

УТВЕРЖДАЮ

Генеральный директор ООО «СУПЕР МЕТАЛЛ»

Тан Цзяньфэн

« 9 »

Тан Цзяньфэн

2026 г.

М.П.



**СЕТКИ ТРОСОВЫЕ НЕРЖАВЕЮЩИЕ ЗАЩИТНЫЕ
ДИНАМИЧЕСКИЕ**

METALWELL НД (METALWELL ND)

И ЗАЩИТНЫЕ ОГРАЖДАЮЩИЕ КОНСТРУКЦИИ НА ИХ ОСНОВЕ

ТЕХНИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ

ТУ 25.93.13-005-58254632-2026

(Вводятся впервые. Взамен ТУ 25.93.13-002-58254632-2026 в части линейки нержавеющей тросовых сеток)

Редакция 3 (извещение № 3): Приложение Е.5 и раздел 5.2 Редакция 3.1 (извещение № 4 от 01.10.2026). Раздел 10 внесены реквизиты добровольной сертификации (сертификат соответствия № РОСС RU.HB78.H09488) и протокола испытаний аккредитованной испытательной лаборатории ООО «ИЛ 73» № 003/Н-01/10/26 от 01.10.2026;

Уточнены приложения К и М. Редакция 4 (изменение № 5 от 01.10.2026): приведение к ред. СП 542.1325800.2024 с Изменением № 1 — в раздел 2 введён СП 35.13330.2016 (п. 9.1.2.1 СП 542);

Разработчик и изготовитель: ООО «СУПЕР МЕТАЛЛ»

ОГРН 1235000115382 · ИНН 5024236572 · ОКПО 58254632 · ОКПД2 25.93.13

Дата введения в действие: 27 сентября 2026 г.

Москва, 2026

Лист учёта изменений:

Изм.	Изменённые листы	Новые листы	Аннулированные	Всего листов	№ извещения	Подпись	Дата
3	Таблица 5.1 (F _р , F полотна), п. 5.2, табл. 8.3 (T _н , момент талрепа), прил. Б, прил. Е — добавлен п. Е.5	—	—	расширено	извещение № 3 от 27.09.2026	Тан Цзяньфэн	27.09.2026
2	—	—	—	—	—	—	—
1	—	—	—	—	—	—	—

1. Область применения

1.1 Настоящие Технические условия (далее — ТУ) распространяются на сетки тросовые нержавеющей стали с обжимными клипсами (ferrule-соединением) под товарным знаком METALWELL НД (METALWELL ND) и на защитные ограждающие конструкции (далее — ЗОК) на их основе, изготавливаемые и поставляемые ООО «СУПЕР МЕТАЛЛ», и предназначенные для инженерной физической (пассивной) защиты зданий, строений и сооружений от воздействия беспилотных летательных аппаратов (БПЛА) и падающих объектов техногенного происхождения.

1.2 Продукция относится к средствам инженерной защиты пассивного типа в соответствии с СП 542.1325800.2024 «Защитные ограждающие конструкции от беспилотных летательных аппаратов. Правила проектирования» (утверждён приказом Минстроя России от 25.12.2024 № 910/пр, действует с 26.01.2025) с учётом Изменения № 1 (вводится в действие с 26.09.2026) и Рекомендаций по инженерной защите объектов от беспилотных воздушных средств нападения (МЧС России, 2024).

1.3 Настоящие ТУ распространяются на три класса защищаемых объектов, выделяемых по назначению и последствиям отказа: класс 1 — критическая инфраструктура (НПЗ, НХЗ, ТЭС/ТЭЦ/АЭС, подстанции 110 кВ и выше, компрессорные и газораспределительные узлы, ЦОД, гидротехнические сооружения, мосты категорий А и Б); класс 2 — промышленные и складские объекты (предприятия ОПК и машиностроения, склады ГСМ, боеприпасов, взрывчатых и опасных химических веществ, элеваторы, логистические комплексы, АПК и животноводческие хозяйства с ценным поголовьем, площадки III и IV классов опасности по СанПиН); класс 3 — гражданские объекты (глэмпинги, эко-отели, кемпинги, коттеджные посёлки, тепличные хозяйства, питомники, аквакультура, объекты образования и здравоохранения в приграничных субъектах, спортивные и культурные сооружения открытого типа). Классификация ЗОК по приложению А СП 542.1325800.2024 приведена в разделе 9.

1.4 Продукция предназначена для эксплуатации в макроклиматических районах У, УХЛ и Т по ГОСТ 15150-69 в интервале температур от минус 60 до плюс 400 °С (кратковременно до плюс 800 °С), при относительной влажности до 100 % с переменным действием солнечной радиации, осадков и агрессивных сред промышленных территорий. Категория коррозионной агрессивности атмосферы — по EN ISO 9223.

1.5 Требования настоящих ТУ обязательны для подразделений разработчика и для организаций, выполняющих проектирование, монтаж и эксплуатацию ЗОК на основе данной продукции. Настоящие ТУ не отменяют требований федеральных законов, обязательных стандартов, сводов правил и специальных технических условий, разрабатываемых для конкретных объектов капитального строительства.

1.6 Настоящие ТУ не распространяются на активные средства противодействия БПЛА (обнаружение, радиоподавление, сетемётный перехват): СП 542.1325800.2024 регулирует только пассивный контур. Взаимодействие пассивной ЗОК с активными системами объекта оговаривается отдельным техническим заданием.

2. Нормативные ссылки

Документ	Что применяется
СП 542.1325800.2024 (с Изм. № 1, введено 26.09.2026)	Проектирование ЗОК от БПЛА; классификация (прил. А), порядок проектирования (прил. Б), расчётные воздействия (разд. 7), материалы (п. 6.2), ячейка и гололёд (п. 9.2.2), запрет горючих сеток (п. 9.2.3), коэффициенты (п. 5.3), η (п. 6.4)
СП 20.13330.2016	Ветровые, снеговые, гололёдные нагрузки
СП 296.1325800.2017, прил. А	Дополнительные коэффициенты надёжности для экстремальных снеговых и гололёдных воздействий
СП 16.13330.2017 (с изм. 1–6); СП 35.13330.2016 «Мосты и трубы» (тросовые и вантовые элементы); СП 63.13330; СП 14.13330.2018	Стальные конструкции; методология расчёта тросовых (вантовых) несущих систем ЗОК — п. 9.1.2.1 СП 542.1325800.2024 в ред. Изменения № 1; железобетонные конструкции; сейсмика
СП 88.13330; СП 26.13330.2012	Защитные сооружения; динамические расчёты оснований
ГОСТ EN 12385-1-2015; ГОСТ 3241; ГОСТ 3069-80 (ЛК-О 6×7); ГОСТ 3062, 3063, 3064, 3066, 3067, 3068, 3070, 3071, 7372, 2172, 16853, 7667, 7669	Стальные канаты: общие требования безопасности, технические условия, сортамент (перечень по разделу нормативных ссылок СП 542)
ГОСТ Р 59789-2021 (МЭК 62305-3:2010)	Молниезащита ЗОК
ГОСТ Р 51285-99	Сетки провололочные крученые с шестиугольными ячейками (справочно, сопоставительная база)
ГОСТ Р 57278-2016	Классификация защитных ограждений
ГОСТ 5632-2014; ГОСТ 12351-2003; ГОСТ 12352-81; ГОСТ 12345-2001; ГОСТ 12346-78; ГОСТ 12347-77; ГОСТ 12358-2002; ГОСТ 12359-99; ГОСТ 22536.1-88	Химический состав и методы определения элементов коррозионностойкой стали
ГОСТ 10446-80; ГОСТ 1545-80; ГОСТ 1579-93; ГОСТ 9013-59	Механические испытания проволоки: растяжение, скручивание, перегибы, твёрдость
ГОСТ 30244-94; ГОСТ 30247.0-94 / 30247.1-94	Горючесть (группа НГ) и огнестойкость
ГОСТ 9.308-85; EN ISO 9223	Ускоренные коррозионные испытания; категория коррозионной агрессивности атмосферы
ГОСТ 14782-86; ГОСТ 21105-87	Неразрушающий контроль: УЗК сварных соединений; магнитопорошковый метод
ГОСТ 15150-69	Климатические исполнения У, УХЛ, Т
ГОСТ 2.114-2016; ГОСТ 2.503-2013; ГОСТ 15.309-98; ГОСТ Р 15.301-2016	Технические условия, внесение изменений, испытания и приёмка, постановка на производство
ГОСТ Р 53603-2020	Схемы сертификации продукции (применяется при подтверждении соответствия)
ФЗ № 384-ФЗ; № 123-ФЗ; № 116-ФЗ; № 187-ФЗ; № 256-ФЗ; ПП № 1046 от 03.08.2024; ПП № 258 от 01.03.2024	Безопасность зданий, пожарная безопасность, ОПО, КИИ, объекты ТЭК и подзаконные акты
Международные референсы: EAD 230008-00-0106; EAD 200006-00-0302; ETA-22/0257; ASTM A492/A580/A555/A975; EN 12385-4+A1; EN 10223-3; EN 10218-1/2; ISO/FDIS 17746; GB/T 9944-2015; JIATF-401 (2026); CIEST Boulder (2019)	Методики испытаний полотна и узлов, подтверждение технологий (справочно, приоритет — российские обязательные документы)

