ООО «СТС» | ОКП 4842

СТАНДАРТ ОРГАНИЗАЦИИ

ВАНТОВЫЕ СИСТЕМЫ

ВС-СТС



СТО ВС 002-2017

Редакция №4

Москва, 2022

ПРЕДИСЛОВИЕ

Цели и принципы стандартизации в Российской Федерации установлены Федеральным законом от 27 декабря 2002 г. №184-ФЗ «О техническом регулировании», а правила применения стандартов организаций соответствуют ГОСТ Р 1.4-2004 «Стандартизация в Российской Федерации. Стандарты организаций. Общие положения», ГОСТ Р 1.5-2004 «Стандартизация в Российской Федерации. Стандарты национальные Российской Федерации. Правила построения изложения, оформления и обозначения», ГОСТ Р 1.12.2004 «Стандартизация в Российской Федерации. Термины и определения».

Сведения о стандарте

РАЗРАБОТАН: ООО «СТС»

ВНЕСЕН: ООО «СТС»

УТВЕРЖДЕН И ВВЕДЕН В ДЕЙСТВИЕ: Приказом Генерального директора ООО «СТС» № 14-17/ОД от 11 апреля 2017 г.

СРОК ДЕЙСТВИЯ: Бессрочный

ВВЕДЕН: Впервые

СОДЕРЖАНИЕ

СОДЕРЖАНИЕ 3
1 ОБЛАСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ 5
2 НОРМАТИВНЫЕ ССЫЛКИ 6
3 ТЕРМИНЫ И ОПРЕДЕЛЕНИЯ 7
4 ОБОЗНАЧЕНИЯ И СОКРАЩЕНИЯ 8
5 СОСТАВ ВАНТОВОЙ СИСТЕМЫ 9
6 ПРОЕКТИРОВАНИЕ 10
7 ТРЕБОВАНИЯ К ЭЛЕМЕНТАМ 12
8 СЕРТИФИКАЦИОННЫЕ ИСПЫТАНИЯ СИСТЕМЫ 21
9 ТРАНСПОРТИРОВКА И ХРАНЕНИЕ 24
10 ВХОДНОЙ КОНТРОЛЬ 25
11 МОНТАЖ 26
12 ЭКСПЛУАТАЦИЯ 27
13 ГАРАНТИЙНЫЕ ОБЯЗАТЕЛЬСТВА 29
14 ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ ДЛЯ ЗАКАЗА 30
БИБЛИОГРАФИЯ 31
ЛИСТ РЕГИСТРАЦИИ ИЗМЕНЕНИЙ 32

ПРИЛОЖЕНИЯ

Приложение А Установочные размеры регулируемых (активных и пассивных) анкеров
Приложение Б Установочные размеры нерегулируемых (активных и пассивных) анкеров
Приложение В Пространство для установки однопрядевого домкрата
Приложение Г Пространство для установки многопрядевого домкрата

ВВЕДЕНИЕ

Настоящий стандарт разработан в соответствии с положениями Федерального закона от 27 декабря 2002 г. № 184-ФЗ «О техническом регулировании», Федерального закона от 30 декабря 2009 г. № 384-ФЗ «Технический регламент о безопасности зданий и сооружений».

В настоящем стандарте изложены комплекс требований, относящихся к составу вантовой системы, элементам, материалам, испытаниям, монтажу и входному контролю элементов вантовой системы, а также определены требования при проектировании.

Стандарт создан на основе результатов многолетних методических наработок его авторов и международных аналогов. При разработке стандарта учтен опыт применения действующих российских нормативных документов, а также международных норм и рекомендаций [1], [2] и [3].

Выполнение требований Стандарта гарантирует обеспечение представленных прочностных и эксплуатационных характеристик элементов, приведенных в настоящем документе.

Ключевые слова: ванты, анкер, преднапряжение, арматурная прядь, клиновой зажим, девиатор, демпфер, домкрат.

Авторский коллектив ООО «СТС»: к.т.н. Ситников С.Л. (руководитель разработки), инженеры Баулин Ю.А., Марченко М.С., Аксененко А.В.

1 ОБЛАСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ

Настоящий стандарт распространяется на вантовую систему ООО «СТС» (далее ВС СТС), применяемую в мостостроении, в промышленном и гражданском строительстве.

ВС СТС предназначена для применения в вантовых и экстрадозных мостовых сооружениях, в арочных мостовых конструкциях в качестве подвесок, в качестве поддерживающих элементов покрытий зданий и сооружений, например, стадионов.

ВС СТС не подлежит применению в качестве вантовых систем грузоподъемных механизмов, оттяжек высотных сооружений.

В данном стандарте описаны требования к ВС СТС, в которой основной растянутый элемент образован пучком параллельных семипроволочных высокопрочных прядей (канатов), которые закреплены клиновыми зажимами в анкерах.

ВС СТС в соответствии с настоящим СТО имеет диапазон типоразмеров по количеству прядей от 4-х до 91-ой пряди в ванте.

Седловидные крепления вант на пилонах (опорах) без анкеровки вант в пилонах (опорах) в данном СТО не предусматриваются. Элементы ВС СТС по данному СТО могут использованы в условно «седловидных» креплениях с анкеровкой вант в стальных переходных элементах на пилонах (опорах).

Применение стержней с резьбой, закрытых канатов или параллельных проволок в настоящем СТО не предусматривается.

Ванты в составе ВС СТС собираются на объекте строительства из поставляемых элементов по индивидуальному проекту.

Данный стандарт обязателен для применения сотрудниками ООО «СТС», а также сотрудниками проектных, строительных и эксплуатирующих организаций, которые используют ВС СТС при проектировании, строительстве и эксплуатации соответственно.

2 НОРМАТИВНЫЕ ССЫЛКИ

В настоящем стандарте использованы ссылки на следующие стандарты и своды правил:

ГОСТ Р 15.301-2016 Система разработки и постановки продукции на производство (СРПП). Продукция производственно-технического назначения. Порядок разработки и постановки продукции на производство

ГОСТ 15.005-86 Создание изделий единичного и мелкосерийного производства, собираемых на месте эксплуатации

ГОСТ Р 1.4-2004 Стандартизация в Российской Федерации. Стандарты организаций. Общие положения

ГОСТ Р 1.5-2004 Стандартизация в Российской Федерации. Стандарты национальные Российской Федерации. Правила построения изложения, оформления и обозначения

ГОСТ Р 1.12.2004 Стандартизация в Российской Федерации. Термины и определения

ГОСТ Р 53772 Канаты стальные арматурные семипроволочные стабилизированные. Технические условия

ГОСТ 15150 Машины, приборы и другие технические изделия. Исполнения для различных климатических районов. Категории, условия эксплуатации, хранения и транспортирования в части воздействия климатических факторов внешней среды

ГОСТ 9.014-78 Единая система защиты от коррозии и старения (ЕСЗКС). Временная противокоррозионная защита изделий. Общие требования

СП 35.13330 Мосты и трубы

СП 79.133330 Мосты и трубы. Правила обследований и испытаний

СТО СТС 001-2017 Элементы системы предварительного напряжения строительных конструкций

prEN 10138 Prestressing steels - Part 3: Strand

EN 10337 Zinc and zinc alloy coated prestressing steel wires and strands

EN 1993-1-11 Design of structures with tension components

SFS 1265-3:en Prestressing steels. Part 3: Strand

SS 212553:2013 Prestressing steels - Strand

BS 5896:2012 High tensile steel wire and strand for the prestressing of concrete. Specification

3 ТЕРМИНЫ И ОПРЕДЕЛЕНИЯ

В настоящем СТО применены следующие термины с соответствующими определениями:

3.1 анкер: Устройство, предназначенное для закрепления вантового пучка и передачи усилия натяжения с пучка на конструкцию.

3.2 антивандальная труба: Стальная труба для исключения повреждения вандалами вантовой оболочки, расположенная на вантовом пучке до высоты от 2,5 до 3,5 м от уровня возможного нахождения людей.

3.3 ванта: Совокупность вантовых арматурных прядей, объединенных в единый элемент и помещенных в вантовую оболочку, а также оснащенных анкерами с обоих концов, защитными крышками, опорными элементами для передачи нагрузки на конструкцию и системами диагностики силы натяжения (или без них).

3.4 вантовая система: Совокупность вант, закрепленных на пилоне (опоре) с одной стороны, и в поддерживаемой конструкции с другой стороны.

