКРАСПОКРЫТИЕ"

## РУКОВОДСТВО

ПО ДОЛГОВРЕМЕННОЙ ЗАЩИТЕ СТРОИТЕЛЬНЫХ СТАЛЬНЫХ КОНСТРУКЦИЙ  
МЕТАЛЛИЗАЦИОННЫМИ И МЕТАЛЛИЗАЦИОННО-ЛАКОКРАСОЧНЫМИ ПОКРЫТИЯМИ

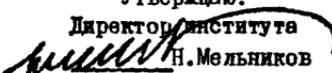
Москва, 1976

Центральный научно-исследовательский и проектный институт строительных металлоконструкций

ЦНИИПРОЕКТСТАЛЬКОНСТРУКЦИЯ

Утверждаю:

Директор института

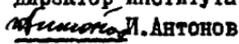
 Н. Мельников

Всесоюзный научно-исследовательский и конструкторский институт автомобильного машиностроения

ВНИИАВТОГЕНМАШ

Согласовано:

Директор института

 Л. Антонов

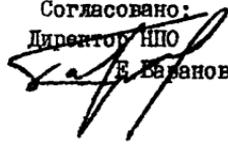
Научно-производственное объединение "Лакокраспокрытие"

НПО

"ЛАКОКРАСПОКРЫТИЕ"

Согласовано:

Директору НПО

 Е. Евдянов

## РУКОВОДСТВО

ПО ДОЛГОВРЕМЕННОЙ ЗАЩИТЕ СТРОИТЕЛЬНЫХ СТАЛЬНЫХ КОНСТРУКЦИЙ  
МЕТАЛЛИЗАЦИОННЫМИ И МЕТАЛЛИЗАЦИОННО-ЛАКОКРАСОЧНЫМИ ПОКРЫТИЯМИ

Москва, 1976

**Руководство по долговременной защите строительных стальных конструкций металлизационными и металлизационно-лакокрасочными покрытиями содержит рекомендации по долговременной защите металлических конструкций металлизационными и комбинированными металлизационно-лакокрасочными покрытиями и областям их применения, а также основные данные, необходимые для проектирования и нанесения таких покрытий.**

**Руководство разработано в соответствии и в развитие главы СНиП П-28-73 "Защита строительных конструкций от коррозии (депозитное)".**

## СОДЕРЖАНИЕ

	Стр.
Предисловие .....	4
1. Общая часть .....	5
2. Защита стальных конструкций от коррозии металлизационными покрытиями .....	6
Объекты металлизации и требования к ним	6
Подготовка поверхности металлируемых конструкций и элементов .....	7
Проволока для металлизации .....	8
Аппаратура для металлизации .....	9
Нанесение металлизационных покрытий ...	11
Сварка металлизированных конструкций ..	12
3. Защита стальных конструкций от коррозии металлизационно-лакокрасочными покры- тиями .....	13
Области применения, материалы .....	13
Технология нанесения и оборудование ...	13
Выбор металлизационных и металлизацион- но-лакокрасочных покрытий .....	14
4. Контроль технологического процесса и качества покрытий .....	14
5. Техничко-экономические показатели .....	16
Приложения .....	20

## ПРЕДИСЛОВИЕ

Настоящее Руководство предназначено для использования при проектировании и практическом осуществлении противокоррозионной защиты стальных строительных конструкций долговременными металлизационными и металлизационно-лакокрасочными покрытиями и рассчитано на инженерно-технических работников, занимающихся проектированием стальных конструкций зданий и сооружений, инженерно-технический персонал заводов металлоконструкций и строительно-монтажных организаций, а также квалифицированных рабочих.

В Руководстве приводятся рекомендации по защите стальных конструкций, эксплуатируемых в слабо- и среднеагрессивных средах, металлизационными и комбинированными, а в средне- и сильноагрессивных средах - комбинированными металлизационно-лакокрасочными покрытиями.

Руководство разработано в результате проведенных исследований и обобщения отечественного и зарубежного опыта применения металлизационных и металлизационно-лакокрасочных покрытий для защиты стальных конструкций от коррозии.

Руководство составлено отделом антикоррозионной защиты ЦНИИпроектстальконструкция (д-р техн. наук Голубев А.И., инж. Машлыкна А.В.) совместно с лабораторией газотермических покрытий ИИИМавтогеммаш (инженеры Антошин Е.В., Вахалин В.А., Немковолд И.А.) и лабораторией химстойких покрытий НПО "Лакокраспокрытие" (канд. хим. наук Крамаренко Д.М., инж. Сахаров Ю.И.).

Замечания и предложения по содержанию Руководства просим направлять по адресу: П17393, Москва, Н. Черемушки, кв. 28, корп. 2, ЦНИИпроектстальконструкция.

## I. ОБЩАЯ ЧАСТЬ

I.1. Металлизационные и металлизационно-лакокрасочные покрытия для защиты от коррозии строительных стальных конструкций должны проектироваться в соответствии с главой СНиП П-28-73 "Защита строительных конструкций от коррозии (дополнение)".

I.2. Металлизационно-лакокрасочные (комбинированные) покрытия представляют собой сочетание металлизационных и последующих лакокрасочных покрытий.

I.3. Металлизационные покрытия наносятся путем распыления металла покрытия воздушной струей по мере его расплавления.

Лакокрасочные покрытия наносятся на металлизированную поверхность любым технически осуществимым и экономически целесообразным способом.

I.4. Нанесение металлизационных покрытий осуществляется при помощи газопламенных или электродуговых металлизационных аппаратов и, как и последующее нанесение лакокрасочных материалов, может производиться на собранные строительные стальные конструкции, их узлы и детали, не требуя сложного оборудования и больших площадей. При этом процесс металлизации стального проката (листового и фасонного), а также деталей и элементов конструкций простой конфигурации легко поддается механизации.

I.5. Металлизацию стальных конструкций, их элементов и деталей производят цинком или алюминием.

Лакокрасочные материалы, наносимые по металлизационным покрытиям, уплотняют их, закрывая поры, изолируют металлизационное покрытие от воздействия окружающей среды и тем самым отдают начало процесса коррозии. Пористость и шероховатость металлизационного покрытия обуславливают повышенную адгезию и стойкость лакокрасочных покрытий.