Ссылки применяются в объёме, актуальном на дату введения настоящих ТУ. Международные документы приведены как референсные для сопоставления методик и для экспортных поставок; при противоречии приоритет имеют обязательные российские документы. При изменении нормативной базы разработчик вносит корректировки в течение 90 календарных дней с даты официальной публикации.

3. Термины и определения

3.1 Динамическая сетка — тросовое полотно из нержавеющей стали, сформированное из тросов конструкции 7×7 (для тяжёлого артикула — 7/6×36) и сопряжённое обжимными клипсами (ferrule), способное деформироваться под динамической нагрузкой с сохранением конструктивной целостности за счёт ромбовидного изменения геометрии ячейки и увеличения эффективного пути торможения ударяющего объекта.

3.2 Ferrule-соединение (обжимная клипса) — узел механического соединения перекрёстных тросов: трубчатый элемент из нержавеющей стали или алюминия, обжатый под расчётным давлением 25–40 МПа на пересечении тросов; передаёт расчётную сдвиговую нагрузку не ниже 95 % разрывного усилия жгута и работает как предохранительный элемент при перегрузке. Усилие среза обжима — не менее 2,5 F_{жгута}.

3.3 Конструкция троса 7×7 — семь прядей по семь проволок (49 проволок); сочетание гибкости и прочности, стандартное для защитных феррульных полотен по ASTM A492 и EN 12385-4+A1.

- 3.4 Класс угрозы БПЛА — категория аппарата по массе, скорости, типу и массе боевой части, кинетической энергии удара и пути торможения (раздел 4).
- 3.5 Класс защиты сетки — категория продукции, соответствующая классу угрозы по расчётному разрывному усилию жгута и полотна и по энергоёмкости многоэшелонной ЗОК.
- 3.6 Кинетическое поглощение — преобразование кинетической энергии ударяющего объекта в работу упругопластической деформации полотна, узлов ferrule и несущего каркаса без сквозного пробоя барьера.
- 3.7 Статическое разрывное усилие жгута F_p — максимальное усилие при квазистатическом растяжении со скоростью нагружения 6–10 мм/мин, определяемое по методике приложения В к EAD 230008-00-0106, с учётом требований ГОСТ EN 12385-1-2015; измеряется в килоньютонах.
- 3.8 Динамическое разрывное усилие полотна — максимальное усилие на 1 погонный метр полотна при ударно-импульсной нагрузке, приводящее к сквозному пробое с разрушением ромбовидной ячейки; определяется по ISO/FDIS 17746 и EAD 230008-00-0106; измеряется в кН/м.
- 3.9 Ромбовидная деформация ячейки — пластическая перестройка квадратной или прямоугольной ячейки в ромбовидную с уменьшением одной диагонали и увеличением другой, увеличивающая эффективный путь торможения в 4–6 раз по сравнению с жёсткой сварной сеткой.
- 3.10 Эффективный путь торможения s_t — участок деформации полотна от первичного контакта до полной остановки или отражения объекта; для линейки составляет 400–650 мм по артикулам.
- 3.11 Коэффициент эффективности защиты $\eta = (E_{\text{пад}} - E_{\text{ост}}) / E_{\text{пад}}$; нормируется $\eta \geq 0,85$ (СП 542.1325800.2024, п. 6.4).
- 3.12 Многоэшелонная схема защиты — пространственная конфигурация ЗОК из 3–5 последовательных барьеров с расчётным зазором; распределение энергии — 40/35/25 % (3 эшелона), 35/30/20/15 % (4), 30/25/20/15/10 % (5).
- 3.13 Парусность полотна — расчётная удельная площадь, участвующая в восприятии ветровой нагрузки, с коэффициентом заполнения k_z (отношение площади тросов и клипс к общей площади полотна); для линейки $k_z = 0,05–0,10$, аэродинамический коэффициент $c_x = 1,3–1,5$.
- 3.14 Монтажное натяжение T_n — расчётное усилие натяжения при монтаже, равное 25 % статического разрывного усилия жгута F_p .
- 3.15 Коэффициенты запаса — по материалу $\gamma_m = 1,25$, по нагрузке $\gamma_f = 1,50$, по ответственности γ_s (дифференцированно по классам объектов, таблица 10.2).
Климатические коэффициенты надёжности основного сочетания — по п. 8.5а (ред. 4).
- 3.16 Проницаемость полотна при гололёде — доля площади просветов в габарите полотна при расчётной толщине стенки гололёда; должна быть не менее 75 % (СП 542.1325800.2024, п. 9.2.2).
- 3.17 ЗОК — комплексная конструкция в составе полотна, несущего каркаса, фундаментных элементов, узлов крепления и натяжения, монтажных и эксплуатационных приспособлений.

4. Классификация угроз БПЛА и классы защиты

Таблица 4.1 — Классификация воздушных угроз и расчётная кинетическая энергия удара $E = m \cdot v^2 / 2$.

Класс	Типовой представитель	m, кг	V, км/ч	БЧ, кг	E, кДж	Класс защиты сетки	Рекомендуемая схема ЗОК
I	FPV-дроны (5–7"), коммерческие мультикоптеры с БЧ	до 20	до 200	до 5	до 30	ММ-А	1 эшелон, тип Б
II	Барражирующие боеприпасы («Ланцет», Switchblade 300/600, Warmate)	20–60	25–35 (до 130)	до 5	до 40	ММ-В	1–2 эшелона, тип А или В
III	Ударные БПЛА самолётного типа (Shahed-136 / Герань-2)	150–200	40–50 (до 185)	40–50	до 260	ММ-С	3–5 эшелонов, тип А (обязательно)
IV	Крылатые ракеты (Х-101, Storm Shadow, Tomahawk)	150	до 1000	до 50	до 5800	ММ-Д (только вспомогательная защита)	недостаточно: активная оборона + жёсткие конструкции

4.2 Угрозы класса IV вынесены в классификацию для полноты. Настоящими ТУ установлено: сетчатые конструкции не рассматриваются как самостоятельное средство защиты от класса IV и применяются только как вспомогательный элемент в составе комплексной системы с преобладанием активных средств и жёстких инженерных сооружений.

4.3 Доминирующими проектными угрозами для объектов РФ признаются классы I и II. Для объектов класса I в приграничных субъектах угроза класса III включается в проектное задание обязательно; для объектов классов 2 и 3 — по решению заказчика.

4.4 Значения расчётной энергии применяются для назначения площади поглощения многоэшелонной ЗОК и для выбора артикула (разделы 5 и 9).

5. Технические требования к продукции

Таблица 5.1 — Классификация продукции METALWELL НД (METALWELL ND) (основные параметры).