3.5 вантовая арматурная прядь: Прядевая арматура (канат) из семи высокопрочных оцинкованных проволок в полиэтиленовой оболочке, повторяющей контур пряди, со смазкой между проволоками и оболочкой.

3.6 вантовая оболочка: Цилиндрическая полиэтиленовая труба для защиты прядей ванты от внешних воздействий, таких как ветер, дождь, снег, наледь. На внешней поверхности вантовая оболочка имеет конструктивные элементы в виде спиральных ребер или сферических впадин и углублений для уменьшения колебания вант от воздействия ветра, льда и дождя.

3.7 гарантированное напряжение (усилие) разрыва: Минимальное разрывное напряжение (усилие) пряди, указанное в стандарте.

3.8 герметизирующие элементы: Специальное герметичное уплотнение прядей в анкере, обеспечивающее герметичность внутренних полостей анкера от попадания воды, конденсата.

3.9 датчик усилия (силоизмеритель): Устройство, измеряющее усилие в арматурном пучке или отдельной пряди.

3.10 демпфер: Устройство, расположенное на ванте и выполняющее функцию гашения колебания ванты.

3.11 клиновой зажим: Клин (цанга), обеспечивающий закрепление и фиксацию пряди в конусном отверстии обоймы анкера.

3.12 материал заполнения: Специальный антикоррозионный материал, на основе парафиновых масел, защищающий внутренние полости анкера и выпуски прядей под крышкой анкера от коррозии.

3.13 многопрядевый домкрат: Домкрат для регулирования усилия натяжения всех прядей ванты одновременно.

3.14 направляющая труба: Стальная труба, выполняющая функцию формирования начального участка вант и установленная в пилон (опору) и поддерживаемую конструкцию.

3.15 обойма анкера: Изделие, обеспечивающее фиксацию клиновых зажимов с арматурными прядями в конусных отверстиях и передающее усилие натяжения ванты на опорную плиту.

3.16 однопрядевый домкрат: Гидравлический домкрат для натяжения одной пряди.

3.17 опорная плита: Изделие, обеспечивающее передачу усилия натяжения ванты от анкерной обоймы на опорную поверхность конструкции.

3.18 свободный девиатор: Устройство в виде хомута, обеспечивающее плотное расположение прядей в ванте после выхода прядей из анкера без передачи поперечных усилий от колебаний ванты на конструкцию.

3.19 фактическое усилие разрыва: Усилие, полученное при испытаниях.

3.20 фактическое напряжение разрыва: Напряжение, полученное делением фактического усилия разрыва на фактическую площадь сечения.

3.21 фиксированный девиатор: Устройство в виде хомута, обеспечивающее плотное расположение прядей в ванте после выхода прядей из анкера с передачей поперечных усилий от колебаний ванты на конструкцию.

3.22 экстрадозные конструкции: Конструкции с низкими опорами (пилонами), в которых основная часть вертикальных воздействий передается от поддерживаемой конструкции непосредственно на опоры, минуя ванты.

4 ОБОЗНАЧЕНИЯ И СОКРАЩЕНИЯ

В настоящем стандарте приняты следующие сокращения:

ВС СТС - вантовая система ООО «СТС»;

СТС - ООО «СТС»;

РКД - рабочая конструкторская документация;

СТО - стандарт организации;

ПНД - полиэтилен низкого давления высокой плотности.

5 СОСТАВ ВАНТОВОЙ СИСТЕМЫ

5.1 Вантовая система СТС - это совокупность элементов и материалов, сопроводительной документации, приборов и оборудования, работ по монтажу или услуг по шефмонтажу, системы мониторинга усилий, а также перечня работ по эксплуатации. При отсутствии любого из вышеперечисленных элементов понятие ВС СТС не применяется.

5.2 В комплект поставки ВС СТС входят следующие элементы:

- пряди (арматурные канаты);
- анкеры;
- девиаторы фиксированные и свободные;
- опорные плиты (по отдельному запросу заказчика);
- направляющие трубы (по отдельному запросу заказчика);
- антивандальные трубы;
- вантовая оболочка;
- демпферы (по отдельному запросу заказчика);
- датчики усилия (по отдельному запросу заказчика);
- антикоррозийное заполнение анкеров;
- крепежные детали для всех поставляемых элементов.

5.3 Установочные размеры элементов ВС СТС приведены в приложении А.

5.4 Индивидуально для каждого объекта вместе с поставкой ВС СТС и в рамках оказания услуг по монтажу или шефмонтажу ВС СТС передаётся следующая документация:

- сборочные чертежи вант;
- процедуры на транспортировку, хранение, входной контроль, монтаж, натяжение, регулировку усилия, инъецирование и эксплуатацию ВС СТС в привязке к конкретному объекту;
- сертификаты на материалы и сертификаты или паспорта на изделия ВС СТС.

По отдельному запросу возможна подготовка проекта производства работ и технологических карт на монтаж вантовой системы.

5.5 РКД на элементы ВС СТС является собственностью ООО «СТС» и передаче третьим лицам не подлежит за исключением случаев, определяемых законодательными актами или при квалификационных испытаниях.

5.6 Для установки ВС СТС необходимо монтажно-технологическое оборудование, которое разрабатывается и изготавливается индивидуально для каждого объекта с учетом конструктивных, технологических, климатических особенностей и сроков строительства:

- однопрядевые домкраты и насосные станции для натяжения прядей;
- бухтодержатели прядей;
- установка для сварки вантовой оболочки;
- тележки для вантовой оболочки;
- столы для формирования прядей;
- подмости;
- станок для отрезки прядей;
- инструмент для снятия оболочки прядей;
- комплект оборудования для протягивания прядей в ванту;
- оборудование для запрессовки клиновых зажимов;
- строповочные устройства для монтажа вантовой оболочки, антивандальной трубы, девиаторов и прядей;
- лебедки;
- установка инъецирования анкера.

5.7 Элементы ВС СТС, разрабатываемые на отечественных предприятиях, должны удовлетворять требованиям ГОСТ Р 15.301.

5.8 Элементы ВС СТС заводского изготовления собираемые на месте эксплуатации должны удовлетворять требованиям ГОСТ 15.005.

6 ПРОЕКТИРОВАНИЕ

6.1 ВС СТС предусмотрена для применения при ограничении максимального усилия в прядях ВС СТС от действия расчетных нагрузок не более 74% от гарантированного разрывного усилия, для экстрадозных конструкций ВС СТС допускает усилие в ванте от действия расчетных нагрузок до 80% от гарантированного разрывного усилия. В любом случае, усилие в ванте от действия расчетных нагрузок должно быть не более, чем по требованию сводов правил, соответствующих назначению объекта.

6.2 ВС СТС предусмотрена для эксплуатации при размахе напряжений в прядях ванты от действия нормативных нагрузок из сочетаний усилий на выносливость не более 160 МПа при максимальном уровне 45% от гарантированного напряжения разрыва. Для экстрадозных конструкций допускается применение ВС СТС с повышенным максимальным уровнем напряжений в прядях до 55% от гарантированного напряжения разрыва с одновременным понижением размаха напряжений в прядях до 110 МПа включительно.

6.3 Минимальное усилие в прядях ванты от действия нормативных нагрузок не должно быть менее 10% от гарантированного усилия разрыва. В противном случае проектировщику необходимо сообщить об этом в СТС для разработки дополнительных мероприятий.

6.4 Максимальное усилие в прядях ВС СТС на стадии строительства или при замене вант при действии нормативных значений нагрузок не должны превышать 60% от гарантированного разрывного усилия.

6.5 Углы отклонения ванты от теоретической оси ванты в точке входа в анкерные узлы на стадиях строительства не должны превышать от плюс $1{,}43^0$ до минус $1{,}43^0$ (от плюс 25 мрад до минус 25 мрад). Углы отклонения ванты от действия нормативных временных нагрузок в процессе эксплуатации должны быть от минус $0{,}6^0$ до плюс $0{,}6^0$ (от плюс 10 мрад до минус 10 мрад). В случае превышения данных значений проектировщику необходимо предусмотреть дополнительные мероприятия в виде изменения усилия в ванте, и/или установки фиксированных девиаторов, или учесть дополнительные напряжения в прядях от перегиба совместно с напряжениями от осевой растягивающей силы.