По защитным свойствам и долговечности металлизационно-лакокрасочные покрытия значительно превосходят металлизационные и лакокрасочные покрытия, отдельно взятые.

I.6. Для защиты стальных конструкций, эксплуатируемых в слабо- и среднеагрессивных средах, могут применяться как металлизационные, так и комбинированные покрытия; защите стальных конструкций, работающих в сильноагрессивных средах, должны

осуществляться комбинированными металлизационно-лакокрасочными покрытиями.

1.7. При проведении работ по нанесению металлизационных и лакокрасочных покрытий, а также подготовке поверхности конструкций, их элементов и деталей должны быть предусмотрены все меры по охране труда и технике безопасности: общая приточно-вытяжная вентиляция и местный отсос воздуха в рабочих зонах; меры, обеспечивающие безопасное применение сжатого воздуха, сосудов под давлением, горючих газов и жидкостей и аппаратуры под электрическим напряжением, а также индивидуальные средства защиты рабочих.

Все работы по антикоррозионной защите конструкций металлизационными и металлизационно-лакокрасочными покрытиями должны производиться в соответствии с существующими правилами и нормами техники безопасности, а эксплуатация оборудования и аппаратуры должна осуществляться в строгом соответствии с инструкциями заводов-изготовителей.

## 2. ЗАЩИТА СТАЛЬНЫХ КОНСТРУКЦИЙ ОТ КОРРОЗИИ МЕТАЛИЗАЦИОННЫМИ ПОКРЫТИЯМИ

### Объекты металлизации и требования к ним

2.1. Металлизационные покрытия следует предусматривать для объектов, нуждающихся в долговременной защите. Для слабоагрессивной среды ориентировочный срок службы таких покрытий - не менее 20 лет, для среднеагрессивной - не менее 10-15 лет.

2.2. Металлизации могут подвергаться элементы конструкций или готовые конструкции как в заводских условиях, так и на монтажной площадке. Наиболее целесообразна с точки зрения механизации процесса металлизация в условиях завода, изготавливающего металлоконструкции. Применение металлизации наиболее эффективно при массовом производстве однотипных изделий.

Примерный перечень объектов металлизации приведен в приложении I.

2.3. Металлизации могут подвергаться конструкции, их элементы и детали с открытой поверхностью, позволяющей направлять на нее струю распыленного металла под углом от 90 до 45°.

Металлизируемые конструкции и их элементы не должны иметь щелей, глубоких карманов и других недоступных для металлизации мест.

### Подготовка поверхности металлизируемых конструкций и элементов

2.4. Подготовка поверхности производится с целью создания условий, обеспечивающих прочное сцепление покрытия с защищаемой поверхностью путем полной очистки последней от продуктов коррозии, всевозможных загрязнений, влаги, а также придания ей необходимой шероховатости.

Предназначенная под металлизацию поверхность, в соответствии с требованиями СНиП II-28-73, должна иметь степень очистки по ГОСТ 9025-74 не ниже второй.

Рекомендуемая степень шероховатости металлируемой поверхности (ГОСТ 2789-72) в зависимости от толщины покрытия приведена в таблице I.

Таблица I

Толщина металлизационного покрытия, мкм		Микрорельеф подготовленной поверхности, мкм	
цинкового	алюминиевого	$R_a$	$R_z$
80-120	-	6-8	20-30
200	120	10-12	40-50
Более 200	300	не менее 25	80-100

2.5. Подготовку поверхности под металлизацию следует производить путем дробеструйной или дробеметной обработки. При этом поверхность одновременно очищается от ржавчины, окислов, загрязнений и приобретает необходимую шероховатость.

Подлежащие такой обработке поверхности не должны иметь заусенцев, острых кромок, сварочных брызг, наплывов, остатков флюса. Радиус закругления кромок - не менее 1,5 мм.

2.6. Абразивную обработку рекомендуется применять для стали толщиной не менее 2 мм. При меньшей толщине следует

предварительно проверить, не снизятся ли механические свойства стали, и принять меры, предупреждающие нарушение геометрии и конфигурации изделия.

2.7. Захрипная поверхность перед дробеструйной или дробеметной обработкой должна быть обезжирена путем протирки ветошью, смоченной уайт-спиритом, либо нагревом до 250°C до полного удаления масляных и жировых загрязнений.

2.8. Пескоструйную, дробеструйную или дробеметную обработку металлизированных поверхностей производят с помощью обычно применяемого для этой цели оборудования - пескоструйных аппаратов, а также дробеструйных или дробеметных установок.

Подготовку поверхности производят как в закрытых камерах, изготавливаемых в соответствии с размерами изделий и условиями производства, так и открытым способом на строительных площадках.

2.9. При работе в условиях закрытых камер и возможности многократного использования абразива применяют чугунную колотую дробь ДЧК-08 или ДЧК-1 (ГОСТ II964-66), а также электрокорундовое шлифзерно № 100 или 80 (ГОСТ 3647-59).

2.10. Рекомендуемое для подготовки поверхности стали под металлизацию оборудование приведено в приложении II.

2.11. Допустимый разрыв во времени между подготовкой поверхности и металлизацией зависит от условий выполнения работы и не должен превышать:

в закрытых помещениях - 6<sup>ч</sup>;

на открытом воздухе в сухую погоду - 3 ч;

под навесом в сырую погоду - 30 мин.

Во избежание потери прочности сцепления металлизационного покрытия с изделием недопустимо попадание на подготовленную поверхность влаги или образование на ней конденсата.

#### Проволока для металлизации

2.12. Для цинковых покрытий применяют проволоку марки Ц1 (ГОСТ 13073-67) диаметром 1,5 и 2,0 мм. Цинковая проволока диаметром более 2 мм поставляется по особому заказу.

Для алюминиевых покрытий применяют проволоку марок АД1, АМц (ГОСТ 7871-63) и др.

2.13. Проволока для металлизации должна иметь гладкую, чистую и неокисленную поверхность, без вмятин, заусенцев, расщеплений и резких перегибов.

Консервационная смазка с алюминиевой проволоки перед ее употреблением должна быть удалена с помощью растворителей с последующей промывкой горячей водой. Технологическая смазка на проволоке не препятствует процессу металлизации и удалять ее не следует.

2.14. При расчете массы проволоки, необходимой для получения металлизационного покрытия заданной толщины, следует учитывать коэффициенты использования металла, приведенные в приложении III, где даны также формула и пример расчета массы проволоки.