Артикул	Ячейка, мм	d жгута, мм	Констр. троса	σв, МПа	F жгута, кН	F полотна, кН/м	Масса, кг/м²	Путь торможения, мм	Класс объектов	Класс угрозы
ММ-2051 (Medium)	51×51 ±2,5	2,0 ±0,06	7×7 (49 пров.)	не менее 2067	≥ 2,7	≥ 53	≈1,2	500–600	2	I, II
ММ-2076 (Heavy, флагман)	76×76 ±3,8	2,0 ±0,06	7×7 (49 пров.)	не менее 2067	6,7 (эталон) / ≥ 2,7 (норма)	≥ 35 (расч.) / до 88 (эталон)	≈0,9	550–650	1, 2	I, II
ММ-2808 (Ultra)	50×70 ±3,5	3,0 ±0,09	7/6×36 утол.	не менее 2067	≥ 6,1	≥ 87	≈3,6	400–550	1	II, III

5.2 Нормируемые значения разрывного усилия жгута F_p определены как $F_p = \sigma_b \times A_{\text{мет}} \times k_{\text{свивки}}$, где σ_b — гарантированный предел прочности проволоки (не менее 2067 МПа), $A_{\text{мет}}$ — металлическое сечение каната (для конструкции 7×7 принято $A_{\text{мет}} = 0,47 \cdot A_{\text{ном}}$; для конструкции 7/6×36 — $A_{\text{мет}} = 0,50 \cdot A_{\text{ном}}$), $k_{\text{свивки}}$ — коэффициент потерь при свивке (для 7×7 принято $k = 0,88$; для 7/6×36 — $k = 0,84$). Полная формула, обоснование коэффициентов и сведение с фабричными таблицами Аньпина (Liulin/HeReMesh и General Mesh) приведены в Приложении Е.5. Нормы редакции 3: ММ-2051 — $F_p \geq 2,7$ кН и F полотна ≥ 53 кН/м; ММ-2076 — $F_p \geq 2,7$ кН и F полотна ≥ 35 кН/м (эталонное значение партии, наблюдаемое по заводскому протоколу, — 6,7 кН и до 88 кН/м, приводится отдельной строкой в таблице 5.1); ММ-2808 — $F_p \geq 6,1$ кН и F полотна ≥ 87 кН/м. Приёмо-сдаточные испытания каждой партии выполняются по ГОСТ 10446-80 и ГОСТ EN 12385-1-2015 с записью фактического значения в паспорт партии; фактическое значение партии не должно быть ниже нормы редакции 3.

5.3 Материал полотна — AISI 304 (сплав 08X18H10 по ГОСТ 5632-2014). Химический состав: C $\leq 0,08$; Cr 18,0–20,0; Ni 8,0–10,5; Mn $\leq 2,0$; Si $\leq 1,0$; P $\leq 0,045$; S $\leq 0,030$; N $\leq 0,10$; Cu $\leq 0,30$; Fe — остальное. Методы определения — по ГОСТ 22536.1-88, ГОСТ 12351-2003, ГОСТ 12352-81, ГОСТ 12345-2001, ГОСТ 12346-78, ГОСТ 12347-77, ГОСТ 12358-2002, ГОСТ 12359-99. Для агрессивных сред допускается AISI 316L (Mo 2,0–3,0 %) и AISI 321 (Ti 5×C–0,70 %) — по согласованию с заказчиком.

5.4 Механика проволоки: временное сопротивление разрыву σ_b — не менее 2067 МПа; условный предел текучести $\sigma_{0,2}$ — не менее 1200 МПа; относительное удлинение δ — 12–15 %; твёрдость HRC 25–35; число знакопеременных перегибов — не менее 8; число скручиваний — не менее 18. Методы испытаний: ГОСТ 10446-80, ГОСТ 9013-59, ГОСТ 1579-93, ГОСТ 1545-80.

5.5 Физические характеристики материала: плотность 7900 кг/м³; модуль упругости 193 ГПа; модуль сдвига 77 ГПа; коэффициент Пуассона 0,29; коэффициент линейного теплового расширения $17,3 \cdot 10^{-6}$ 1/К (20–100 °C); теплопроводность 16,3 Вт/(м·К); удельная теплоёмкость 500 Дж/(кг·К); удельное электрическое сопротивление 0,72 Ом·мм²/м; магнитная проницаемость не более 1,02.

5.6 Узел ferrule: прочность узла — не менее 95 % разрывного усилия жгута; усилие среза обжима — не менее 2,5 $F_{\text{жгута}}$; давление обжима 25–40 МПа; материал клипсы — AISI 304 или алюминий высокой чистоты; методика квалификации — приложение В к ЕТА-22/0257.

5.7 Формат поставки: рулон 1,0 × 216 м (216 м²) для артикулов ММ-2051 и ММ-2076; рулон 1,0 × 108 м либо панели по спецификации для ММ-2808. В комплект поставки входят паспорт партии с номером плавки, датой изготовления и результатами входного контроля, а также документ о качестве.

5.8 Вниманию по нормам редакции 3. Нормы таблицы 5.1 ($F_p \geq 2,7 / 2,7 / 6,1$ кН и F полотна $\geq 53 / 35 / 87$ кН/м) являются расчётными минимумами по методике приложения Е.5 и сведены с фабричными таблицами Аньпинского кластера (Liulin/HeReMesh и General Mesh) с запасом 8–25 %. Эталонное значение партии ММ-2076 ($F_p = 6,7$ кН, F полотна до 88 кН/м) превышает норму ред. 3 и фиксируется в паспорте партии как фактическое; гарантированной нормой признаётся только расчётное значение. Знаки оценочности в таблице 5.1 не применяются.

6. Требования к ЗОК

6.1 ЗОК должна обеспечивать эффективность защиты $\eta \geq 0,85$ при расчётной угрозе объекта; для объектов класса I при угрозе класса III — $\eta \geq 0,90$.

6.2 Многоэшелонная схема: суммарная кинетическая энергия удара распределяется между эшелонами по таблице 6.1. Зазор между эшелонами — 3–5 м; высота несущих мачт — до 50 м с шагом 12–20 м; узлы — талрепы М20–М30.

Таблица 6.1 — Распределение энергии по эшелонам.

Число эшелонов	Эшелон 1	Эшелон 2	Эшелон 3	Эшелон 4	Эшелон 5
3	40 %	35 %	25 %	—	—
4	35 %	30 %	20 %	15 %	—
5	30 %	25 %	20 %	15 %	10 %

6.3 Типовые схемы: тип А — многоэшелонная пространственная защита (3–5 эшелонов) для объектов класса I; тип Б — модульные быстровозводимые панели 3×6 м с производительностью монтажа до 100 м²/ч бригадой из 4 человек для объектов класса 3 и мобильного развёртывания; тип В — периметровые козырьковые конструкции над отдельно стоящим оборудованием с натяжением полотна под углом 15–45° к горизонту.

6.4 Все соединения полотна выполняются обжимными клипсами; сварка полотна не допускается. Натяжение полотна — 25 % F_p жгута, контролируется динамометрическим ключом, при монтаже — по крестообразной схеме от центра к углам шагами по 20 %.

6.5 Замена повреждённого сегмента выполняется без остановки защищаемого объекта: разгрузка сегмента → срез клипс с соседними картами → демонтаж карты с сохранением анкеров → установка новой карты с подгонкой геометрии → восстановление клипсовых соединений → восстановление натяжения → контрольный замер усилия → запись в журнал.

7. Требования по гололёду, пожарной безопасности и молниезащите

7.1 Гололёдная проницаемость. Проницаемость улавливающего сетчатого полотна при расчётной толщине стенки гололёда должна быть не менее 75 % (СП 542.1325800.2024, п. 9.2.2). Расчётные толщины по районам I–V: 5 / 10 / 15 / 20 / 25 мм (СП 20.13330.2016; дополнительные коэффициенты надёжности — по приложению А СП 296.1325800.2017). Приращение массы жгута Ø2,0 мм по районам I–V: 0,10 / 0,28 / 0,50 / 0,78 / 1,10 кг/м.

7.2 Артикулы с ячейкой 30×30 и 38×38 мм (ММ-1230, ММ-1638) не обеспечивают требование 7.1 уже при толщине стенки гололёда свыше 10 мм и из настоящих ТУ исключены: в каталог и в программу испытаний они не включаются. Минимальный допустимый артикул — ММ-2051 (ячейка 51×51 мм). Для артикулов ММ-2051, ММ-2076 и ММ-2808 в гололёдных районах IV–V (b = 20–25 мм) применяются проектные антиобледенительные мероприятия либо увеличенный расчётный запас несущего каркаса. Обоснование — расчётный пример по приложению Е.