6.6 Температурный режим эксплуатации ВС СТС должен быть в пределах от минус 40 ^{0}С до плюс 50 ^{0}С.

6.7 Проектировщик определяет необходимость включения демпферов в состав вантовой системы, исходя из особенностей конкретного объекта, при наличии любого из следующих условий:

- амплитуда колебаний ванты для первой формы при средней скорости ветра 15 м/с превышает одну пятисотую длины ванты;

- частота возбуждения колебаний ванты отличается менее, чем на 20 % от частоты или удвоенной частоты собственных колебаний ванты.

При этом СТС рекомендует устанавливать демпферы при длине вант 80 м и более независимо от вышеприведенных условий.

6.8 Количество отверстий в анкерах для прядей (типоразмер анкера) должно приниматься увеличенным по сравнению с устанавливаемым количеством прядей для возможности монтажа дополнительных прядей после работ по натяжению проектного количества. Свободные отверстия должны быть заполнены заглушками.

6.9 Направляющая труба и её крепление к основной конструкции, в случае установки фиксированных девиаторов, должны воспринимать усилие от отклонения вант согласно пункту 6.5. Если направляющая (опалубочная) труба не имеет доступа для осмотра в процессе эксплуатации и не имеет возможности её замены, то антикоррозионная защита направляющей трубы должна иметь срок службы не менее 100 лет.

6.10 Размеры и прочность опорной плиты регулируемого анкера должны обеспечить возможность установки многопрядевого домкрата в процессе эксплуатации. Также должны быть обеспечены прочность опорной плиты и прочность её крепления к основной конструкции на действие нагрузки не менее гарантированного усилия разрыва. В случае бетонирования опорной плиты в железобетонную конструкцию должны выполняться требования по прочности локальной зоны бетона за опорной плитой по СТО СТС 001-2017. Если опорная плита не имеет доступа для осмотра в процессе эксплуатации и не имеет возможности её замены, то антикоррозионная защита опорной плиты должна иметь срок службы не менее 100 лет.

6.11 Проектировщик должен предусмотреть отвод воды из низшей точки ванты в направляющей трубе перед опорной плитой или в опорной плите.

6.12 При проектировании объектов с применением ВС СТС необходимо учитывать потери усилия натяжения от релаксации напряжений в прядях. Потери от релаксации рекомендуется определять с учетом применения стабилизированных прядей с низкой релаксацией по указаниям СП 35.13330.

6.13 Проектировщик должен предусмотреть случай замены (выключения из работы) одной ванты на объекте при действии нормативных значений постоянных и временных нагрузок, с ограничением или закрытием движения автотранспорта для мостовых сооружений по необходимости.

6.14 Для операций натяжения в зоне активного анкера необходимо обеспечить доступ персонала и пространство для размещения однопрядевого домкрата согласно приложения В.

6.15 Для операции регулирования усилий в процессе эксплуатации в зоне регулируемого анкера необходимо обеспечить доступ персонала и пространство для размещения многопрядевого домкрата согласно приложения Г.

6.16 Проектировщик должен предусмотреть в проектной документации молниезащиту элементов ВС СТС или определить необходимость в электрозащите анкеров вант.

6.17 В проектной документации на сооружение должны быть приведены следующие допуски на монтаж опорных плит и направляющих труб ВС СТС:

- линейное отклонение центра опорной плиты и направляющей трубы от плюс до минус 10 мм;
- угол наклона опорной плиты и направляющей трубы от плюс до минус 2 мрад.

7 ТРЕБОВАНИЯ К ЭЛЕМЕНТАМ

7.1 Пряди (канаты)

7.1.1 Пряди для применения в ВС СТС представляют собой семипроволочные стальные канаты из оцинкованной проволоки с покрытием специальным материалом заполнения и расположенные в индивидуальной оболочке из полиэтилена.

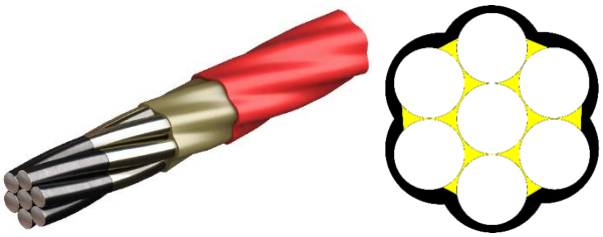


Рисунок 7.1 - Вантовая арматурная прядь: оцинкованная, смазанная и в полиэтиленовой оболочке

7.1.2 Пряди для ВС СТС применяются в соответствии с требованиями prEN 10138-3 или ГОСТ Р 53772 со следующими характеристиками стальной части:

а) диаметр стальной части 15,2 мм и 15,7 мм;

б) номинальная площадь поперечного сечения 140 мм^2 и 150 мм^2 соответственно;

в) допуск на погонную массу пряди от минус 2 % до плюс 2 %;

г) гарантированное напряжение разрыва не менее 1770 МПа или 1860 МПа;

д) гарантированное усилие разрыва одной пряди:

1) диаметром 15,2 мм прочностью 1860 МПа равняется 260,4 кН;

2) диаметром 15,7 мм прочностью 1770 МПа равняется 265,5 кН;

3) диаметром 15,7 мм прочностью 1860 МПа равняется 279,0 кН;

е) удлинение при разрыве не менее 3,5 %;

ж) модуль упругости 195 000 МПа (допуск от плюс 5 % до минус 5 %);

и) потери напряжений в пряди от релаксации должны быть не более 2,5 % при напряжении, равном 70 % от гарантированного напряжения разрыва в течение 1000 часов (при 20 °С).

7.1.3 Дополнительно к стальной части прядей для ВС СТС предъявляются следующие требования:

- усталостная прочность пряди должна обеспечивать 2 миллиона циклов с максимальным напряжением 45 % от фактического напряжения разрыва при размахе напряжений 300 МПа;

- после испытаний на выносливость прочность пряди при испытании на разрыв должна быть не менее 95 % фактического усилия разрыва;

- пряди должны быть изготовлены из проволок с цинковым или цинк\алюминиевым покрытием, с массой покрытия от 190 до 350 г/м^2.

В части требований к цинковому покрытию проволок должны выполняться условия EN 10337 или не хуже.

Чистота антикоррозионной защиты проволок прядей гальванизацией цинком должна быть не хуже, чем класса Z3 (максимальной чистоты 99,95 % в соответствии с BS EN1179).

7.1.4 Вышеприведенные показатели стальной части пряди подтверждаются при поставке сертификатами завода-изготовителя и проверяются до нанесения материала заполнения и устройства индивидуальной оболочки пряди.

7.1.5 Диаметр пряди с оболочкой не должен быть более 19 мм.

7.1.6 Свойства материала заполнения на основе парафина или на основе смазки должны быть в соответствии с требованиями таблиц 7.1 и 7.2 соответственно и должны подтверждаться сертификатами производителя. Допускается применять различные, в том числе международные, стандарты контроля свойств.

Таблица 7.1 Свойства материала заполнения пряди на основе парафина

Характеристика	Значение
Температура сгущения, °С	≥65
Температура каплепадения, °С	≥60
Температура вспышки, °С	≥250
Пенетрация 0,1 мм, не более	≤125
Хладостойкость	Без растрескивания при минус 40°С
Выделение при 40°С	≤1,0%
Стойкость к окислению 100 часов при 100°С	≤0,03
Проба на медной пластинке (100 часов при 100 С), балл	Класс 1а по ISO 2160
Защита от коррозии: 168 часов при 35°С	Без коррозии по ISO1107 и ISO9227
Содержание водорастворимых кислот и щелочей	Cl, S, NO_3 ≤50 промилле, SO_4 ≤100 промилле

Таблица 7.2 Свойства материала заполнения пряди на основе смазки

Характеристика	Значение
Пенетрация конусом, 60 циклов при 25 °С Цельсия (1/10 мм)	220-300
Температура каплепадения, °С	≥150
Температура вспышки, °С	≥250
Масловыделение при 40°С	За 72 часа ≤ 2,5% За 7 дней ≤ 4,5%
Масловыделение при 100°С	За 50 часов ≤ 4,0%
Стойкость к окислению 100 часов при 100°С	≤ 0,06 МПа
Стойкость к окислению 1000 часов при 100°С	≤ 0,02 МПа
Защита от коррозии: 168 часов при 35°С	Без коррозии по ISO9227
Отсутствие коррозии в растворе хлорида натрия	Степень 0
Содержание водорастворимых кислот и щелочей	Cl, S, NO_3 ≤50 промилле, SO_4 ≤100 промилле

7.1.7 Оболочка пряди должна изготавливаться только из первичного полиэтилена, переработанные материалы не допускаются к применению. Поверхность оболочки должна повторять поверхность стальной части пряди. Свойства материала оболочки пряди должны быть в соответствии с требованиями таблицы 7.3 и должны подтверждаться сертификатами производителя материала оболочки.

