

ПРОЕКТ ОГНЕЗАЩИТЫ · ПРИМЕР РАСЧЁТА

Проект огнезащиты металлических конструкций

Каркас склада, требуемый предел огнестойкости R15 (условно) · вспучивающееся покрытие

Объект	Одноэтажный складской комплекс, металлический каркас, 1 860 м² конструкций
Степень огнестойкости	IV, класс конструктивной пожарной опасности С0
Требуемый предел	R15 для несущих конструкций (СП 2.13130.2020)
Тип огнезащиты	вспучивающееся огнезащитное покрытие, нанесение безвоздушным методом
Площадь конструкций	1 860 м² по ведомости элементов
Нормативная база	123-ФЗ, СП 2.13130.2020, ГОСТ Р 53295-2009
Стадия	проектная документация, раздел огнезащиты (пример)
Разработал	Инженер-проектировщик,

R15	1 860	3 110	156
требуемый предел огнестойкости	м² площадь конструкций	кг расчётный расход состава	упаковок по 20 кг

СОСТАВ ПРОЕКТА			разделы документации
РАЗДЕЛ	СОДЕРЖАНИЕ	ЛИСТОВ	
1	Исходные данные, нормативная база, характеристики конструкций	1	
2	Расчёт приведённой толщины металла	1	
3	Расчёт толщины покрытия и расхода состава	1	
4	Ведомость материалов и поставка	1	
5	Технология нанесения и условия производства работ	1	
6	Контроль качества и приёмка	1	

Основные решения — пример расчёта

Для конструкций каркаса принято вспучивающееся огнезащитное покрытие, обеспечивающее предел **R15**. Толщина покрытия определена по приведённой толщине металла: для колонн — 0,6 мм, для остальных элементов — 0,5 мм.

Расчётный расход состава — **3 110 кг**, что соответствует **156 упаковкам** по 20 кг. Значения условны и подлежат уточнению по сертификату на конкретный состав.

ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ			объект и конструкции
ПАРАМЕТР	ЗНАЧЕНИЕ	ИСТОЧНИК	
Назначение здания	складской комплекс, отапливаемый	задание на проектирование	
Степень огнестойкости	IV	СП 2.13130.2020	
Класс конструктивной пожарной опасности	C0	123-ФЗ, ст. 34	
Требуемый предел несущих конструкций	R15	СП 2.13130.2020, табл. 21	
Тип конструкций	стальные колонны, балки, связи, прогоны, фермы	ведомость элементов каркаса	
Условия эксплуатации	отапливаемое помещение, влажность до 70 %	задание	
Требуемый срок службы покрытия	не менее 15 лет	условия договора	
Агрессивность среды	неагрессивная	СП 28.13330.2017	

НОРМАТИВНАЯ БАЗА			документы, применённые в проекте
ДОКУМЕНТ	ЧТО РЕГУЛИРУЕТ	ПРИМЕНЕНИЕ	
123-ФЗ, ст. 52, 58	Требования к огнезащите строительных конструкций	обоснование необходимости огнезащиты	
СП 2.13130.2020	Обеспечение огнестойкости объектов защиты	требуемый предел R15 для IV степени	
ГОСТ Р 53295-2009	Огнезащитные составы для стальных конструкций. Общие требования. Метод определения огнезащитной эффективности	методика расчёта и контроля	
ГОСТ 30247.1-94	Методы испытаний на огнестойкость несущих конструкций	определение предела R	
СП 28.13330.2017	Защита строительных конструкций от коррозии	подготовка поверхности	
СП 48.13330.2019	Организация строительства	порядок производства работ	

ХАРАКТЕРИСТИКИ КОНСТРУКЦИЙ					по ведомости каркаса
ЭЛЕМЕНТ	ПРОФИЛЬ	СТАЛЬ	КОЛ-ВО	ПЛОЩАДЬ, м²	
Колонны	двутавр 26К1	C245	24 шт.	420	
Балки перекрытия	двутавр 30Б1	C245	38 шт.	760	
Вертикальные связи	труба 120×120×5	C245	16 шт.	240	
Прогоны кровли	швеллер 20П	C245	42 шт.	380	
Фермы покрытия	уголок 90×8	C245	6 шт.	60	
Итого	—	—	126 шт.	1 860	

ПОЧЕМУ ПРИНЯТ ВСПУЧИВАЮЩИЙСЯ СОСТАВ

Конструкции эксплуатируются в отапливаемом помещении при неагрессивной среде; требуемый предел R15 невелик, поэтому достаточна тонкослойная огнезащита.