7.3 Пожарная безопасность. На взрывопожароопасных объектах (нефтебазы, склады ГСМ, объекты соответствующих категорий по пожарной опасности) применение горючих материалов в составе полотна не допускается (СП 542.1325800.2024, п. 9.2.3). Линейка выполняется только из AISI

304/316 с клипсами из нержавеющей стали или алюминия, что соответствует группе НГ по ГОСТ 30244-94 и классу А1 по EN 13501-1 (подтверждается методиками EN ISO 1182, EN 13823, ASTM E84).

7.4 Огневая стойкость. AISI 304 сохраняет несущую способность до плюс 800 °С кратковременно; возможно локальное оплавление клипс. Требования к огнестойкости конструкции — по ГОСТ 30247.0-94 и ГОСТ 30247.1-94; для объектов класса 1 предусматривается автоматическая система пожаротушения защищаемой зоны.

7.5 Молниезащита. ЗОК включается в систему молниезащиты объекта; токоотводы выполняются по несущим мачтам с присоединением к контуру заземления; состав и расчёт — по ГОСТ Р 59789-2021 (МЭК 62305-3:2010).

7.6 Оценка стойкости по типам боевых частей: осколочно-фугасная до 5 кг — защищает полностью (одношелонная схема, подрыв на удалении до 500 мм от защищаемой поверхности); ОФБЧ 5–50 кг — защищает частично, снижение поражающего действия на 60–80 % при многошелонной схеме;кумулятивная — ограниченно, 40–60 % при подрыве на дистанции не менее 1 м; зажигательная — ограниченно; термобарическая и кинетическая проникающая — не защищает, требуются заглублённые бетонные укрытия и активные средства.

8. Требования к проектированию и расчётные параметры

8.1 Проектирование ЗОК выполняется по приложению Б СП 542.1325800.2024. Первый шаг — решение заказчика о типе расчётного БПЛА и о приемлемой вероятности разрушения объекта (нулевая или средняя); все последующие расчёты выполняются от этого решения.

8.2 Классификация проектируемой ЗОК принимается по приложению А СП 542.1325800.2024 по трём признакам: по типу опоры (на независимой или на зависимой опорной конструкции), по улавливающему элементу (стальные канаты, металлические сетки, полимерные сетки, железобетонные и габионные конструкции, комбинированные), по противоосколочной части (без противоосколочных элементов; железобетон и габионы; тюфяки, матрасы, противоосколочные стенки; шторы и завесы из композитных тканей).

8.3 Расчётные воздействия: собственный вес; ветровая, снеговая и гололёдная нагрузки; воздушная ударная волна; осколочное воздействие; нагрузка от падения БПЛА на конструкцию (СП 542.1325800.2024, разд. 7).

Таблица 8.1 — Ветровые районы и расчётное давление w_0 .

Район	Ia	I	II	III	IV	V	VI	VII
w_0 , кПа	0,17	0,23	0,30	0,38	0,48	0,60	0,73	0,85

Таблица 8.2 — Расчётная парусная нагрузка на анкерный узел, кН/м² полотна.

Район / w_0	ММ-2051	ММ-2076	ММ-2808
Ia / 0,17	0,16	0,13	0,24
I / 0,23	0,22	0,17	0,32
II / 0,30	0,29	0,22	0,42
III / 0,38	0,36	0,28	0,53
IV / 0,48	0,46	0,36	0,67
V / 0,60	0,57	0,45	0,84
VI / 0,73	0,70	0,55	1,02
VII / 0,85	0,81	0,64	1,19

Примечание (ред. 4). Значения таблицы получены по методике ред. 3 с $\gamma_f = 1,5$ и сохраняются как консервативные (в запас несущей способности узлов): применение пониженных коэффициентов п. 9.1.2.4 СП 542.1325800.2024 (в ред. Изменения № 1) уменьшает расчётные климатические нагрузки. Окончательные значения — по расчёту КМ/КМД конкретного объекта с γ_f по п. 8.5а.

Таблица 8.3 — Парусность и монтажные параметры.

Артикул	d жгута, мм	Ячейка, мм	k _з	c _х	T _н (25 % F _р), кН	Момент талрепа, Н·м	Ø клипсы, мм
ММ-2051	2,0	51×51	0,08	1,4	1,68	55	10–12
ММ-2076	2,0	76×76	0,05	1,3	1,68	55	10–12
ММ-2808	3,0	50×70	0,10	1,5	3,78	125	12

Таблица 8.4 — Коэффициенты запаса и нормируемые показатели.

Обозначение	Значение	Нормативная ссылка	Комментарий
γ_m — по материалу	1,25	СП 16.13330.2017, п. 5.2	аустенитная сталь AISI 304
γ_f — по нагрузке (удар БПЛА, особое сочетание)	1,50	СП 20.13330.2016 (особая нагрузка)	динамическая нагрузка (удар БПЛА); климатические γ_f — по п. 8.5а
γ_c — по ответственности (класс 1)	2,00	СП 542.1325800.2024, п. 5.3	объекты критической инфраструктуры
γ_c — по ответственности (класс 2)	1,50	СП 542.1325800.2024, п. 5.3	промышленные и складские объекты
γ_c — по ответственности (класс 3)	1,20	СП 542.1325800.2024, п. 5.3	гражданские объекты
η — эффективность защиты	не менее 0,85	СП 542.1325800.2024, п. 6.4	минимальный порог
Проницаемость при гололёде	не менее 75 %	СП 542.1325800.2024, п. 9.2.2	при расчётной толщине стенки гололёда
γ_f — ветровые нагрузки (основное сочетание)	1,0	СП 542.1325800.2024, п. 9.1.2.4 (ред. Изменения № 1)	для ЗОК со сроком службы не более 10 лет
γ_f — снеговые нагрузки (основное сочетание)	1,0	СП 542.1325800.2024, п. 9.1.2.4 (ред. Изменения № 1)	для ЗОК со сроком службы не более 10 лет
γ_f — гололёдные нагрузки (основное сочетание)	1,1	СП 542.1325800.2024, п. 9.1.2.4 (ред. Изменения № 1)	для ЗОК со сроком службы не более 10 лет

8.5а Климатические коэффициенты надёжности основного сочетания и срок службы ЗОК (введён ред. 4). При расчёте ЗОК на основное сочетание нагрузок принимаются коэффициенты надёжности по нагрузкам в соответствии с п. 9.1.2.4 СП 542.1325800.2024 (в ред. Изменения № 1): ветровые $\gamma_f = 1,0$; снеговые $\gamma_f = 1,0$; гололёдные $\gamma_f = 1,1$. Расчётная нагрузка — максимальная нагрузка (в статистически-вероятностном смысле) за срок службы сооружения, не превышающий 10 лет (определяется заданием на проектирование); нормативная нагрузка — по ГОСТ 27751, ГОСТ 14918, СП 20.13330. Предельный срок службы ЗОК, для которого назначаются указанные пониженные коэффициенты надёжности, — 10 лет. При расчёте ЗОК на основное и особое сочетания нагрузок прочностные характеристики материалов принимаются равными их нормативным значениям. Иной срок службы ЗОК допускается только по заданию на проектирование с обоснованием коэффициентов надёжности по СП 20.13330.2016.

8.4 Проверочное условие прочности: $F_{\text{разр}} / (\gamma_m \cdot \gamma_c) \geq F_{\text{расч}} \cdot \gamma_f$.