Таблица 7.3 Свойства материала оболочки пряди

Характеристики	Значение
Плотность	Больше 0,94 г/см3
Содержание технического углерода (сажи) (только для черного материала ПНД)	2,3% ± 0,3% (масса)
Предел текучести при температуре 23 ± 2°С и скорости испытания 50 мм/мин	Не менее 22 МПа самого материала Не менее 18 МПа в изделии
Удлинение при разрыве при 23°С (скорость испытания 50 мм/мин)	Не менее 600% самого материала Не менее 250% в изделии
Удлинение при разрыве при минус 20°С (скорость испытания 50 мм/мин)	Не менее 150% самого материала Не менее 100% в изделии
Показатель текучести расплава при нагрузке (2,16 кг при 190°С на 10 мин) либо Показатель текучести расплава при нагрузке (5 кг 190°С, на 10 мин)	Меньше 0,25 г/10 мин Либо больше 0,35г и меньше 1,4 г/10 мин
Термостабильность в кислороде	210 °С в течении 20 мин

7.1.8 После нанесения оболочки на пряди должны выполняться следующие требования, подтверждаемые сертификатом завода изготовителя прядей:

- толщина оболочки от 1,5 до 1,65 мм;
- количество материала заполнения пряди должно быть равномерно распределено по длине пряди; при отличии в пределах от минус 20 % до плюс 20 % от заявленного производителем, необходимо проводить дополнительно по одному испытанию на начальное сопротивление скольжению и водонепроницаемость для каждой бухты в сравнении с количеством испытаний по разделу 10 настоящего СТО;
- начальное сопротивление скольжению пряди в оболочке не менее 2000 Н/м;
- водонепроницаемость не более 0,5 г при длине пряди 1 м и высоте давления воды 1 м при выдержке 24 ч;
- стойкость к ударному воздействию – не должно появляться следов материала заполнения в месте воздействия.

7.1.9 Для проведения испытаний прядей, материала заполнения и оболочки пряди допускается применять российские и иностранные стандарты по методикам испытаний.

7.2 Анкеры

7.2.1 Анкеры должны обеспечивать нормальную эксплуатацию ВС СТС при усилиях в ванте до 45 % от гарантированного разрывного усилия при отклонениях ванты в анкерном узле от нормативных значений временных нагрузок от плюс 10 до минус 10 мрад.

7.2.2 Для экстрадозных конструкций допускается заказ анкеров, у которых нормальная эксплуатация обеспечена при повышенном максимальном уровне напряжений в прядях до 55 % от гарантированного напряжения разрыва при углах поворота по п.7.2.2, при этом амплитуда напряжений для проверок на выносливость должна быть ограничена согласно п.6.2 настоящего СТО.

7.2.3 Прочность анкеров должна быть обеспечена при действии на анкер усилия, равного не менее чем гарантированному усилию разрыва ванты.

7.2.4 В составе ВС СТС предусмотрены регулируемые и нерегулируемые анкера.

7.2.5 Состав регулируемого анкера (см. рисунок 7.2): обойма с конусными отверстиями для клиновых зажимов, стакан с наружной резьбой и зоной герметизации, клиновые зажимы, гайка, крышка. Усилие от регулируемого анкера на опорную плиту передается через гайку.

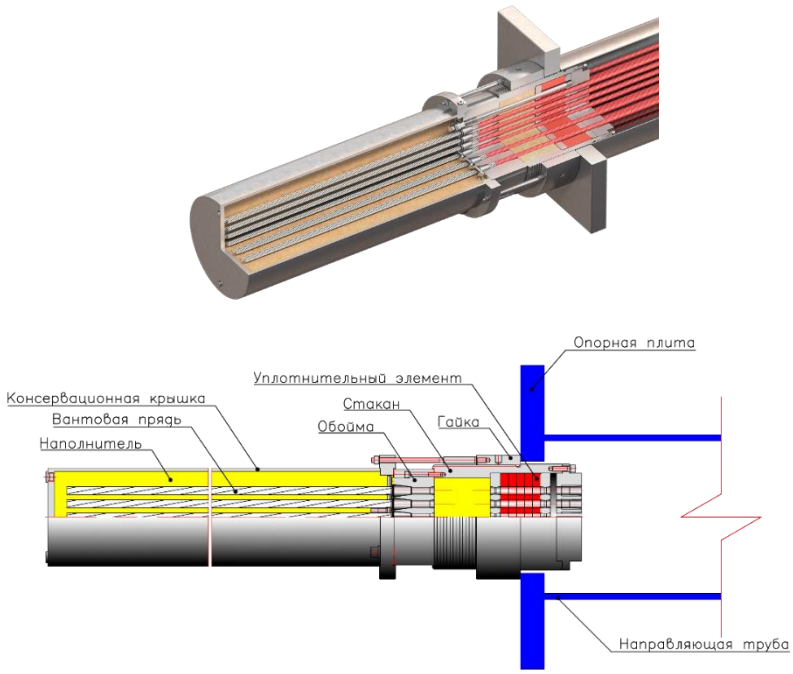


Рисунок 7.2 - Регулируемый анкер ВС СТС

7.2.6 Конструкция регулируемого анкера должна обеспечивать возможность для увеличения длины ванты (снижения усилия в ванте) на расчетную величину при помощи гайки и многопрядевого домкрата. По умолчанию, анкеры проектируются для увеличения длины ванты на величину 1/1000 длины ванты между опорными плитами, но не менее 50 мм. По запросу заказчика для конкретного объекта выпускаются анкера с другими значениями.

7.2.7 Состав нерегулируемого анкера (см. рисунок 7.3): обойма с отверстиями для клиновых зажимов, стакан с зоной герметизации, клиновые зажимы, прижимной диск клиновых зажимов, крышка. Усилие от нерегулируемого анкера на опорную плиту передается через стакан.

7.2.8 Регулируемые и нерегулируемые анкеры могут быть активными или пассивными.

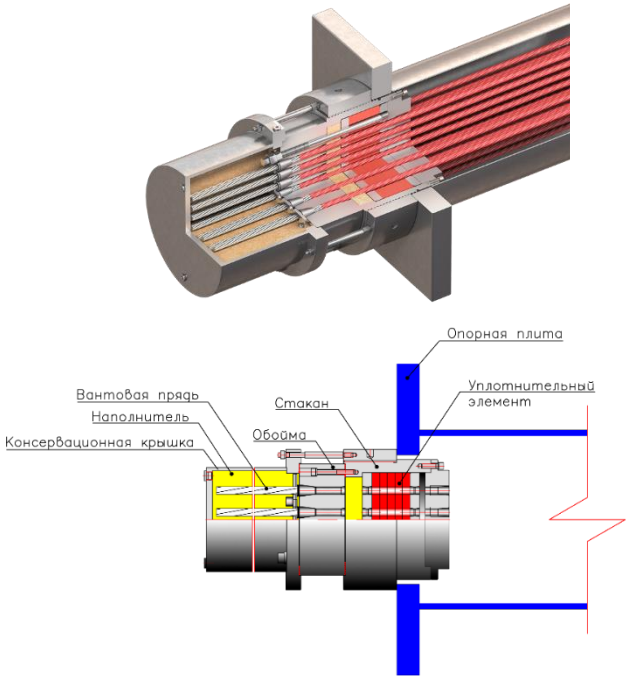


Рисунок 7.3 - Нерегулируемый анкер ВС СТС

7.2.9 Активные анкеры применяются со стороны натяжения прядей в процессе строительства и содержат длинные выпуски прядей под крышкой для возможности последующего увеличения усилий в прядях в процессе эксплуатации с помощью однопрядевого домкрата.

7.2.10 В пассивных анкерах пряди обрезаются за клиновыми зажимами, подвергаются опрессовке и фиксируются прижимными дисками.