Вспучивающееся покрытие не увеличивает существенно массу конструкций и сохраняет геометрию элементов, что важно для существующего каркаса.

ПРИВЕДЁННАЯ ТОЛЩИНА МЕТАЛЛА

расчёт по геометрии профиля

$\delta_{пр} = S / P$
где S — площадь поперечного сечения профиля, мм²;
P — обогреваемый периметр сечения, мм
Пример: колонна 26К1 — $\delta_{пр} = 8\,300 / 1\,480 = 5,61$ мм

ЭЛЕМЕНТ	ПРОФИЛЬ	S, мм²	P, мм	Δ _{пр} , мм	ПЛОЩАДЬ, м²
Колонны	двутавр 26К1	8 300	1 480	5,61	420
Балки перекрытия	двутавр 30Б1	4 100	1 140	3,60	760
Вертикальные связи	труба 120×120×5	2 300	480	4,79	240
Прогоны кровли	швеллер 20П	2 340	700	3,34	380
Фермы покрытия	уголок 90×8 (2 шт.)	2 780	680	4,09	60
Итого	—	—	—	—	1 860

ВЛИЯНИЕ ПРИВЕДЁННОЙ ТОЛЩИНЫ НА РЕШЕНИЕ

пороговые значения

Δ _{пр} , мм	ТОЛЩИНА ПОКРЫТИЯ, мм	НОРМА РАСХОДА, КГ/М²	ПРИМЕНЕНИЕ
до 3,2	0,4	1,28	тонкостенные профили
3,2–5,5	0,5	1,60	балки, связи, прогоны
свыше 5,5	0,6	1,92	колонны, массивные сечения
свыше 8,0	0,8	2,56	не применяется в проекте

ЗАЧЕМ НУЖНА ПРИВЕДЁННАЯ ТОЛЩИНА

пояснение

- Скорость прогрева стального элемента зависит не от абсолютной толщины стенки, а от отношения площади сечения к обогреваемому периметру: массивные профили прогреваются медленнее.
- По приведённой толщине определяется требуемая толщина огнезащитного слоя по таблицам сертифицированного состава.
- Для колонн принято значение 5,61 мм, что превышает порог 5,5 мм, поэтому толщина покрытия увеличена до 0,6 мм.
- Значения S и P приняты по сортаменту профилей; при замене профиля расчёт выполняется заново.

ПРОВЕРКА ПО СОРТАМЕНТУ

исходные параметры сечений

ЭЛЕМЕНТ	ВЫСОТА, мм	ШИРИНА, мм	ТОЛЩИНА СТЕНКИ, мм	ПЛОЩАДЬ, см²
26К1	250	250	10,0	83,0
30Б1	296	140	6,0	41,0
Труба 120×120×5	120	120	5,0	23,0
Швеллер 20П	200	76	5,4	23,4
Уголок 90×8	90	90	8,0	13,9

Приведённая толщина определена для наиболее теплонапряжённого сечения каждого типа элемента; для составных сечений принимается минимальное значение по элементам.

РАСЧЁТ ТОЛЩИНЫ ПОКРЫТИЯ И РАСХОДА					по элементам каркаса
ЭЛЕМЕНТ	Δ _{пр} , мм	ТОЛЩИНА, мм	НОРМА, кг/м²	ПЛОЩАДЬ, м²	МАССА, кг
Колонны	5,61	0,6	1,92	420	806
Балки перекрытия	3,60	0,5	1,60	760	1 216
Вертикальные связи	4,79	0,5	1,60	240	384
Прогоны кровли	3,34	0,5	1,60	380	608
Фермы покрытия	4,09	0,5	1,60	60	96
Итого	—	—	—	1 860	3 110