#### Аппаратура для металлизации

2.15. Нанесение покрытий производят электродуговыми или газоплазменными металлизационными аппаратами (ГОСТ 11966-66).

Антикоррозионные свойства покрытий, нанесенных газоплазменными и электродуговыми аппаратами, равновалны.

Для работ, выполняемых вручную, применяют электродуговые аппараты ЭМ-10, ЭМ-14, комплект КДМ-1 и газоплазменные ППН-2, ППН-4.

Работы на механизированных установках и точных линиях производят с применением стационарных высокопроизводительных электродуговых аппаратов ЭМ-12, ЭМ-15 или газоплазменных ППН-5.

Основные технические характеристики аппаратов приведены в приложениях IV и V.

2.16. Выбор аппаратуры для работы в стационарных условиях производится с учетом степени механизации процесса металлизации и сравнительной стоимости покрытий, расчетные значения которой для работ, выполняемых в оптимальных условиях, приведены в приложении VI.

2.17. Число одновременно работающих аппаратов, необходимых для выполнения заданной программы в условиях механизированного технологического процесса металлизации изделий с от-

крытой поверхностью, определяется по формуле

$$N = \frac{\delta_n \cdot \delta}{1000 \cdot \eta \cdot G} \cdot S,$$

где  $N$  - число аппаратов;

$S$  - часовая программа выпуска, м<sup>2</sup>/ч;

$\delta$  - толщина наносимого слоя, мм;

$\delta_n$  - плотность покрытия, кг/м<sup>3</sup> (по приложению Ш);

$\eta$  - коэффициент использования металла при распылении (таблица приложения Ш);

$G$  - производительность металлизационного аппарата, кг/ч (приложения IV, V).

При определении необходимого количества аппаратов для выполнения ручных работ, связанных с перестановкой деталей, переходами и остановками, приведенная в приложениях IV и V производительность аппаратов должна быть уменьшена в 2 раза.

2.18. Эксплуатация металлизационных аппаратов производится в соответствии с указаниями инструкций завода-заготовителя, прилагаемых к аппаратам.

2.19. Для питания электродуговых аппаратов постоянным током применяются сварочные преобразователи и выпрямители с жесткой вольт-амперной характеристикой. Рекомендуются преобразователи для сварки в среде углекислого газа типа ПСМ-1000, ПСГ-500 и ПСУ-500 или выпрямители ВДГ-301, ВС-600, обеспечивающие высокую стабильность горения дуги.

2.20. При металлизации вручную в условиях монтажных площадок рекомендуется применять комплект для электродуговой металлизации КДМ-1, состоящий из электрометаллизатора ЭМ-14 и передвижного выпрямителя, укомплектованного приборами и принадлежностями для дистанционного управления.

2.21. При эксплуатации ручных металлизационных аппаратов газопламенного типа в условиях монтажных площадок, а также при подвижных работах внутри цехов, их питание кислородом и горючими газами - ацетиленом и пропан-бутаном - производится от устанавливаемых непосредственно у рабочего места баллонов, снабженных редукторами.

2.22. В стационарных условиях - работы внутри помещений при небольших расходах газов - газовые баллоны устанавливаются

вне помещения в закрытых металлических шкафах. Из баллонов газ поступает на рабочие места, оборудованные в соответствии с "Правилами техники безопасности при газопламенной обработке металлов".

2.23. При больших расходах газа батареи из необходимого количества баллонов оборудуются рампами, снабженными рамповыми редукторами, от которых газы под заданным давлением поступают в газовую сеть.

2.24. Сжатый воздух, применяемый для подготовки поверхности и металлизации, не должен содержать масла и влаги, для чего он очищается в масловодоотделителях или установках очистки воздуха. Оборудование компрессорной станции и воздушной сети должно обеспечивать подачу к аппаратам необходимого количества воздуха без резких перепадов давления.

#### Нанесение металлизационных покрытий

2.25. Металлизация вручную осуществляется путем последовательного нанесения на небольшие участки поверхности нескольких слоев покрытия, число которых определяется заданной общей толщиной слоя.

Степень неравномерности толщины покрытий, наносимых ручным способом, не должна превышать 20% от заданной толщины.

2.26. Конструкции, их элементы и детали, металлизированные на открытом воздухе, должны быть защищены от атмосферных осадков и иметь температуру поверхности не ниже минус 5°C.

2.27. Металлизацию изделий массового производства выполняют с применением обычных средств механизации, обеспечивающих либо вращение, либо поступательное перемещение изделий относительно металлизационных аппаратов, либо перемещение аппаратов относительно неподвижных или вращающихся изделий.

Механизация процесса металлизации наиболее легко осуществляется при нанесении покрытий на трубы, изделия цилиндрической формы, листовую и профилевую прокат.

2.28. При механизированном процессе металлизации получение покрытий заданной толщины за один проход возможно при перемещении металлизационного аппарата относительно изделия со скоростью не ниже минимальной.

Расчет минимальной скорости производится по следующей формуле:

$$(V_0)_{\text{мин}} = 0,94 \cdot 10^3 \frac{\eta \cdot G}{\gamma_n \cdot (\delta_{\text{макс}} \cdot \Delta\delta)}$$

где  $(V_0)_{\text{мин}}$  - минимальная скорость продольного перемещения аппарата относительно изделия, обеспечивающая получение заданной толщины покрытия за один проход, м/мин.;

$\delta_{\text{макс}}$  - заданная толщина покрытия, мм;

$\Delta\delta$  - поправка ( $\Delta\delta \approx 0,3 \delta_{\text{макс}}$ );

$\eta$  - коэффициент использования металла (см. табл. прил. III);

$\gamma_n$  - плотность покрытия, кг/м<sup>3</sup> (см. прил. III);

$G$  - производительность аппарата, кг/ч (приложения IV и V).

2.29. При механизированном нанесении покрытий каждая последующая полоса наносится со смещением установочного положения аппарата на расстояние, равное углу смещения, составляющему 14-18 мм для газопламенных аппаратов и 17-21 мм для электродуговых.

При соблюдении требований пп. 2.28 и 2.29 обеспечивается получение покрытий, различающихся по толщине не более, чем на 10%.