7.2.11 Предусмотрены следующие обозначения при маркировке анкеров:

а) Р – регулируемый;

б) А – активный;

в) П – пассивный;

г) В – верхний;

д) Н – нижний.

Для нерегулируемых анкеров обозначения не применяются, при отсутствии буквы Р в маркировке анкеров считается, что анкер нерегулируемый.

Пример обозначения: ВС 46.15 РАН.

Вантовый анкер ВС 46.15 РАН является анкером для анкеровки 46 прядей с диаметром 15,7 мм, регулируемый, активный и используется в нижнем узле ванты. Устанавливается в паре с пассивным анкером ВС 46.15 ПВ на верхнем окончании ванты.

7.2.12 Совместная работа клиновых зажимов, анкера и эластичных упругих элементов должна обеспечить работу анкера при повторяющихся нагрузках и отклонениях ванты.

7.2.13 Длина зоны герметизации в анкере должна обеспечить защиту участков прядей со снятой оболочкой с учетом вытяжки прядей при натяжении, с учетом допусков на отрезку прядей и на снятие оболочки пряди, с учетом монтажного допуска на расстояние между опорными плитами, с учетом изменения температуры наружного воздуха в период монтажа и натяжения прядей, а также с учетом изменения расстояния между опорными плитами в процессе натяжения.

7.2.14 Конструкция анкеров должна обеспечить замену одной пряди без полного демонтажа всей ванты.

7.2.15 Материалы элементов анкера подбираются СТС для соответствия анкеров требованиям настоящего СТО и указываются в РКД СТС. Тип антикоррозийной защиты элементов анкера определяется в РКД СТС с учетом коррозионной активности внешней среды С5 в соответствии с ISO 12944-2. Срок службы антикоррозийного покрытия должен составлять не менее 25 лет.

7.2.16 Качество элементов анкеров проверяется на производстве СТС в соответствии с руководством по качеству и подтверждается паспортами СТС.

7.3 Антивандальные трубы

7.3.1 Антивандальные трубы поставляются в количестве одной штуки на каждую ванту и устанавливаются в нижнем узле ванты.



Рисунок 7.4 – Антивандальная труба

7.3.2 Длина антивандальных труб определяется СТС при разработке сборочного чертежа ванты исходя из условия нахождения узла стыковки антивандальной трубы и вантовой оболочки на высоте не менее 2,5 м (если заказчик не задал иное) от поверхности с возможным доступом сторонних лиц при эксплуатации.

7.3.3 Антивандальные трубы могут изготавливаться из нержавеющей стали или из конструкционной стали с последующим антикоррозийным покрытием. Марка стали для антивандальных труб указывается в РКД СТС.

7.3.4 Срок службы антикоррозийной защиты антивандальных труб должен составлять не менее 25 лет.

7.3.5 Качество антивандальных труб проверяется на производстве СТС в соответствии с руководством по качеству и подтверждается паспортами СТС.

7.4 Вантовая оболочка

7.4.1 Внешняя полиэтиленовая оболочка вант (вантовая оболочка) должна изготавливаться методом двойного экструдирования из полиэтилена высокой плотности (ПНД) класса PE 100. Материал, применяемый для изготовления трубы ПНД, должен быть первичным (использование переработанного полиэтилена запрещается).

7.4.2 Внешняя поверхность вантовой оболочки должна иметь специальные элементы для улучшения работы при колебаниях ванты, такие как: спиралевидный буртик, сферические впадины или бугорки. Выбор специального элемента должен подтверждаться испытаниями на аэродинамическое воздействие.



Рисунок 7.5 – Вантовая оболочка со спиралевидными буртиками

7.4.3 Стойкость вантовой оболочки к ультрафиолетовому излучению должна быть не менее 50 лет, стойкость наружного цвета должна быть не менее 15 лет.

7.4.4 Производитель вантовой оболочки для ВС СТС должен предоставить результаты проведенных испытаний оболочки на ускоренное старение в диапазоне рабочих температур ВС СТС.

7.4.5 Толщина стенки вантовой оболочки должна быть не менее 1/33 от наружного диаметра оболочки, но не менее 5 мм. При выборе толщины оболочки необходимо проводить расчетные проверки на прочность и устойчивость в зависимости от места расположения узла закрепления по п.7.4.8 настоящего СТО.

7.4.6 Физико-механические свойства оболочки вант должны обеспечивать ее целостность при монтаже и эксплуатации и должны соответствовать свойствам, приведенным в таблице 7.4.

7.4.7 Пространство между прядями и вантовой оболочкой следует оставлять незаполненным. Вантовая оболочка не является барьером для проникновения влаги в анкеры.

7.4.8 По умолчанию вантовая оболочка поставляется в комплектности для крепления оболочки к нижнему узлу ванты. В таком случае вантовая оболочка рассчитывается в РКД СТС на действие сжимающего усилия, а свободное перемещение оболочки вдоль своей оси обеспечивается в верхнем узле ванты.

По запросу заказчика вантовая оболочка может быть разработана в РКД СТС для случая крепления оболочки в верхнем узле. В таком случае свободное перемещение оболочки вдоль своей оси обеспечивается в нижнем узле ванты.

Таблица 7.4 Свойства вантовой оболочки

Характеристики	Значение параметра
Индекс расплава	Сообщается изготовителем
Плотность	Больше 0,94 г/см3
Содержание технического углерода (сажи, только для черного материала)	2,3% ± 0,3% (масса)
Индекс дисперсии сажи (только для черного материала)	Не более 3
Индекс распределения сажи (только для черного материала)	Максимальный индекс C2w
Предел прочности при температуре 23 ± 2°C и скорости испытания 50 мм/мин	Не менее 22 МПа самого материала Не менее 18 МПа в изделии
Удлинение при разрыве при 23°C (скорость испытания 50 мм/мин)	Не менее 600% самого материала Не менее 350% в изделии
Удлинение при разрыве при минус 20°C (скорость испытания 50 мм/мин)	Не менее 150% самого материала Не менее 100% в изделии
Термостабильность в кислороде	210 °C в течении 30 мин
Коэффициент температурного расширения	Сообщается изготовителем
Модуль изгиба	Не менее 750 МПа при 23°C самого материала Не менее 600 МПа при 23°C в изделии
Стойкость к растрескиванию под действием напряжения	Не менее 600 ч

7.4.9 Требуемую длину вантовой оболочки на монтаже следует получать сваркой мерных элементов трубы. Прочность стыка оболочки должна составлять не менее предела текучести цельной трубы.

7.4.10 Цвет оболочки устанавливается заказчиком при подписании контракта с СТС.

7.4.11 Качество вантовой оболочки подтверждается сертификатом завода- изготовителя.

7.4.12 Для проведения испытаний вантовой оболочки допускается применять российские и иностранные стандарты по методикам испытаний.

7.5 Датчики усилия

7.5.1 По запросу Заказчика ванты могут быть оснащены датчиками контроля усилий, объединенными в систему непрерывного мониторинга усилий в ходе монтажа, с последующей интеграцией данной системы в комплекс мониторинга на эксплуатации или как самостоятельная систем мониторинга.

При отсутствии такого запроса от заказчика СТС оставляет за собой право применить датчики усилий для целей мониторинга усилия в процессе натяжения и включить в комплект поставки по одному датчику на одну прядь на каждую ванту (см. рисунок 7.6).



Рисунок 7.6 – Датчик усилия в одной пряди

7.5.2 Основные характеристики однопрядевых датчиков усилия:

– УХЛ 2;

- температура окружающего воздуха от минус 40 °C до плюс 50 °C;
- относительная влажность воздуха при температуре плюс 25 °C не более 98 %;
- атмосферное давление от 84,0 до 106,7 кПа;
- степень защиты IP67;
- пределы допускаемой погрешности измерений усилий ± 2 %;
- размещение преобразователей сигнала не более, чем на 2 м от точки контроля усилий;

- диапазон измерения усилий в пряди до 160 кН (допускается нагрузка до 279 кН без измерения усилия).

7.5.3 Качество датчиков усилия подтверждается паспортом завода- изготовителя.

7.5.4 В состав ВС СТС может быть включен силоизмеритель на всю ванту по индивидуальному запросу Заказчика.

7.6 Антикоррозийное заполнение анкеров

7.6.1 Заполнение анкеров может выполняться материалами на основе парафина или смазки.

7.6.2 Свойства материалов заполнения анкеров должны быть не хуже, чем в таблицах 7.1 и 7.2 настоящего СТО.