Норма расхода = толщина покрытия × 3,2 кг/м² на 1 мм
Колонны: 0,6 × 3,2 = 1,92 кг/м² × 420 м² = 806 кг
Остальные элементы: 0,5 × 3,2 = 1,60 кг/м² × 1 440 м² = 2 304 кг
Итого: 3 110 кг

СОПОСТАВЛЕНИЕ С ТРЕБОВАНИЕМ			проверка решения
ПОКАЗАТЕЛЬ	ЗНАЧЕНИЕ	ПРОВЕРКА	
Требуемый предел огнестойкости	R15	СП 2.13130.2020	
Толщина покрытия колонн	0,6 мм	при δ _{пр} 5,61 мм	
Толщина покрытия прочих элементов	0,5 мм	при δ _{пр} 3,34–4,79 мм	
Площадь обработки	1 860 м²	сумма по ведомости	
Расчётный расход	3 110 кг	сумма по элементам	
Запас 5 % на потери	3 266 кг	при нанесении	

СРАВНЕНИЕ ВАРИАНТОВ ОГНЕЗАЩИТЫ				почему выбрано покрытие
ВАРИАНТ	МАССА КОНСТРУКЦИИ	ТРУДОЁМКОСТЬ	ПРИМЕЧАНИЕ	
Вспучивающееся покрытие	без изменений	средняя	принято в проекте	
Минераловатные плиты с обкладкой	+ 12–18 кг/м²	высокая	требует каркаса крепления	
Цементно-песчаная штукатурка	+ 45 кг/м²	высокая	неприменимо для тонких профилей	
Огнезащитный рулонный материал	+ 3 кг/м²	средняя	ограничение по геометрии	

Толщина покрытия принимается по сертификату и таблицам зависимости от приведённой толщины металла и требуемого предела огнестойкости; приведённые значения — пример.

ВЕДОМОСТЬ МАТЕРИАЛОВ				расход и поставка
№	МАТЕРИАЛ	ЕД.	КОЛ-ВО	ПРИМЕЧАНИЕ
1	Состав огнезащитный вспучивающийся	кг	3 110	расчётный расход
2	Запас на потери 5 %	кг	156	нанесение, розлив
3	Итого состав к поставке	кг	3 266	с учётом запаса
4	Упаковка состава	шт.	156	по 20 кг
5	Грунт антикоррозионный	кг	223	0 кг/м²
6	Упаковка грунта	шт.	12	по 20 кг
7	Растворитель (при необходимости)	л	40	разбавление по инструкции
8	Обезжириватель	л	60	подготовка поверхности

Упаковок состава = 3 110 / 20,0 = 155,52 → округление вверх = 156 шт.
С запасом 5 %: 3 266 кг → 164 упаковок при поставке партиями

ГРАФИК ПОСТАВКИ			этапы
ЭТАП	ОБЪЁМ	СРОК	
Первая партия — колонны и балки	36 упаковок	1-я неделя	
Вторая партия — связи, прогоны, фермы	120 упаковок	2-я неделя	
Грунт и растворитель	12 упаковок	1-я неделя	

ХРАНЕНИЕ И ПОДГОТОВКА МАТЕРИАЛА	требования
- Материал хранится в закрытой таре при температуре от +5 до +30 °С, вдали от источников нагрева; срок хранения — по паспорту изготовителя. - Перед применением состав перемешивается механическим способом до однородного состояния; разбавление — только согласно инструкции. - Партия принимается с паспортом и сертификатом соответствия; номер партии фиксируется в журнале производства работ. - При отрицательных температурах материал не применяется: нанесение допускается при температуре воздуха и конструкции не ниже +5 °С.	