8.5 Пример расчёта (ред. 3). Объект класса 2 (АПК), II ветровой район, расчётная угроза — ударный БПЛА класса II ($m = 40$ кг, $v = 36,1$ м/с). $E = 40 \cdot 36,1^2 / 2 \approx 26,1$ кДж. Схема — 2 эшелона ММ-2076 при нормируемом F полотна = 35 кН/м (норма ред. 3): проверка узла $35 \cdot 1,5 = 52,5$ кН/м; допускаемое $F / (\gamma_m \cdot \gamma_c) = 35 / (1,25 \cdot 1,5) = 18,7$ кН/м на 1 м полотна; при площади захвата 3×3 м фактическая нагрузка от эшелона составляет 5,8 кН/м, коэффициент использования 0,31; $\eta \approx 0,88 > 0,85$ — условие выполнено. При фактическом эталоне партии (F полотна до 88 кН/м, ММ-2076) та же схема покрывает угрозу класса III ($E \approx 260$ кДж) с 3 эшелонами по 40/35/25 %. Проверка парусности: 0,22 кН/м² при $w_0 = 0,30$ кПа — в пределах несущей способности талрепных узлов М20–М30.

8.6 Рабочие чертежи узлов крепления, схемы армирования опорных конструкций, спецификации метизов и расчёт анкерки разрабатываются в объёме КМ/КМД по каждому объекту. Типовые узлы: клипсовое соединение карт; крепление к бетонному фундаменту (анкеры Hilti HVA / HIT-HY 200, глубина 180–240 мм, шаг 1,5–2,5 м по контуру); крепление к металлической мачте (хомуты DIN 3017, талрепы М16–М24).

9. Требования к монтажу, приёмке и эксплуатации

9.1 Монтаж выполняется по проектной документации и технологической карте; контроль натяжения — динамометром, результаты заносятся в акт монтажа и приёмки. Приёмка оформляется актом с приложением исполнительной схемы, протоколов контроля натяжения и документов о качестве на партии полотна.

Таблица 9.1 — Регламент технического обслуживания.

Вид контроля	Периодичность	Объём работ	Ответственный
Визуальный осмотр	ежемесячно (СП 542.1325800.2024, п. 11.3 в ред. Изменения № 1)	полотно, узлы крепления, каркас, посторонние предметы	эксплуатирующая организация
Контроль натяжения	1 раз в год	замер динамометром всех пролётов (25 % F_p)	монтажная организация
Инструментальный контроль	1 раз в 3 года	УЗК сварных швов (ГОСТ 14782-86), магнитопорошковый контроль анкеров (ГОСТ 21105-87)	аккредитованная лаборатория
Общее обследование	1 раз в 5 лет	полная диагностика с техническим отчётом	проектная организация
Внеплановое обследование	после ЧС или внешнего воздействия	по фактическому состоянию; УЗК узлов в радиусе 10 м от места удара	уполномоченная комиссия

Таблица 9.2 — Критерии отбраковки.

Дефект	Порог	Решение
Коррозионный износ жгута	более 20 % сечения	замена сегмента полотна
Локальная деформация ячейки	более 15 % исходной	восстановление натяжения; при повторе — замена
Разрушение клипсовых узлов	более 5 узлов на 1 м ²	замена сегмента
Разрыв жгута	1 и более разрывов на 5 м ²	замена сегмента
Ослабление талрепа	более 20 % от начального	регулировка, проверка анкера
Коррозия анкерного узла	видимая на резьбе	замена анкерного узла

9.3 Ремонтный запас: полотно — 10 % установленной площади в тех же артикулах; клипсы — 1000 шт. на 1000 м²; талрепы — 5 % установленного количества. Условия хранения: сухое крытое помещение, относительная влажность не более 80 %, температура от плюс 5 до плюс 35 °С, срок без переупаковки 5 лет, инвентаризация не реже 1 раза в год.

9.4 Гарантия изготовителя: хранение — 5 лет с даты изготовления; эксплуатация — 10 лет с даты монтажа. Ресурс полотна — не менее 25 лет в атмосфере категории С3 при соблюдении проектных решений и регламента обслуживания. Нормативный предельный срок службы ЗОК на основе полотна — не более 10 лет (п. 9.1.2.4 СП 542.1325800.2024 в ред. Изменения № 1), для которого назначаются пониженные коэффициенты надёжности по п. 8.5а; иной срок службы ЗОК — по заданию на проектирование с обоснованием коэффициентов надёжности по СП 20.13330.2016.

9.6а Контроль состояния ЗОК при эксплуатации (введён ред. 4). В организации, эксплуатирующей ЗОК, обеспечивается контроль состояния компонентов ЗОК с фиксацией сведений о наличии или отсутствии дефектов компонентов ЗОК по результатам проведённого контроля (ежемесячно) и сведений о выполненных ремонтно-восстановительных работах по устранению выявленных дефектов (при наличии) — в соответствии с п. 11.3 СП 542.1325800.2024 (в ред. Изменения № 1). Визуальный осмотр — ежемесячно; инструментальный контроль натяжения — не реже 1 раза в год (таблица 9.1).

10. Правила испытаний и подтверждение соответствия

10.1 Приёмо-сдаточные испытания: отбор проб от партии — полотно (по одной карте каждого артикула), жгут, клипса, проволока. Объём — по таблице 10.1. Основание — ГОСТ 15.309-98.

Таблица 10.1 — Объём приёмо-сдаточных испытаний (минимум).

№	Показатель	Метод	Норма
1	Разрывное усилие жгута F _р	ГОСТ 10446-80; ГОСТ EN 12385-1-2015	не менее расчётного по таблице 5.1
2	Разрывное усилие полотна	ISO/FDIS 17746; EAD 230008-00-0106	не менее табличного, кН/м
3	Прочность узла fettule	прил. В к ETA-22/0257	не менее 95 % F _р
4	Геометрия ячейки и диаметр жгута	измерение микрометром, ГОСТ 5336-80 (справочно)	в пределах допусков
5	Химический состав стали	ГОСТ 5632-2014 и комплекс ГОСТ 12345–12359, ГОСТ 22536.1-88	по п. 5.3
6	Механика проволоки	ГОСТ 10446-80; ГОСТ 1579-93; ГОСТ 1545-80; ГОСТ 9013-59	по п. 5.4
7	Горючесть полотна	ГОСТ 30244-94	группа НГ
8	Маркировка партии и документ о качестве	ГОСТ 2.114-2016	артикул, номер плавки, номер протокола, дата

10.2 Типовые (квалификационные) испытания проводятся при постановке на производство, при изменении конструкции или материала, а также при возобновлении производства. Обязательное дополнение — ударные испытания натурного фрагмента ЗОК по методике приложения Б СП 542.1325800.2024 с бойком-имитатором и ступенчатым наращиванием энергии до расчётной по классу III (до 260 кДж) с фиксацией коэффициента η .

10.3 Периодические испытания — не реже 1 раза в 3 года по позициям 1–6 таблицы 10.1.

10.4 Подтверждение соответствия (сертификация) выполняется добровольно в национальной системе по ГОСТ Р 53603-2020. Сертификация продукции проведена по схеме 1с: сертификат соответствия № РОСС RU.НВ78.Н09488, регистрационный № 0023907, срок действия с 01.10.2026 по 30.09.2029, орган по сертификации ООО «АВАНТАЖ» (аттестат аккредитации RA.RU.11НВ78, г. Красногорск). Нормативная база сертификации — ГОСТ 13603-89; основание — протокол испытаний № 003/Н-01/10/26 от

Протокол испытаний: № 003/Н-01/10/26 от 01.10.2026; испытательная лаборатория ООО «ИЛ 73», 432008, г. Ульяновск, ул. Ростовская, д. 12; тел. +7 (8422) 24-23-90; info@il73.ru; протокол утверждён зам. руководителя лаборатории А.Н. Золотовым 01.10.2026; заказчик — орган по сертификации ООО «АВАНТАЖ»; отбор образцов — по ГОСТ Р 58972-2020, акт отбора № 41802; идентификационный номер образца № 42256; методика и нормы — ГОСТ 13603-89.

Нормативная база сертификации: ГОСТ 13603-89; прочие основания по сертификату: ТУ 25.93.13-005-58254632-2026 (в сертификате — «издание 1»), инженерно-технический паспорт продукции (издание 2), протокол заводских испытаний № 545 от 12.11.2025 (в том числе эталонный протокол для ММ-2076: $F_p = 6,7$ кН), СП 542.1325800.2024.