#### Сварка металлизированных конструкций

2.30. При металлизации конструкций, подлежащих электродуговой сварке (ручной, полуавтоматической и автоматической), во избежание снижения качества сварных соединений по периметру шва должна оставаться свободная от покрытия полоса шириной 20 мм. Для этого поверхность кромок при металлизации должна прикрываться или защищаться меловой обмазкой. Если такие полосы отсутствуют, их необходимо перед сваркой подготовить путем механического удаления покрытия. Сварка ведется электродами в соответствии с таблицей 35 СНиП II-28-73 (дополнение).

2.31. Электродуговую сварку стали с алюминиевым покрытием рекомендуется производить на переменном токе электродами СМ-II и УП2-55; при сварке на постоянном токе - электродами УОНИ-13/45 и УОНИ-13/55.

2.32. Сварные швы подвергают очистке от окислов и шлаков и металлизации аппаратами ручного типа металлом основного покрытия. Во избежание появления налета ржавчины на основном покрытии от металлической пыли, которая может осесть при подготовке швов с использованием стального или чугунового абразива, околошовную зону следует обдуть сжатым воздухом. С этой же целью в качестве абразива при подготовке швов рекомендуется использовать электрокорунд.

2.33. Коррозионная стойкость металлизационных покрытий на сварных швах практически не отличается от коррозионной стойкости покрытия основного металла.

### 3. ЗАЩИТА СТАЛЬНЫХ КОНСТРУКЦИЙ ОТ КОРРОЗИИ МЕТАЛЛИЗАЦИОННО-ЛАКОКРАСОЧНЫМИ ПОКРЫТИЯМИ

#### Области применения, материалы

3.1. Комбинированные металлизационно-лакокрасочные покрытия, в соответствии с таблицами 40-41 СНиП II-28-73, следует применять для долговременной защиты от коррозии стальных конструкций, эксплуатируемых в средне- и сильноагрессивных средах внутри зданий, на открытом воздухе и под навесами, а также в жидких органических и неорганических средах.

В слабоагрессивных средах, когда необходима, в соответствии с декоративными требованиями, окраска лакокрасочными материалами, могут применяться комбинированные покрытия с пониженной толщиной металлизационного слоя.

3.2. Грунтовки и эмали, рекомендуемые для нанесения по металлизационным цинковым и алюминиевым покрытиям, приведены в приложении У1.

#### Технология нанесения и оборудование

3.3. Нанесение лакокрасочных материалов на металлизационное цинковое или алюминиевое покрытие во избежание загрязнения металлизированной поверхности рекомендуется производить сразу после металлизации.

3.4. Лакокрасочные материалы наносят на металлизационный слой без подготовки поверхности. В случае наличия на поверхно-

сти жировых и других загрязнений удаление их производится смоченным уайт-спиритом протирающим материалом, не оставляющим на поверхности металлизационного слоя волокон. Обильное смачивание растворителем не рекомендуется. Окраску следует производить после испарения растворителя.

3.5. Перед нанесением грунтовка или эмаль разбавляются до требуемой вязкости указанным в приложении У1 растворителем, перемешиваются и профильтровываются.

3.6. Способ нанесения лакокрасочного материала и оборудование выбирают, исходя из размеров, конструктивных особенностей изделия, условий проведения работ.

При выборе способа нанесения и оборудования рекомендуется пользоваться указаниями ОМТМ 7312-010-70 "Окраска металлических поверхностей".

#### Выбор металлизационных и металлизационно-лакокрасочных покрытий

3.7. Выбор защитных антикоррозионных покрытий должен производиться, исходя из условий эксплуатации и желательного срока службы покрытия, с учетом экономической целесообразности.

3.8. Степень агрессивного воздействия среды определяется в соответствии с таблицами 29-34 СНиП II-28-73.

3.9. Рекомендуемые области применения и системы металлизационных и металлизационно-лакокрасочных покрытий приведены в таблицах 2 и 3 с указанием ориентировочных сроков службы покрытий для атмосферных условий и наиболее распространенных особых сред.

#### 4. КОНТРОЛЬ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА И КАЧЕСТВА ПОКРЫТИЙ

4.1. При защите конструкций от коррозии металлизационными и металлизационно-лакокрасочными покрытиями контролируют чистоту сжатого воздуха; состояние абразива, качество подготовки поверхности и качество металлизационных и лакокрасочных покрытий.

4.2. Чистота сжатого воздуха должна соответствовать 13 классу по ГОСТ 17433-72 и оценивается по отсутствию пятен маф-

ла и влаги на белой фильтровальной бумаге. Появление следов масла и влаги указывает на необходимость немедленного осмотра масловожуделителей и замены в них фильтрующих элементов. Проверка качества очистки воздуха производится непосредственно у рабочих мест ежедневно перед началом работы.

Абразив не должен иметь масляных загрязнений и ржавчины.

Поверхность металла после абразивной обработки должна быть чистой, без остатков окалины, ржавчины и загрязнений, иметь ровный светлосерый цвет и шероховатость в соответствии с табл. I. Оценка шероховатости производится визуально сравнением с утвержденными эталонами или определением на образце (свидетеле), обработанном вместе с изделием. Определение шероховатости на эталонах и образцах (свидетелях) производится в соответствии с ГОСТ 2789-73.

4.3. Контроль металлизационного покрытия состоит в оценке внешнего вида, определении толщины и проверке прочности сцепления (адгезии) с изделием. Покрытие должно быть мелкозернистым и соответствовать 3-5 классу чистоты. Пропуски, вздутия, металлические брызги должны отсутствовать. Покрытие должно быть светлым. Допускается небольшое колебание оттенка металлизационного покрытия. Пропуски, откалы и другие дефекты металлизационного покрытия устраняют путем повторной пескоструйной обработки и металлизации дефектного участка.

4.4. Толщину металлизационных покрытий на изделии измеряют толщиномерами магнитного (ИТП-1), электромагнитного (МИП-10, МТ-30) или другого типа. Замеры производят в назначенных точках поверхности в соответствии с установленными для данного изделия техническими требованиями. Равномерность толщины определяется по среднему значению замеров. Допускается отклонение от заданной толщины металлизационного слоя в пределах 20 %.