7.6.3 Качество материала заполнения анкеров подтверждается сертификатом завода изготовителя.

7.7 Девиаторы

7.7.1 Настоящим СТО предусмотрены два типа девиаторов: свободный и фиксированный.

7.7.2 Применение свободных или фиксированных девиаторов на каждой ванте определяется индивидуально с учетом требований проекта и особенностей каждого объекта.

7.7.3 Девиаторы должны обеспечить следующие условия:

- сжатие арматурных прядей вантового пучка, выходящих из обоймы анкера, до минимального сечения;

- внутренние поверхности девиатора не должны повреждать защитную оболочку прядей при сжатии пучка и иметь радиусы при входе и выходе прядей в конструкцию девиатора;

- фиксированный девиатор обеспечивает передачу поперечного усилия от отклонения ванты на конструкцию.

7.7.4 Материалы элементов девиатора и антикоррозионная защита должны обеспечивать нормальную эксплуатацию и коррозионную стойкость в течении 25 лет эксплуатации.

7.7.5 Качество элементов девиаторов проверяется на производстве СТС в соответствии с руководством по качеству и подтверждается паспортами.

7.8 Демпферы

7.8.1 Общие сведения

7.8.1.1 Настоящим СТО предусмотрено два типа демпферов по условиям передачи усилия от ванты: внутренний и внешний. Внутренние демпферы не соединяются непосредственно с пролетным строением и передают усилия от ванты на направляющие трубы. Для внутренних демпферов возможно применение двух видов демпферов: эластичный и гидравлический. Внешние демпферные установки передают усилие от ванты к пролетному строению, в таком типе применяются гидравлические демпферы.

7.8.1.2 СТС выполняет подбор и разработку демпферов индивидуально с учетом особенностей каждого объекта.

7.8.1.3 Демпферы должны обеспечить следующие условия:

- амплитуда колебаний ванты с демпфером для первой формы при средней скорости ветра 15 м/с не должна превышать 1/500 длины ванты;

- логарифмический коэффициент затухания ванты с демпфером не должен быть менее 3,14 % и не менее установленного расчетом проектировщика или СТС;

- частота собственных колебаний ванты с демпфером должна быть вне диапазона, устанавливаемого проектировщиком сооружения из условия недопущения параметрического резонанса.

7.8.1.4 Материалы элементов демпфера подбираются СТС для соответствия требованиям объекта и настоящего СТО и указываются в РКД СТС. Тип антикоррозийной защиты элементов определяется в РКД СТС. Срок службы антикоррозийного покрытия должен составлять не менее 25 лет.

7.8.1.5 Качество элементов демпфера проверяется на производстве СТС в соответствии с руководством по качеству и подтверждается паспортами.

7.8.1.6 Работоспособность каждого демпфера проверяется на монтаже вычислением логарифмического декремента колебаний ванты до и после включения демпфера в работу. Логарифмический декремент должен быть не менее значения, установленного проектировщиком или СТС.

7.8.2 Эластичный демпфер

7.8.2.1 В основе устройства лежат специальные цилиндрические элементы из эластичного материала с высокой степени рассеивания энергии внутри материала и с большой площадью гистерезиса. В зависимости от динамических характеристик вант – амплитуда и частота колебаний, каждый демпфер может оснащаться несколькими такими элементами, которые крепятся в демпферной установке на направляющей трубе ванты. Специальная конструкция демпфера с эластичными элементами может реализовать нелинейную характеристику демпфирования.

7.8.2.2 Эластичный тип демпферов СТС максимально эффективен на коротких и средних длинах вант. Возможна установка второго демпфера на ванту со стороны пилона, если необходимо. Данный тип демпфера имеет возможность для

ревизии или замены во время эксплуатации конструкции, хотя и может работать в течение длительного времени без необходимости ремонта и проверок.

7.8.2.3 Стабильная производительность демпфера подтверждается динамическими испытаниями.

7.8.2.4 Температурный диапазон применения эластичных демпферов ограничен от минус 20 градусов до плюс 50 градусов Цельсия расчетной температуры наружного воздуха для рассматриваемого объекта.

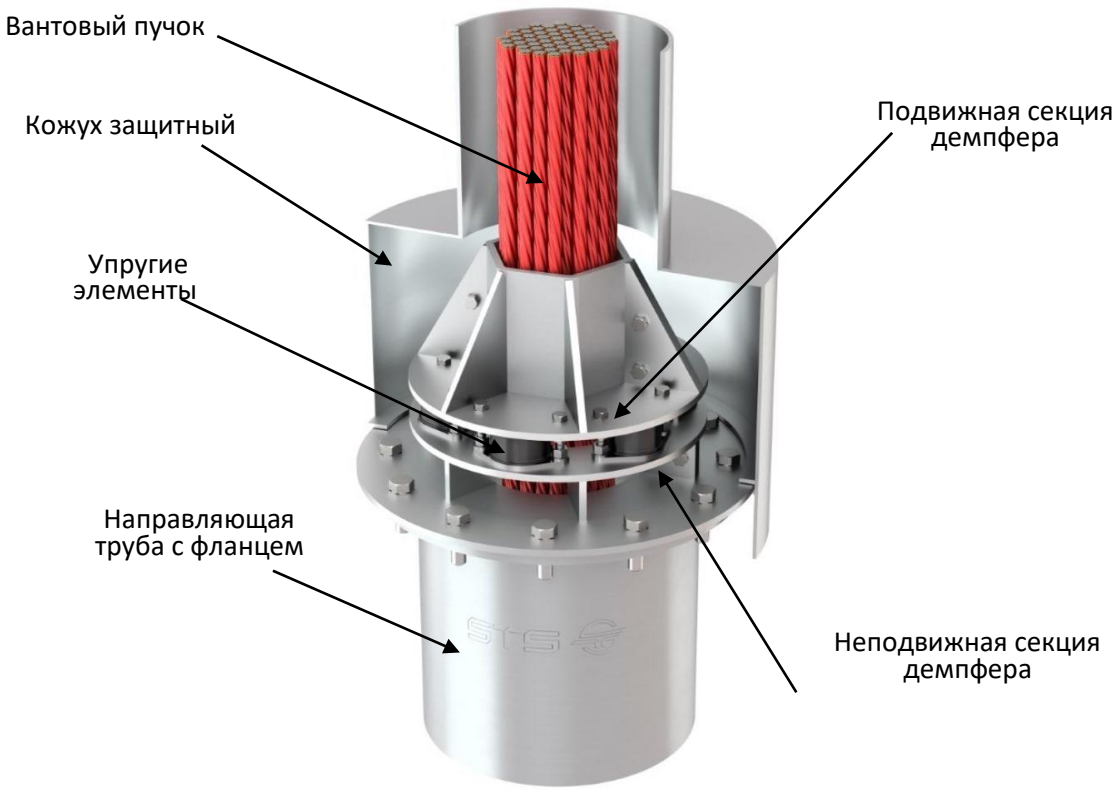


Рисунок 7.7 – Элементы конструкции эластичного демпфера

7.8.3 Гидравлические демпферы

7.8.3.1 Гидравлические демпферы разработаны для противодействия вибрациям на вантовых системах. Принцип работы устройств основан на сопротивлении, вызванного дросселированием гидравлической рабочей жидкости через калиброванное отверстие – рассеивание энергии колебаний вант посредством проталкивание рабочей жидкости через калиброванные отверстия, т.е. на преодоление сил гидравлического сопротивления при перетекании жидкости и на преодоление сил трения подвижных частей демпфера. Этот принцип рассеивания энергии позволяет независимо и в режиме реального времени реагировать демпфирующим устройством на колебания ванты.

7.8.3.2 Габаритные размеры поршня гидроцилиндра демпфера и диаметр дросселя рассчитываются и настраиваются в зависимости от динамических характеристик вант.

7.8.3.3 Внешний гидравлический демпфер соединяет ванту непосредственно к пролетному строению. Корпус устройства имеет покрытие, защищающее его от воздействия окружающей среды.. Устройство может состоять из одного или двух демпферов.

7.8.3.4 Внутренний демпфер устанавливается внутри жесткой направляющей стальной трубы ванта, которая обеспечивает его крепление и защиту от воздействий окружающей среды. Система демпфирования состоит из трех или четырех гидроцилиндров. Компактное исполнение внутреннего гидравлического демпфера СТС позволяет удовлетворить эстетические

требования к внешнему архитектурному виду моста. Устройство также имеет двойное действие и может демпфировать усилия до 60 кН.