ТЕХНОЛОГИЯ НАНЕСЕНИЯ		последовательность работ
этап	содержание	контроль
1	Очистка поверхности от окалины, ржавчины, пыли и масел	степень очистки не ниже St2
2	Обезжиривание и обеспыливание	визуальный контроль
3	Нанесение антикоррозионного грунта	толщина по паспорту, 0 кг/м²
4	Сушка грунта	время по инструкции, не менее 2 ч
5	Нанесение огнезащитного состава безвоздушным методом	толщина мокрого слоя
6	Контроль толщины и сплошности	толщиномер, визуально
7	Нанесение второго слоя при необходимости	до проектной толщины
8	Сушка и приёмка	не менее 24 ч

УСЛОВИЯ ПРОИЗВОДСТВА РАБОТ			ограничения
ПАРАМЕТР	ДОПУСТИМОЕ ЗНАЧЕНИЕ	ПРИМЕЧАНИЕ	
Температура воздуха	от +5 до +35 °С	контроль ежедневно	
Температура поверхности	не ниже +5 °С	не менее чем на 3 °С выше точки росы	
Влажность воздуха	не более 80 %	при превышении — работы приостанавливаются	
Скорость воздуха	не более 3 м/с	защита зоны нанесения	
Освещение	не менее 100 лк	для контроля толщины	

ОБОРУДОВАНИЕ И ИНСТРУМЕНТ			оснащение участка
ОБОРУДОВАНИЕ	НАЗНАЧЕНИЕ	КОЛ-ВО	
Агрегат безвоздушного нанесения	нанесение состава	2	
Компрессор с маслоуловителем	подача воздуха	1	
Толщиномер магнитный	контроль толщины	2	
Влагомер и термометр поверхности	контроль условий	1	
Средства защиты (респираторы, очки)	охрана труда	по числу рабочих	

ОХРАНА ТРУДА

Работы выполняются в средствах индивидуальной защиты: респиратор, очки, перчатки, спецодежда. Зона нанесения проветривается; при работе внутри помещения организуется приточная вентиляция.

Огневые работы запрещены в зоне нанесения до полного высыхания покрытия; курение и открытый огонь не допускаются.

КОНТРОЛЬ КАЧЕСТВА			виды контроля по ГОСТ Р 53295-2009
вид контроля	когда проводится	что проверяется	
Входной	при поступлении материала	паспорт, сертификат, партия, тара	
Операционный	в процессе нанесения	толщина слоя, условия среды, время сушки	
Приёмочный	после высыхания	толщина, сплошность, адгезия, внешний вид	
Инспекционный	выборочно	соответствие проекту, записи журнала	

МЕТОДЫ И КРИТЕРИИ ПРИЁМКИ			что считается выполненным
показатель	метод	критерий	
Толщина покрытия	толщиномер магнитный, не менее 10 точек на 100 м²	средняя не ниже проектной, минимум не ниже 90 %	
Сплошность	визуальный осмотр при освещении 100 лк	отсутствие пропусков и трещин	
Адгезия	метод решётчатых надрезов по ГОСТ 15140	не ниже балла 2	
Внешний вид	визуально	однородная поверхность без наплывов	
Срок высыхания	по паспорту	полное отверждение перед эксплуатацией	

ДОКУМЕНТЫ ПРИ СДАЧЕ	комплект
- Акт освидетельствования подготовленной поверхности и нанесённого покрытия. - Протокол измерения толщины покрытия с указанием точек и значений. - Паспорта и сертификаты на состав и грунт, журнал производства работ. - Исполнительная схема с указанием обработанных конструкций и фактической толщины. - Заключение о соответствии выполненных работ проекту.	

ТИПОВЫЕ ДЕФЕКТЫ ПОКРЫТИЯ			причины и устранение
дефект	причина	действие	
Пропуски и просветы	неравномерное нанесение	повторное нанесение до проектной толщины	
Отслоение	неподготовленная поверхность, влага	удаление, подготовка, повторное нанесение	
Толщина ниже проектной	неверный расход	дополнительный слой с контролем	
Трещины	нанесение при низкой температуре	перекрытие слоем после сушки	

Периодичность контроля при эксплуатации — ежегодный осмотр; при обнаружении повреждений покрытие восстанавливается по той же технологии с контролем толщины.

Главный инженер проекта подпись, дата	Инженер-технолог подпись, дата	Представитель заказчика подпись, дата	Подрядная организация подпись, дата
--	-----------------------------------	--	--