4.5. Испытания прочности сцепления (адгезии) производится методом параллельных надрезов покрытия при помощи граверного штихеля или другого режущего инструмента. Расстояние между надрезами должно быть равным десятикратной толщине слоя. При прорезании слоя до самого основания отделение покрытия или его выкрашивание не допускается.

Прочность сцепления проверяется на контрольном образце или на изделии. В последнем случае металлизационный слой в месте проверки восстанавливается.

Количественная оценка прочности сцепления металлизационного покрытия может быть получена по клеевой методике, разработанной ВНИИавтогенмаш.

4.6. Лакокрасочные материалы должны удовлетворять требованиям технических условий.

4.7. Внешний вид лакокрасочного покрытия оценивается визуально и должен соответствовать VI-VII классу по ГОСТ 9032-74.

4.8. Прочность сцепления лакокрасочного покрытия с металлизационным проверяется методом "решетки" в соответствии с ГОСТ 15140-69 на контрольном образце, окрашенном в общем потоке с изделием, или на самой детали или узле.

4.9. Окончательная приемка покрытия производится после полного высыхания лакокрасочного материала.

## 5. ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ

5.1. В приложении УП приведены прямые затраты по нанесению металлизационных покрытий на 100 м<sup>2</sup> защищенной поверхности.

5.2. В приложении УИ приведены затраты на нанесение одного слоя лакокрасочных материалов на монтажных площадках методом пневматического распыления на 100 м<sup>2</sup> окрашиваемой поверхности (ОМТМ 7312-О10-70 Окраска металлических поверхностей).

5.3. В приложении IX даны примеры применения в различных условиях эксплуатации традиционных лакокрасочных систем и рекомендуемых металлизационных и металлизационно-лакокрасочных покрытий с затратами в руб. на 100 м<sup>2</sup> защищаемой поверхности, а также затраты с учетом срока службы покрытий - затраты на 100 м<sup>2</sup>/год.

5.4. Приведенные примеры свидетельствуют о том, что применение комбинированных покрытий эффективнее, чем применение лакокрасочных.

Как технически целесообразные и экономически выгодные металлизационные и комбинированные металлизационно-лакокрасочные покрытия в соответствии с указаниями настоящего Руководства рекомендуются для широкого применения с целью долговременной защиты стальных конструкций от коррозии.

Таблица 2

Рекомендуемые области применения и системы металлизационных и металлизационно-лакокрасочных покрытий для атмосферных условий

Степень агрессивного воздействия атмосферы	Группа агрессивных газов	Относительная влажность воздуха помещений, %	Зона влажности*	Рекомендуемое защитное покрытие					Ориентировочный срок службы	
				металлизационное		лакокрасочное				
				материал	толщина покрытия, мкм	грунтовка	кол-во слоев	эмаль		кол-во слоев
Слабая	А	> 75	сухая нормальная	алюминий или цинк	200 150					не менее 20 лет
	Б	61-75	сухая	алюминий или цинк	200 150	Декоративная окраска				
	В	≤ 60	-	алюминий или цинк	100 80	ФЛ-03к или ФЛ-03ж	I	ФФ-115 ФФ-133	I	
Средняя	А	-	влажная	алюминий	200-250	-	-	-	-	не менее 15 лет
	Б	- > 75	нормальная влажная	алюминий или цинк	150	ВЛ-02 <sup>ж</sup> ВЛ-08 ФЛ-03ж ФЛ-03ж	I	-	-	

\*Одна из рекомендуемых грунтовок и одна из рекомендуемых эмалей.

Степень агрессивного воздействия атмосферы	Группа агрессивных газов	Относительная влажность воздуха помещений, %	Зона влажности	Рекомендуемое защитное покрытие					Ориентировочный срок службы	
				металлизационное		лакокрасочное				
				материал	толщина покрытия, мкм	грунтовка	кол-во слоев	эмаль		кол-во слоев
Средняя	В	-	сухая	алюминий или цинк	120	ФЛ-03 <sup>х</sup> ФЛ-03к ХВ-050 ХС-068	2	ХВ-1100 <sup>х</sup> ХВ-785 (С.ХСЗ-26) ХВ-125 КЧ-749 КЧ-172 ХВ-124	2	
		>75	нормальная							
	Г	≤60	-							
		61-75	-							
		>75	-	алюминий или цинк	120	ЭП-00-10	1	ЭП-773	1	
Сильная <sup>нз</sup>	В	-	влажная	алюминий	200- 250	ХС-068 или ХВ-050	2	ХВ-1100 или ХВ-785	2	не менее 5 лет
		Г	сухая							
		-	нормальная							
		-	влажная	алюминий	200- 250	ЭП-00-10	1	ЭП-773	2	

<sup>нз</sup> Одна из рекомендуемых грунтовок и одна из рекомендуемых эмалей

<sup>хк</sup> При скорости коррозии до 1,0 мм/год. (при большей скорости коррозии заплата назначается по индивидуальному проекту)

Т а б л и ц а 3

Рекомендуемые области применения и системы металлизационных и металлизационно-лакокрасочных покрытий для некоторых особых сред

Среда	Рекомендуемое защитное покрытие				Ориентирующий срок службы
	металлизационное		лакокрасочное		
	материал	толщина, мкм	материал	кол-во слоев	
Пресная мягкая вода	алюминий	200	-	-	не менее 15 лет
	алюминий или цинк	150	грунт - шпат-левка ЭП-00-10 или эмаль ВЛ-515 или лак этиноль	2	
Пресная жесткая вода	цинк	200	-	-	15 лет
	цинк или алюминий	150	ЭП-00-10 или ВЛ-515 или лак этиноль	2	
	цинк или алюминий	120	ЭП-00-10 или ВЛ-515 или лак этиноль	3	
Горячая вода до 70-100°C и водяной пар	алюминий	200	ЭП-00-10	2	не менее 10 лет
Морская вода	алюминий	200	ЭП-00-10 или лак этиноль	2 3-4	не менее 15 лет
Минеральные масла	цинк или алюминий	150	ВЛ-515	2	10 лет
Нефтепродукты, содержащие сернистые соединения	алюминий	150-200	-	-	10 лет
Повышенные температуры, до 400°C	алюминий	200	-	-	10 лет