7.8.3.5 Температурный диапазон применения гидравлических демпферов ограничен от минус 50 градусов до плюс 50 градусов Цельсия расчетной температуры наружного воздуха для рассматриваемого объекта.

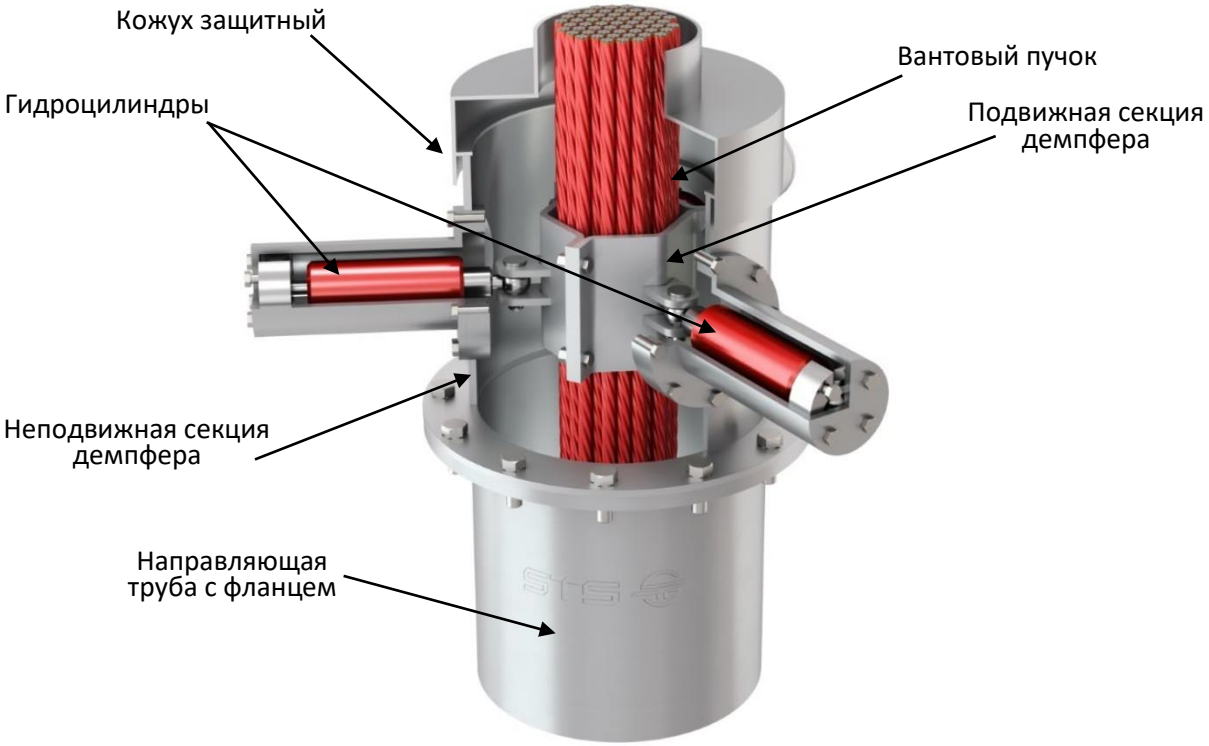


Рисунок 7.9 – Элементы конструкции гидравлического демпфера

8 СЕРТИФИКАЦИОННЫЕ ИСПЫТАНИЯ СИСТЕМЫ

8.1 Для подтверждения качества ВС СТС на всём диапазоне типоразмеров по количеству прядей в ванте настоящим СТО предусмотрены следующие первоначальные (квалификационные) испытания:

- испытания трех типоразмеров ванты на выносливость с последующим разрывом и определением агрегатной прочности;
- испытание одного типоразмера ванты с усилием разрыва не менее 5 МН на выносливость с изгибом;
- испытание одного типоразмера ванты с усилием разрыва не менее 7 МН на герметичность.

8.2 Для применения всех типоразмеров ВС СТС с повышенным уровнем напряжений на стадии эксплуатации по п.6.2 настоящего СТО (для экстрадозных конструкций) дополнительно к испытаниям по п.8.1 настоящего СТО допускается испытать на выносливость с последующим разрывом одну ванту с усилием разрыва не менее 5 МН по условиям для экстрадозных конструкций (см. 8.7 настоящего СТО).

8.3 При наличии испытаний только по экстрадозным условиям применение элементов для вантовых условий не допускается.

8.4 Испытания ВС СТС необходимо проводить в лаборатории, аккредитованной в соответствии с ИСО 17025 при участии независимой организации для подтверждения правильности сборки испытательного образца, соответствия процесса испытаний и согласования отчета об испытаниях.

8.5 Образцы вант должны быть изготовлены из условия подобия, чтобы полноценно воспроизводить условия работы ванты и анкера в реальной конструкции. Если в ванте применяются разные конструкции анкерных устройств, например, регулируемый и нерегулируемый анкер, то они должны быть испытаны совместно.

8.6 Исходя из диапазона ВС СТС по количеству прядей от четырех до 91-ой штуки для выполнения квалификационных испытаний необходимо испытать на выносливость и последующий разрыв три типоразмера:

- не менее чем средний типоразмер ванты из меньшей трети типоразмеров по количеству прядей в ванте, что соответствует 19 прядям в ванте;
- не менее чем средний типоразмер ванты из средней трети типоразмеров по количеству прядей в ванте, что соответствует 43 прядям в ванте;
- наибольший типоразмер ванты по количеству прядей из ВС СТС, что соответствует 91 пряди в ванте.

8.7 При испытаниях ванты на выносливость используют образцы ванты совместно с анкерными устройствами и девиаторами. Длина свободной части образца ванты между опорными плитами должна составлять не менее 3,5 м. Анкерные узлы ванты должны быть статически развернуты в разные стороны от оси ванты на угол отклонения 10 мрад.

Образец подвергается переменному воздействию, вызывающему максимальное усилие, равное 45 % или 55 % гарантированного разрывного усилия ванты для вантовых или экстрадозных конструкций соответственно. Размах напряжений должен составлять 200 МПа или 140 МПа для вантовых или экстрадозных конструкций соответственно. Количество циклов нагружения – не менее двух миллионов.

Образец считают выдержавшим испытание на выносливость, если выполняются следующие условия:

- произошел обрыв не более 2 % проволок при общем числе до 100 штук или не более 2 % от фактического числа проволок, округленного до целого полного числа при числе проволок 100 и более;
- не случилось повреждений в анкере, болтах, допускаются трещины в клиновых зажимах.

Образцы, успешно прошедшие испытания на выносливость должны быть подвергнуты разрыву для определения агрегатной прочности.

Разрывное усилие по результатам определения агрегатной прочности ванты должно быть не менее 95 % от гарантированного разрывного усилия ванты и не менее 92 % от фактического разрывного усилия ванты.

Относительное удлинение при разрыве должно быть не менее 1,5 % на длине между опорными поверхностями.

После испытаний допускается наличие поверхностной коррозии, легко удаляемой ветошью, язвенная коррозия не допускается.

8.8 Испытания на выносливость с изгибом предназначены для проверки анкерных узлов на выносливость при действии поперечной цикличной деформации, что моделирует угловые отклонения анкеров, наблюдаемые на вантовых системах. Для экстрадозных конструкций такие отклонения малы, поэтому испытание на выносливость с изгибом для них не проводится.

Образец ванты должен быть с обоими типами анкеров (регулируемый и нерегулируемый), элементами уплотнения и девиаторами, фиксированными и свободными согласно РКД СТС.

Если РКД СТС предусматривает работу анкера на поперечные отклонения ванты, то может применяться свободный девиатор, в противном случае, должны использоваться фиксированные девиаторы. Между девиаторами и устройством для

приложения поперечной нагрузки должна быть свободная длина прядей не менее 500 мм. Клиновые зажимы должны быть отпрессованы согласно требований раздела 11 настоящего СТО.

Образец ванты устанавливается горизонтально. Между опорными плитами испытательной установки должно быть не менее 3,5 м. Между анкерами должно быть постоянное расстояние в процессе испытания.

Образец нагружается осевой силой до 45 % от гарантированного напряжения разрыва.