Заявитель и изготовитель: ООО «СУПЕР МЕТАЛЛ», ОГРН 1235000115382, ИНН 5024236572, КПП 502401001, 143440, Московская обл., д. Путилково, тер. Гринвуд, стр. 25.

Продукция: «Защитная сетка из нержавеющей стали нержавеющая динамическая клипсовая МЕТАЛВЕЛЛ НД», серийный выпуск; ОКПД2 25.93.13; код ТН ВЭД 7314 49 000 0.

Орган по сертификации: ООО «АВАНТАЖ», уникальный номер записи об аккредитации RA.RU.11НВ78; адрес: 143408, РОССИЯ, Московская обл., г. Красногорск, ул. Карбышева, д. 19А, помещение Х, этаж 2, кабинет 21; тел. +7 499 703-21-96; avantazh-os@yandex.ru; руководитель органа Н.В. Пахалина, эксперт А.В. Никитин.

Сертификат соответствия: № РОСС RU.НВ78.Н09488; регистрационный № 0023907; добровольная сертификация, схема 1с; срок действия с 01.10.2026 по 30.09.2029.

10.4а Реквизиты подтверждения соответствия (обязательный раздел; введён ред. 3.1)

11. Маркировка, упаковка, транспортирование и хранение

11.1 Маркировка: на каждую упаковочную единицу крепится не менее двух бирок с указанием наименования или товарного знака изготовителя, артикула, размера ячейки и диаметра жгута, номера партии и плавки, номера протокола испытаний, массы нетто, даты изготовления, обозначения настоящих ТУ. Маркировка дублируется на русском языке. Сопроводительный документ о качестве — по ГОСТ 2.114-2016.

11.2 Упаковка: полотно — в защитную плёнку, рулон закреплён стяжными лентами; клипсы и метизы — в отдельной таре с маркировкой. Масса пакета — по согласованию, но не более 3 т.

11.3 Транспортирование — в горизонтальном положении, с защитой от механических повреждений; допускается всеми видами транспорта в закрытых транспортных средствах или в контейнерах.

11.4 Хранение — сухое крытое помещение; полотно хранится в горизонтальном положении на подкладках, штабелирование не более 2 м с проходами не менее 0,5 м; климатические условия — по группе ГОСТ 15150-69, климатическое исполнение У, УХЛ, Т.

Приложение А. Химический состав AISI 304 / 08X18N10 и сопоставление сталей

Элемент	Массовая доля, % (AISI 304)	Метод	316L / 321
C	≤ 0,08	ГОСТ 22536.1-88	≤ 0,03 / ≤ 0,08
Cr	18,0–20,0	ГОСТ 12351-2003	16,0–18,0 / 17,0–19,0
Ni	8,0–10,5	ГОСТ 12352-81	10,0–14,0 / 9,0–12,0
Mn	≤ 2,0	ГОСТ 12345-2001	≤ 2,0
Si	≤ 1,0	ГОСТ 12346-78	≤ 1,0
P / S	≤ 0,045 / ≤ 0,030	ГОСТ 12347-77 / ГОСТ 12345-2001	≤ 0,045 / ≤ 0,030
N	≤ 0,10	ГОСТ 12359-99	≤ 0,10
Cu	≤ 0,30	ГОСТ 12358-2002	≤ 0,30
Mo	—	—	2,0–3,0 / —
Ti	—	—	— / 5×C – 0,70
Fe	остальное	по балансу	остальное

Значения для 316L и 321 приведены справочно и подлежат утверждению в качестве отдельного приложения при заказе этих марок (открытая позиция).

Приложение Б. Механические характеристики жгутов и полотен

Таблица Б.1 — Сводные механические характеристики (соответствует таблице 5.1).

Артикул	Ячейка, мм	d жгута, мм	Констр. троса	ов, МПа	F жгута, кН	F полотна, кН/м	Масса, кг/м ²	Путь торможения, мм	Класс объектов	Класс угрозы
ММ-2051 (Medium)	51×51 ±2,5	2,0 ±0,06	7×7 (49 пров.)	не менее 2067	≥ 2,7	≥ 53	≈1,2	500–600	2	I, II
ММ-2076 (Heavy, флагман)	76×76 ±3,8	2,0 ±0,06	7×7 (49 пров.)	не менее 2067	6,7 (эталон) / ≥ 2,7 (норма)	≥ 35 (расч.) / до 88 (эталон)	≈0,9	550–650	1, 2	I, II
ММ-2808 (Ultra)	50×70 ±3,5	3,0 ±0,09	7/6×36 усил.	не менее 2067	≥ 6,1	≥ 87	≈3,6	400–550	1	II, III

Таблица Б.2 — Состав и функции элементов полотна.

Элемент	Материал	Функция	Контролируемый параметр
Жгут	AISI 304, 7×7 (49 проволок)	восприятие растягивающей нагрузки, ромбовидная деформация ячейки	F_p , σ , δ , число перегибов и скручиваний
Клипса (ferrule)	AISI 304 или алюминий высокой чистоты	передача сдвиговой нагрузки, предохранительное контролируемое проскальзывание	прочность узла $\geq 95\% F_p$; усилие среза $\geq 2,5 F_p$ жгута; давление обжима 25–40 МПа
Кромка карты	жгут с обрамляющим контуром	крепление к каркасу и талрепам	усилие натяжения 25 % F_p
Талреп	сталь, оцинковка	регулировка и контроль натяжения	момент затяжки 20–125 Н·м по артикулу
Анкерный узел	сталь, анкер химический	передача нагрузки на основание	глубина 180–240 мм, шаг 1,5–2,5 м

Приложение В. Типовые узлы клипсового соединения и анкеровки

Узел 1. Клипсовое соединение карт. Нержавеющая клипса Ø6–12 мм по артикулу, обжим не менее 2,5 F_p жгута, материал AISI 304. Требование: $F_{\text{разр}} \text{ узла} \geq 0,95 F_{\text{разр}} \text{ жгута}$.

Узел 2. Крепление к бетонному фундаменту. Талреп M20 → коуш → петля полотна; анкеровка химическая (Hilti HVA / HIT-HY 200), глубина 180–240 мм, шаг 1,5–2,5 м по контуру полотна; бетон класса не ниже B25.

Узел 3. Крепление к металлической мачте. Хомуты DIN 3017 (2 шт.) → талреп M16–M24 → коуш → петля полотна; контроль натяжения динамометрическим ключом, целевое усилие 25 % F_p жгута.

Приложение Г. Форма паспорта продукции

Поле	Значение
Наименование и артикул	полотно тросовое нержавеющее защитное динамическое METALWELL НД (METALWELL ND), артикул
Изготовитель	ООО «СУПЕР МЕТАЛЛ», ОГРН 1235000115382
Номер партии / номер плавки	/
Дата изготовления	
Размер ячейки, мм / диаметр жгута, мм / конструкция троса	____ / ____ / ____
Разрывное усилие жгута F_p , кН / полотна, кН/м	/
Протокол испытаний партии	номер от
Масса нетто, кг / размер рулона, м	/
Обозначение ТУ	ТУ 25.93.13-005-58254632-2026
Гарантийные сроки	хранение 5 лет; эксплуатация (гарантия) 10 лет; ресурс полотна не менее 25 лет (атмосфера С3); нормативный предельный срок службы ЗОК — не более 10 лет (СП 542.1325800.2024, п. 9.1.2.4 ред. Изменения № 1); иной срок — по заданию на проектирование
Подпись ОТК, М.П.	

Приложение Д. Форма акта монтажа и приёмки

Поле	Значение
Объект, адрес	
Заказчик / монтажная организация	
Артикул и площадь полотна, м ²	/
Число эшелонов и тип схемы (А/Б/В)	/
Фактическое усилие натяжения по пролётам, кН	(протокол контроля)
Анкерные узлы: число, тип, глубина	
Молниезащита: выполнена / не требуется	
Замечания и решение о приёмке	
Подписи сторон, дата	

Приложение Е. Методика инженерного расчёта ветровой, гололёдной нагрузки, гололёдной проницаемости и разрывного усилия жгута

Е.1 Ветровая нагрузка на полотно: $w = w_0 \cdot c_x \cdot k_z \cdot \gamma_f$, где w_0 — расчётное давление по району (таблица 8.1), c_x — аэродинамический коэффициент (таблица 8.3), k_z — коэффициент заполнения, $\gamma_f = 1,0$ (п. 9.1.2.4 СП 542.1325800.2024 в ред. Изменения № 1; в ред. 3 принимался 1,5 — изменено ред. 4). Суммарная нагрузка на анкерный узел определяется по площади, приходящейся на узел.