П Р И Л О Ж Е Н И Я

П р и л о ж е н и е I

Объекты металлизации

Вид конструкций	Объекты	Примечание
Готовые конструкции на монтаже	Крупногабаритные конструкции: мосты, дымовые трубы, резервуары, гидротехнические сооружения	При отсутствии возможности изготовления в заводских условиях поэлементно
Готовые металлоконструкции на ЗМК	Элементы каркасов зданий и сооружений	На монтаже осуществляется только заделка монтажных соединений
Элементы конструкций после заводской сварки	Конструкции со значительным объемом сварных работ	
Элементы и заготовки до заводской сварки	Конструкции из прокатного профиля и листового проката	Возможна механизация и автоматизация процессов
Закладные детали		Закладные детали металлизироваться в соответствии с пп. 3-18 - 3-21 СНиП II-28-73

Приложение II

Рекомендуемое оборудование для подготовки поверхности  
металлоконструкций под металлизацию

Тип пром- родства	Вид наделя	Оборудование	Краткая техническая характеристика
Серийное	Узлы	Камера очистная дробеструй- ная, модель 020095 (по типу 042047) з-да "Амурлитмаш", г.Комсомольск-на-Амуре	Количество установленных дробеструйных аппаратов 5. Наибольшая масса очищаем- ых наделей 60 000 кг. Габариты 6500 x 4000 x 3000. Потребляемая мощность 34 квт, масса 120 т
Единичное	Узлы	двухкамерный дробеструйный аппарат модели 334 м Павло- градского ремонтно-механи- ческого завода	Количество сопел 2; давление сжатого воздуха 6 кгс/см <sup>2</sup> ; расход воздуха 4,2 м <sup>3</sup> /мин. на I сопло. Расход дроби (безвозвратный) на I т наделии 2,4- 3,5 кг. Производительность I сопла 1500 кг/ч. Габаритные размеры 1650 x x 840 x 2050, масса 750 кг

Тип производства	Вид изделия	Оборудование	Краткая техническая характеристика
Единичное	Узлы (горизонтальные пистолеты)	Дробе-пескоструйный аппарат беспыльный типа БДУ-92М Минтяжмаша	Аппарат передвижной или переносный, производительность 1-6 м <sup>2</sup> /ч. Давление сжатого воздуха 5-7 кгс/см <sup>2</sup> , расход 400 м <sup>3</sup> /ч. Габаритные размеры 1100 x x 800 x 2000, масса аппарата 295 кг, масса загружаемой дроби 100 кг
Единичное и мелкосерийное	Детали небольшого размера	Пескоструйный шкаф с пескоструйным пистолетом вращающегося типа, комплект чертежей ЗНИИавтомашин 02-7110	Давление сжатого воздуха 4,5-6 кгс/см <sup>2</sup> , расход воздуха 1-1,2 м <sup>3</sup> /мин. Габаритные размеры 1300 x 700 x 1900, размеры рабочей камеры 1200 x 600 x 800. Загрузка дроби 25-30 кг
Единичное	Узлы (зачистка небольших поверхностей при ремонтных работах)	Дробеструйный беспыльный аппарат типа АД-1	Давление сжатого воздуха 6 кгс/см <sup>2</sup> , расход воздуха 4,6 м <sup>3</sup> /мин. Аппарат передвижной, габаритные размеры 990 x x 930 x 1650. Масса аппарата 150 кг, масса загружаемой дроби 50 кг
То же	Узлы (зачистка поверхности)	Ручной дробеструйный пистолет ПД-1	Производительность 1-2 м <sup>2</sup> /ч. Давление сжатого воздуха 5-6 кгс/см <sup>2</sup> , расход 2,7 м <sup>3</sup> /мин. Масса без абразива 2,5 кг, масса дроби 2 кг, размер дроби (стального песка) 0,3-0,8 мм.

Тип производства	Вид изделия	Оборудование	Краткая техническая характеристика
Единичное	Узлы (зачистка сварных швов)	Пневматическая шлифовальная машинка прямого или углового действия типа П-2 Ногинского опытного завода монтажных приспособлений (Минмонтажспецстрой СССР).	Максимальный диаметр абразивного круга 230 мм; скорость вращения 6500 об/мин.; давление воздуха на выходе 5 кгс/см <sup>2</sup> . Масса машинки 6,2-6,5 кг.

Приложение II

Расчет массы проволоки

Масса проволоки, необходимой для получения металлизационных покрытий заданной толщины, определяется по формуле:

$$Q = \frac{\delta \cdot \rho \cdot F}{\eta \cdot 10^6},$$

- где  $Q$  - масса проволоки для металлизации, кг;  
 $\rho$  - плотность металлизационного покрытия, кг/м<sup>3</sup>;  
 (ориентировочно плотность цинкового покрытия 5000, алюминиевого 1800 кг/м<sup>3</sup>);  
 $\delta$  - расчетная толщина металлизационного покрытия, мкм;  
 $F$  - площадь поверхности, подлежащей металлизации, м<sup>2</sup>;  
 $\eta$  - коэффициент использования металла при металлизации.

Коэффициенты использования металла при газопламенной и электродуговой металлизации

Тип аппарата	Расстояние от аппарата до металлируемой поверхности, мм	Коэффициент использования металла, %	
		цинка	алюминия
Электродуговой аппарат для работы вручную ЭМ-10, ЭМ-14	60-70	0,62	0,65
Газопламенный аппарат для работы вручную МГИ-2	70-90	0,67	0,83
Электродуговой станочный аппарат ЭМ-12	60-70	0,62	0,65
Газопламенный станочный аппарат МГИ-5	150	0,63	0,78

**П р и м е р:**

Требуется определить массу проволоки  $Q$ , необходимой для нанесения аппаратом ЗМ-10 цинкового покрытия толщиной 100 мкм при общей площади поверхности, подлежащей металлизации, 1 000 м<sup>2</sup>.