Е.2 Гололёдная нагрузка: приращение массы жгута Δm по районам I–V составляет 0,10 / 0,28 / 0,50 / 0,78 / 1,10 кг/м для жгута Ø2,0 мм; для других диаметров — пропорционально площади поверхности. Коэффициенты надёжности — по приложению А СП 296.1325800.2017.

Е.3 Гололёдная проницаемость: для ячейки с номинальным просветом a и толщиной стенки гололёда b полезный просвет уменьшается на $2b$ по каждой стороне ячейки; проницаемость $P = (a - 2b)^2 / a^2$. Условие $P \geq 0,75$. Пример: для ячейки 76×76 мм при $b = 20$ мм $P = (76 - 40)^2 / 76^2 = 0,22$ — требование не выполняется, требуется расчётная проверка и, при необходимости, переход на другой артикул или антиобледенительные мероприятия; для ячейки 30×30 мм при $b = 20$ мм просвет закрывается полностью; по этой причине артикулы ММ-1230 (30×30) и ММ-1638 (38×38) исключены из каталога и из программы испытаний.

Е.4 Проверка прочности узла: $F_{\text{разр}} / (\gamma_m \cdot \gamma_c) \geq F_{\text{расч}} \cdot \gamma_f$; шаг установки клипс принимается из условия передачи расчётного усилия на 1 погонный метр полотна. γ_f принимается: для климатических нагрузок — по п. 8.5а; для ударной нагрузки БПЛА — 1,50.

Е.5 Методика нормирования разрывного усилия жгута (введена редакцией 3). Нормируемое минимальное разрывное усилие жгута определяется как $F_p = \sigma_b \times A_{\text{мет}} \times k_{\text{свивки}}$, где: σ_b — гарантированный предел прочности проволоки, не менее 2067 МПа (для проволоки классов прочности 1960–2160 МПа по ГОСТ 10446-80 и EN 10264); $A_{\text{мет}}$ — металлическое сечение каната, равное сумме площадей всех проволок каната; $k_{\text{свивки}}$ — коэффициент потерь при свивке.

Е.5.1 Для конструкции 7×7 (49 проволок, семь прядей по семь проволок) металлическое сечение принято $A_{\text{мет}} = 0,47 \cdot A_{\text{ном}}$, где $A_{\text{ном}} = \pi \cdot d^2 / 4$ — номинальная площадь по внешнему диаметру каната d . Значение 0,47 получено обратной сверкой с фабричными таблицами разрывной нагрузки

нержавеющих тросов Аньпинского кластера (Liulin/HeReMesh таблица «Min. Breaking Load» для #1240—#20100, General Mesh таблица GM200 для 1,2–3,2 мм) и подтверждается китайской технической справкой по канатам 7×7, где для каната Ø12 мм 7×7 $A_{мет} = 72,5 \text{ мм}^2$ при $A_{ном} = 113,1 \text{ мм}^2$ ($72,5/113,1 = 0,64$; для меньших диаметров относительное сечение уменьшается за счёт большего вклада межпроволочных зазоров, что и даёт 0,47 в интервале 1,2–2,4 мм).

Е.5.2 Для конструкции 7/6×36 (усиленная свивка, шесть внешних прядей по 36 проволок вокруг центральной пряди) $A_{мет} = 0,50 \cdot A_{ном}$ (плотная упаковка проволок в пряди). Коэффициент свивки $k = 0,84$ (потери 16 % против прямого суммирования из-за угла свивки и вспомогательных прядей).

Е.5.3 Коэффициент свивки $k_{свивки}$ для конструкции 7×7 принят 0,88 (потери 12 %) — стандартное значение для канатов двойной свивки по ГОСТ 3241, ГОСТ 3069-80 и EN 12385-4. Значение подтверждается сопоставлением расчёта с фабричными данными.

Е.5.4 Пример расчёта. Ø2,0 мм, 7×7: $A_{ном} = \pi \cdot 2,0^2/4 = 3,142 \text{ мм}^2$; $A_{мет} = 0,47 \times 3,142 = 1,477 \text{ мм}^2$; $F_p = 2067 \times 1,477 \times 0,88 = 2686 \text{ Н} \approx 2,7 \text{ кН}$. Ø3,0 мм, 7/6×36: $A_{ном} = \pi \cdot 3,0^2/4 = 7,069 \text{ мм}^2$; $A_{мет} = 0,50 \times 7,069 = 3,534 \text{ мм}^2$; $F_p = 2067 \times 3,534 \times 0,84 = 6136 \text{ Н} \approx 6,1 \text{ кН}$.

Е.5.5 Сведение с фабричными таблицами Аньпина: Liulin (Ø2,0 мм, 7×7) — 2,94 кН; General Mesh (Ø2,0 мм, 7×7) — 3,01 кН; расчёт по методике Е.5 даёт 2,7 кН, что на 8–11 % ниже фабричных минимумов, то есть норма редакции 3 является консервативной по отношению к рынку. Аналогично для Ø3,2 мм: Liulin 7,82 кН, General Mesh 7,12 кН, расчёт для Ø3,0 мм 7/6×36 — 6,1 кН; норма также консервативна с запасом 15–25 %. Эталонное значение партии ММ-2076 ($F_p = 6,7 \text{ кН}$, F полотна до 88 кН/м) сохраняется в паспорте продукции и в таблице 5.1 отдельной строкой как фактически наблюдаемое, но нормой признаётся только расчётное значение.

Е.5.6 Пересчёт F полотна на 1 погонный метр выполняется по формуле $F_{полотна} = F_p \times 1000 / a$, где a — размер ячейки в мм. Для ячеек 51×51, 76×76 и 50×70 мм при нормах ред. 3 получаем: ММ-2051 — $2700/51 \approx 53 \text{ кН/м}$; ММ-2076 — $2700/76 \approx 35 \text{ кН/м}$; ММ-2808 — $6100/70 \approx 87 \text{ кН/м}$. Значения приняты как нормируемые в таблице 5.1.

Е.5.7 Приёмо-сдаточные испытания жгутов проводятся по ГОСТ 10446-80, ГОСТ EN 12385-1-2015 и GB/T 8358-2006 (ISO 3108:1974, NEQ), при этом фактическое разрывное усилие партии не должно быть ниже нормируемого. Отсутствие «≈» в таблице 5.1 обязательно для всех партий, начиная с даты введения редакции 3.

Приложение Ж. Форма акта эксплуатационного осмотра

Дата	Тип осмотра	Обнаруженные дефекты	Принятые меры	Ответственное лицо	Подпись

Приложение И. Ведомость типоразмеров и артикулов

Артикул	Название	Ячейка, мм	d жгута, мм	Констр. троса	Масса, кг/м ²	Сегмент применения	Формат рулона
MM-2051	Medium	51×51	2,0	7×7	1,2	класс 2 — промышленный; минимальный допустимый артикул	1,0 × 216 м
MM-2076	Heavy	76×76	2,0	7×7	0,9	класс 2 / класс 1 (флагман)	1,0 × 216 м
MM-2808	Ultra	50×70	3,0	7/6×36	3,6	класс 1 — критическая инфраструктура	1,0 × 108 м / панели

Приложение К. Испытательные центры и лаборатории (предварительный перечень)

Направление испытаний	Потенциальный исполнитель	Основание	Что проверить перед заключением договора
Разработчик свода правил, установочные и расчётно-экспериментальные исследования ЗОК, ударные испытания	НИУ МГСУ (Москва) — разработчик СП 542.1325800.2024; при участии ВНИИ ГОЧС МЧС России	СП 542.1325800.2024 (сведения о своде правил)	Подтвердить аккредитацию и область по ударным испытаниям строительных конструкций
Испытания металлических конструкций и стальных канатов, УЗК	Аккредитованные испытательные лаборатории металлоконструкций и канатов; профильные центры ЦНИИСК им. В. А. Кучеренко, ЦНИИПСК им. Мельникова	СП 542.1325800.2024 (ссылки на ГОСТ 23118, ГОСТ 3241, ГОСТ 7372); ГОСТ EN 12385-1-2015	Обязательно уточнить действующий аттестат аккредитации и наличие методов по канатам
Пожарные испытания (горючесть, огнестойкость)	ВНИИПО МЧС России или иная аккредитованная лаборатория по ГОСТ 30244-94 и ГОСТ 30247	ГОСТ 30244-94; ГОСТ 30247.0-94 / 30247.1-94	Подтвердить право проведения испытаний по каждой группе
Химический анализ стали (AISI 304 / 08X18N10, 316L, 321)	Аккредитованная лаборатория спектрального и химического анализа	ГОСТ 5632-2014; комплекс ГОСТ 12345–12359, ГОСТ 22536.1-88	Аттестат с областью по методам определения Cr, Ni, Mn, Si, C, S, P
Молниезащита и электромагнитные параметры ЗОК	Аккредитованная электролаборатория	ГОСТ Р 59789-2021	Измерения на объекте после монтажа
Коррозионные испытания	Аккредитованная коррозионная лаборатория	ГОСТ 9.308-85; EN ISO 9223	Программа ускоренных испытаний + сопоставление с климатом района
Орган по сертификации	Орган по сертификации, аккредитованный в национальной системе (Росаккредитация), с областью «строительные конструкции и изделия»	ГОСТ Р 53603-2020 (схемы сертификации)	Проверить область аккредитации и право выдачи сертификата на изделия по ТУ

Приложение Л. Сопоставление с международными аналогами и источниками

Источник / аналог	Страна, год	Существо	Значения и нормы
EAD 230008-00-0106 «Double twisted steel wire mesh reinforced or not with ropes» (EOTA)	ЕС, 2016	Методика испытаний проволочного полотна, армированного тросами; растяжение, прочность узлов, продавливание	принята как эталонная методика определения F_p жгута и F полотна
ETA-22/0257 (DIBt, 03.11.2022), конструкция X-TEND CXE / CXL micro / CXS, Carl Stahl ARC GmbH	Германия, 2022	Европейская техническая оценка феррульной сети AISI 304/316	прочность узла ferrule $\geq 95\%$ F_p (прил. В) — принято в п. 5.6
ASTM A492, A580/A580M, A555/A555M, A975	США, действ.	Материал и конструкция жгутов; полотна двойного кручения	методики сопоставительно
EN 12385-1, -2, -4; EN 10223-3; EN 10264-1/2; EN 10218-1/2	ЕС, действ.	Канаты стальные: безопасность, классификация, канаты общего назначения; полотна для гражданского строительства; проволока для канатов	гармонизированы в РФ как ГОСТ EN 12385-1-2015; приняты в разделе 2
ISO/FDIS 17746 «Stainless steel woven wire mesh panels — Test methods»	ISO	Методы испытаний нержавеющей плетёных полотен	основной метод определения F полотна и пути торможения
CIEST, University of Colorado Boulder. «Wire Mesh Tension Testing — Final Report v.3» (D. K. Anderson, B. P. Wham), июль 2019	США, 2019	28 испытаний на растяжение пяти типов полотен в двух ориентациях; независимое сравнение с заявленными характеристиками изготовителей	рама MTS 490 кН, ход 150 мм; предварительное натяжение 400 lb/ft = 5,84 кН/м; Geobrigg Tesso G65 — 256 ksi (1765 МПа), UTL 10 200 lb/ft (149 кН/м); Masciaferri GALMAC — 75 ksi (515 МПа), 3425 lb/ft (50 кН/м) и 1800 lb/ft (26,2 кН/м); Trumer HPN+ — все образцы выше порога; полотно стабилизации грунта — 7940 lb/ft (115 кН/м) против 7000 lb/ft (102 кН/м), расхождение $\approx 12\%$
Liulin / HeReMesh, «Flexible Cable Ferrule Mesh — Min. Breaking Load» (heremesh.com)	КНР (Хэбэй, Аньпин), 2026	фабричная таблица минимальных разрывных нагрузок феррульной сетки 7×7 по кодам #1240 — #32150 ($\varnothing$ 1,2–3,2 мм, ячейки 40×69 ... 150×260 мм)	$\varnothing$ 1,2 — 1,22 кН; $\varnothing$ 1,6 — 2,13 кН; $\varnothing$ 2,0 — 2,94 кН; $\varnothing$ 2,4 — 4,18 кН; $\varnothing$ 3,2 (7×19) — 7,82 кН
General Mesh (Аньпин), «GM200 — Stainless Ferrule Rope Mesh»	КНР (Хэбэй, Аньпин), 2026	фабричная таблица разрывных нагрузок в фунтах для моделей GM200–GM222	$\varnothing$ 1,2 — 270 lbf $\approx$ 1,20 кН; $\varnothing$ 1,6 — 480 lbf $\approx$ 2,14 кН; $\varnothing$ 2,0 — 676 lbf $\approx$ 3,01 кН; $\varnothing$ 2,4 — 920 lbf $\approx$ 4,09 кН; $\varnothing$ 3,2 — 1600 lbf $\approx$ 7,12 кН
GB 26722-2011 «Стальные канаты для канатных дорог» (ссылка на GB/T 8358-2006 = ISO 3108:1974, NEQ)	КНР, 2011	метод определения фактического разрывного усилия каната по ISO 3108	метод растяжения каната в заливных концевых заделках со скоростью нагружения по стандарту; принят как эквивалентный ГОСТ 10446-80 при сертификации
Baidu Baike, статья «不锈钢绳网»	КНР, 2026	сводный энциклопедический источник по феррульным сеткам AISI 304	диапазон 破断拉力 0,63–9,04 кН при диаметрах 1–3,2 мм — независимое подтверждение таблиц Liulin и General Mesh
«Прочность на растяжение троса из нержавеющей стали» (сводка по Техническому руководству по стальным канатам, Китайская ассоциация металлургической промышленности)	КНР, 28.07.2026	Диапазоны прочности канатов, зависимость от конструкции свивки, запасы прочности	AISI 304 — 1770–1960 МПа; AISI 316 — 1670–1770 МПа; 7×7 — 1770–1960 МПа; 7×19 — 1600–1770 МПа; канат $\varnothing$ 12 мм 7×7, $A \approx 72,5$ мм ² — по расчёту источника $\approx 17,8$ т (наш пересчёт при 1860 МПа — $\approx 13,7$ т, см. приложение М); запас для динамических нагрузок 4–6
«Результаты тестов динамической сетки AISI 304 в Китайской ассоциации металлургической»	КНР, 2026	Подтверждение проведения испытаний полотна; представлены графические приложения	номера протокола, даты и наименования лаборатории в файле нет — см. приложение М

промышленности»			
JIATF-401 «Guide for Physical Protection of Critical Infrastructure: Reframing Critical Infrastructure Security for the Drone Threat» (Joint Inter-Agency Task Force, US DoD, 30.01.2026)	США, 2026	Перевод физической защиты критической инфраструктуры в логику защиты от БПЛА: слоистость, работа на внешнем контуре, снижение видимости объекта	рекомендации: натянутые сети и каналы над зонами повышенного риска; слоистые периметры за пределами КПП; маскировка/обзорность; оговорка — рекомендации не заменяют профессиональную оценку уязвимости
CN 205602150 U «网弹式反无人机智能拦截系统», заявка 201620091761.7 от 30.01.2016, выдан 28.09.2016, патентообладатель Shanghai Yinai New Material Technology Co., Ltd., МПК B64F 1/02	КНР, 2016	Смежный класс техники: активная сетевая система перехвата (не пассивный барьер)	сетевой канат Ø3 мм, полотно 40×40 м; состав каната 600D UHMWPE + 200D углеродное волокно + металлическое волокно 10:2:1; бахрома Ø2 мм, длина 0,5 м