По формуле и таблице находим

$$Q = \frac{5000 \times 100 \times 1000}{0,62 \times 10^6} = 806 \text{ кг.}$$

Приложение IV

Технические характеристики металлizaционных аппаратов электродугового типа

Параметры	Единица измерения	Тип и марка аппарата				Комплект для электродуговой металлizaции, КМД-1*
		ЭМ-12 (стационарный)	ЭМ-15 (стационарный)	ЭМ-10 (ручной)	ЭМ-14 (ручной)	
Диаметр применяемой проволоки	мм	1,5-2,5	2-3	1,5-2	1,5-2	1,5-2
Скорость подачи проволоки	м/мин	3,8-2,2	1-14	1-5	1-12	1-12
Давление сжатого воздуха (на входе)	кг/см <sup>2</sup>	5-6	5-6	5-6	5-6	5-6
Расход сжатого воздуха	м <sup>3</sup> /мин	2,5	2,5	до 1	1,5	1,5
Рабочий ток дуги	А	до 500	до 800	до 200	до 320	до 300
Рабочее напряжение	В	17-40	17-40	17-40	17-40	17-40
Мощность дуги	кВт	до 16	-	до 7	до 14	до 8
Масса аппарата	кг	23	15**	2	2,2	315
Максимальная производительность при распылении:	кг/ч					
цинка		38	65	13	30	25
алюминия		14	25	5	8	7,5

\*Комплект аппаратуры для электродуговой металлizaции состоит из электрочеталлizaционного аппарата ЭМ-14, выпрямителя ВДГ-301, стойки с катушками для проволоки воздушного фильтра, пульта управления и средств индивидуальной защиты оператора.

\*\*Без пульта управления. Масса пульта управления - 31,5 кг.

Приложение 3

Технические характеристики металлizaционных аппаратов газопламенного типа

Параметры	Единица измерения	Марка аппарата		
		МГН-2 (ручной)	МГН-4 (ручной)	МГН-5 (стационарный)
Диаметр применяемой проволоки	мм	1,5±2,5	2-4	5-6
Скорость подачи проволоки	м/мин.	1,2±8	1-12	0,2±5
Рабочие давления газов:	кгс/см <sup>2</sup>			
воздух		4±5	4±5	5
кислород		2-5	2-5	5
ацетилен		0,35-1,0	0,6-1	-
пропан-бутан		0,5-1	0,6-1,4	2
Расход:	м <sup>3</sup> /ч			
воздух		48	60	90
кислород		до 3	2,5-5,5	14
ацетилен		до 1	1,3	-
пропан-бутан		до 0,8	1;1	3
Проводимость по расплавленному металлу:	кг/ч			
цинк		до 1	до 25	до 50
алюминий		-	-	до 14
Масса аппарата (без шлангов)	кг	2	2,2	136

Приложение У

Лакокрасочные материалы для металлоизационно-лакокрасочных покрытий, режимы нанесения и сушки

Марка материала	ГОСТ, ТУ	Вязкость по ВЗ-4, с		Время высыхания при 18-25°C, ч	Растворитель, разбавитель
		для первого слоя	для последующих слоев		
Грунтовки поливинилбутиральные ВМ-02, ВМ-08	ГОСТ 12707-67	15	-	0,25	648
Грунтовка на сополимере винилхлорида ХС-068	МРТУ 6-10-820-69	15	-	1	Р-4
Грунтовки фенольные ФМ-03ж, ФМ-03к	ГОСТ 9109-59	18-20	-	12-24	Смесь уайт-спирита с сольвентом (1:1)
Эмаль хлоркаучуковая КЧ-749	МРТУ 6-10-795-69	-	17	20	Ксилол
Шпатлевка эпоксицидная ЭП-00-10	ГОСТ 10277-62	20	24	24	648
Эмаль пентафталеваая ПФ-115	ГОСТ 8465-63	-	25	48(мех-дуслойная 24)	Уайт-спирит
Эмаль пентафталеваая ПФ-133	ГОСТ 926-63	-	25	25	Уайт-спирит
Эмаль перхлорвиниловаая ХВ-1108 кр.кор.	ГОСТ 8893-70	-	18-22	1	Р-5
Эмаль перхлорвиниловаая ХВ-124 серая	ГОСТ 10144-62	-	18-22	2	Р-5

Марка материала	ГОСТ, ТУ	Вязкость по ВЗ-4, с		Время высыхания при 18-23°С, ч	Растворитель, разбавитель
		для первого слоя	для промежуточных слоев		
Эмаль перхлорвиниловая ИВ-125 алюминиевая	ГОСТ 10144-62	-	18-22	1	Р-5
Эмаль перхлорвиниловая ИВ-765 кр.кор.(с.ХСЗ-26)	ГОСТ 7313-75	-	18-22	1	Р-5
Эмаль поливинилбутиральная ВБ-515	ТУ УХТ 138-59	24	24	24	Р-60
Лак этиноль	ТУ МКП 1267-57	20	30	12	Ксилол, сольвент
Эмаль хлорлаучиновая КЧ-172	МРТУ 6-10-810-69	-	17	20	Ксилол

Примечания: 1. Режимы искусственной сушки устанавливаются в соответствии с ТУ, ГОСТ на лакокрасочные материалы, СНТМ 7312-010-70 и др. конструктивными материалами.

2. Приложение VI может быть дополнено другими материалами после проведения необходимой проверки. Запрещается в металлизационно-лакокрасочных покрытиях применение лакокрасочных покрытий, содержащих свинец, ртуть, медь и их соединения.

Справочная таблица прямых затрат в руб. за металлизацию 100 м<sup>2</sup>  
заданной поверхности слоем толщиной 100 мкм

Марка аппарата (установки)	МГН-2				МГН-5		ЭМ-10		ЭМ-14		КМН-1		ЭМ-12	
	цинк		алюминий		цинк	алюминий								
	ацетилен	пропан	ацетилен	пропан										
Затраты на материалы и транспортные расходы	74,59	74,88	30,39	25,97	75,0	27,05	75,2	34,02	75,08	34,53	74,91	34,26	74,74	33,73
Зарплата с доплатами	9,14	9,74	9,66	9,52	3,56	9,79	9,73	8,7	6,33	7,91	6,33	7,91	3,06	3,0
Амортизационные отчисления	0,23	0,22	0,24	0,22	0,64	0,51	1,04	0,93	0,75	0,96	1,54	1,93	0,42	0,41
Затраты на металлизацию 100 м <sup>2</sup> поверхности без учета затрат на подготовку поверхности	83,96	84,84	40,29	35,71	79,2	30,55	85,97	43,65	82,16	43,4	82,78	44,1	78,22	37,14

108

Примечания: 1. Цены на проволоку взяты по прейскуранту 02-06 (1967 г.). 2. Цены на горючие газы и кислород взяты по прейскуранту 05-01 и 04-03. 3. Зарплата взята по тарифной сетке рабочего IV разряда с особовредными условиями труда без накладных расходов. 4. Коэффициент использования оборудования в течение часа при расчетах принят равным 0,5. 5. В расчете не учитываются технологические потери металла, связанные с формой и размерами изделия (потери при металлизации изделий больших размеров, при металлизации кромок и т.п.). 6. Затраты на нанесение покрытий пропорциональны толщине металлизационного слоя.

## Приложение УИ

Справочная таблица прямых затрат по нанесению лакокрасочных материалов методом пневматического распыления на 100 м<sup>2</sup> окрашиваемой поверхности на один слой

Наименование лакокрасочных материалов	Затраты на 100 м <sup>2</sup> , руб.				
	материалы	транспорти- но-загото- вительные	зарплата с начис- лениями	аморти- зацион- ные	всего
Грунтовка ГГ-020	3-40	0-17	1-60	1-90	7-07
Грунтовка ФЛ-03К	4-10	0-21	1-60	1-90	7-81
Грунтовка ФЛ-03Ж	5-10	0-26	1-60	1-90	8-86
Грунт-шпатлевка ЭП-00-10	12-48	0-62	1-60	1-90	16-60
Эмаль ПФ-133 (серая)	6-20	0-31	1-60	1-90	10-01
Грунтовка ХС-010	5-20	0-26	1-60	1-90	8-96
Грунтовка ХВ-050	22-33	1-12	1-60	1-90	26-95
Грунтовка ВЛ-02	7-50	0-38	1-60	1-90	11-38
Эмаль ХВ-1100 (красно-коричневая)	11-60	0-58	1-60	1-90	15-68
Эмаль ХВ-124 (серая)	10-40	0-52	1-60	1-90	14-42
Эмаль ХВ-785(б.ХС3-26) (красно-коричневая)	7-50	0-38	1-60	1-90	11-38
Эмаль КЧ-749 (красно-коричневая)	5-76	0-29	1-60	1-90	9-55
Эмаль КЧ-172	6-94	0-35	1-60	1-90	10-79
Грунтовка ХС-068	9-05	0-47	1-60	1-90	13-02
Эмаль ЭП-773	14-40	0-72	1-60	1-90	18-62
Лак эгиноль	0-82	0-04	1-60	1-90	4-36
Эмаль ПФ-115 (серая)	6-72	0-34	1-60	1-90	10-60

Примечание: Затраты приведены для изделий I группы сложности для единичного производства.

Сравнительные затраты на традиционные лакокрасочные и металлизационные и металлизационно-металлизационные (примеры для разных

Условия эксплуатации	Применяемые лакокрасочные покрытия	Применяемые лакокрасочные покрытия					
		затраты на окраску	сроки службы в годах	число переокрасок	общие затраты на первонач. и ремонт. окраски	затраты на металлизационные покрытия	металлизационные покрытия
		руб./100 м <sup>2</sup>			руб./100 м <sup>2</sup>	руб./100 м <sup>2</sup> в год	
Атмосфера, слабая степень агрессивности	ФЛ-03к 1 слой ПД-133 2 слоя	27-63	3	6	194-31	9-28	алюминий цинк
Атмосфера, средняя степень агрессивности	ФЛ-03к 2 слоя ХВ-124 3 слоя	58-88	4	3	235-52	14-72	алюминий цинк
Атмосфера, сильная степень агрессивности	ХС-068 2 слоя ХВ-785 (б. ХС-26) 6 слоев	94-32	2	2	282-96	47-16	алюминий

расчетные и рекомендуемые долговременные  
лакокрасочные системы покрытий  
(условий эксплуатации)

Рекомендуемые системы металлизаци. и металлиз. лакокрас. покрытий								
год- щина, на ме- месм	заграта талия, покры- тия	лако- крас. покры- тие	заграта на ла- кокрас. покры- тие	заграта на си- стему комб. покр.	срок служ- бы в годах	число пере- красок	общие заграта на пер- вонач. и ремонт. окраски	заграта
	руб./ 100 м <sup>2</sup>		руб./ 100 м <sup>2</sup>	руб./ 100 м <sup>2</sup>			руб./ 100 м <sup>2</sup>	руб./ 100 м <sup>2</sup> в год
200	88-20	-	-	88-20	20	-	88-20	4-41
150	124-17	-	-	124-17			124-17	6-02
120	52-92	ФЛ-03ж	46-56	92-48	15	2	146-04	6-63
120	99-34	2 слоя ХВ-124 2 слоя		145-90			192-46	9-78
250	110-25	ХС-06В 2 слоя ХВ-7ЭБ (С.ХСЭ- 26) 2 слоя	48-80	159-05	6	1	207-85	26-51

## Приложение X

### ПЕРЕЧЕНЬ ГОСТов

- ГОСТ 9025-74 Единая система защиты от коррозии и старения. Покрытия лакокрасочные. Подготовка металлических поверхностей перед окраской.
- ГОСТ 2789-73 Шероховатость поверхности. Параметры и характеристики.
- ГОСТ 11964-66 Дробь техническая из чугуна и стали.
- ГОСТ 3647-71 Материалы абразивные в зёрне. Классификация по крупности, нормы зернового состава и методы испытаний.
- ГОСТ 13073-67 Проволока цинковая.
- ГОСТ 7871-63 Проволока сварочная из алюминия и алюминиевых сплавов.
- ГОСТ 11966-66 Аппараты для нанесения покрытий по способу газотермического напыления.
- ГОСТ 9032-74 Единая система защиты от коррозии и старения. Покрытия лакокрасочные. Классификация и обозначения.
- ГОСТ 15140-69 Материалы лакокрасочные. Методы определения адгезии.
- ГОСТ 17433-72 Промышленная чистота. Классы загрязнённости свежего воздуха.
- СТ 26-1102-74 Отраслевой стандарт. Нанесение антикоррозионных покрытий из цинка и алюминия газотермическим напылением. Типовой технологический процесс.

Ответственный за выпуск А.В.Мамлюкина

---

Л-98566. Подписано к печ. 14/1У-76. Тираж 300 экз. Цена 30 коп.  
Формат 60x90/16. Объем 2,25 печ.л. Заказ № 90

---

Смечтано на ротопринтере ЦНИИИСС  
117393, Москва, Новые Черемушки, квартал 2С, корпус 2