Испытание состоит из двух последовательных этапов. На первом этапе выполняют 100 000 циклов отклонения прядей с амплитудой угловых поворотов прядей в сечении анкера (или фиксированного девиатора) от плюс 25 до минус 25 мрад. На втором этапе выполняются два миллиона циклов отклонения прядей с амплитудой угловых поворотов прядей от плюс 10 до минус 10 мрад. Значения отклонений должны контролироваться с точностью от плюс 2 % до минус 2 %. Частота приложения отклонений принимается не более, чем 10 Гц.

После первого этапа испытаний необходимо измерить усилие в ванте при нулевом отклонении, далее необходимо проводить такие измерения каждые 500 000 циклов. В случае отклонения усилия более 45 % от гарантированного напряжения разрыва необходимо отрегулировать усилие.

По окончанию испытания на выносливость с изгибом необходимо этот же образец подвергнуть испытанию на разрыв с нулевым отклонением.

Образец считают выдержавшим испытание на выносливость с изгибом, если выполняются следующие условия:

- произошел обрыв не более 2 % проволок при общем числе до 100 штук или не более 2 % от фактического числа проволок, округленного до целого полного числа при числе проволок 100 и более;

- не случилось повреждений в анкере, болтах, допускаются трещины в клиновых зажимах.

Разрывное усилие должно быть не менее 95 % от гарантированного разрывного усилия ванты и не менее 92 % от фактического разрывного усилия ванты.

Относительное удлинение на длине между опорными поверхностями при разрыве должно быть не менее 1,5 %.

После испытаний допускается наличие поверхностной коррозии, легко удаляемой ветошью, язвенная коррозия не допускается.

8.9 Испытание на герметичность выполняется для пучка мощностью не менее 7МН, что соответствует двадцатисемипрядевому пучку.

Цель испытания на герметичность состоит в проверке водонепроницаемости анкерного узла. Влага со свободной длины ванты не должна попадать в анкер.

Образец должен содержать нижний анкер в сборе (вместе с зоной уплотнения по РКД СТС), пряди, фиксированный или свободный девиатор (на выбор, что создает более тяжелые условия испытания), верхний лабораторный узел крепления прядей.

Определять фактическое напряжение разрыва прядей для испытания на герметичность не требуется. Допускается использовать сертификат завода- изготовителя.

Образец выставляется вертикально, нагружается осевой нагрузкой, равной 30 % от гарантированного напряжения разрыва (для экстрадозной конструкции 50 %). После этого образец заполняется подкрашенной водой с высотой столба воды не менее трех метров выше верхней части анкера.

Далее выполняется 10 циклов загружения осевой нагрузкой с доведением верхнего уровня напряжений до 45 % от гарантированного напряжения разрыва (до 60 % для экстрадозных конструкций) и минимального уровня, равного 20 % от гарантированного напряжения разрыва (40 % для экстрадозных конструкций). После 10 циклов напряжения в пучке фиксируются на уровне 30 % от гарантированного напряжения разрыва (для экстрадозных конструкций 50 %).

Следующим этапом выполняется восемь циклов изменения температуры образца от 20 до 60 градусов Цельсия. Каждый цикл длится 24 часа и состоит из трёх часов набора температуры, девяти часов выдерживания, трёх часов снижения температуры и девяти часов выдерживания при 20 градусах Цельсия.

Совместно с изменением температуры необходимо выполнить четыре цикла отклонений верхнего узла образца от вертикали. В каждом цикле должно быть не менее 250 отклонений, отклонение выполняется на угол 25 мрад от вертикальной оси, отклонения в рамках одного цикла выполняются поочередно в разные стороны. Отклонения выполняются при температуре 20 градусов Цельсия в конце второго и шестого циклов изменения температуры и при повышенной, до плюс 60 градусов Цельсия, температуре в середине третьего и восьмого циклов изменения температуры.

Для экстрадозных конструкций отклонения верхнего узла не предусматриваются, но требуется обеспечить постоянный разворот нижнего анкерного узла на 10 мрад относительно вертикальной оси.

Образец считается выдержавшим испытание на герметичность, если после всех этапов, после осушения и разборки образца подкрашенная вода не оставила следов внутри анкера.

Допускается проведение испытаний на герметичность по другой, проверенной и общепризнанной международной методике, например, по рекомендациям [2] и [3].

8.10 В случае, если СТС определяет к поставке на объект другого производителя прядей, отличного от участвовавшего в первоначальных испытаниях, СТС выполняет дополнительные испытания на применимость прядей конкретного производителя по следующим условиям:

- не менее трех испытаний на разрыв одинарной пряди с лабораторными зажимами, среднее из трех принимается как фактическое напряжение разрыву;

- не менее трех испытаний одинарной пряди на выносливость с разрывом при использовании тех же цанг и конструкции обойм, что и в предусмотренных для ВС СТС.

В испытаниях на выносливость при этом верхний уровень в процентах от гарантированного разрывного напряжения принимается равным 45 % и 55 % для вантовых и экстрадозных конструкций соответственно, с размахом напряжений 250 МПа для вантовых условий и 180 МПа для экстрадозных конструкций. Частота приложения нагрузки должна быть не более 30 Гц. Ни одной проволоки не должно порваться в процессе испытаний одинарной пряди на выносливость.

После успешного проведения испытания на выносливость этот же образец должен быть подвергнут испытанию на разрыв для определения агрегатной прочности.

Разрывное усилие по результатам определения агрегатной прочности ванты должно быть не менее 95 % от гарантированного разрывного усилия ванты и не менее 92 % от фактического разрывного усилия ванты. Относительное удлинение при разрыве должно быть не менее 1,5 %. После испытаний допускается наличие поверхностной коррозии, легко удаляемой ветошью, язвенная коррозия не допускается.

9 ТРАНСПОРТИРОВКА И ХРАНЕНИЕ

9.1 Транспортирование элементов может производиться любым видом транспорта в соответствии с установленными правилами перевозок.

9.2 Элементы ВС СТС при транспортировке и хранении должны быть защищены от агрессивных веществ, истирания, теплового и других внешних воздействий, таких, как прямые лучи солнца, дождь.

9.3 Анкеры, девиаторы и демпферы должны поставляться в герметичной упаковке на деревянных поддонах. Небольшие детали, такие как клиновые зажимы и элементы уплотнения, необходимо поставлять в деревянных ящиках. Хранение поддонов и ящиков должно осуществляться в крытой зоне, хорошо дренируемой, с твердым покрытием, защищенной от дождя и ветра.

9.4 Пряди должны поставляться в заводской упаковке намотанными на деревянные катушки. Хранение катушек допускается на открытом пространстве, при этом поверхность для хранения должна быть твердой, дренируемой (не допускается хранить катушки на песке, грунте), позволяющей использовать манипуляторы. Перемещение катушек выполняется только тканевыми стропами.

9.5 Вантовые оболочки транспортируются в заводской упаковке прямолинейными элементами. Для оболочек с наружным диаметром 70 мм и менее допускается транспортировка в виде бухт с внутренним диаметром не менее 50 диаметров оболочки, при этом необходимо предварительно проверить отсутствие постоянных деформаций кривизны. Хранение допускается на открытом воздухе, в хорошо дренируемой зоне, с твердым покрытием и приспособленной для хранения оболочек, защищенной от дождя (навес) и ультрафиолетового воздействия.

9.6 Зона хранения элементов ВС СТС на строительном участке должна быть оборудована для исключения риска повреждения при проведении строительных работ.

9.7 Условия хранения элементов ВС СТС должны соответствовать группе 6 (ОЖ2) по ГОСТ 15150. Варианты временной защиты от коррозии для цанг и конусных отверстий анкеров принимаются В3-2 или В3-14 по ГОСТ 9.014.

9.8 Сроки хранения прядей должны составлять не более 12 месяцев. При превышении данного срока необходимо выполнить дополнительные испытания прядей. Перечень испытаний определяется СТС, исходя из обязанности СТС обеспечить гарантийный срок и срок службы ВС СТС, и согласовывается с Заказчиком.

9.9 При хранении остальных элементов ВС СТС свыше срока шести месяцев, заказчик должен произвести осмотр изделия и, при необходимости, произвести переконсервацию в соответствии с ГОСТ 9.014-78.

10 ВХОДНОЙ КОНТРОЛЬ

10.1 В данном разделе приведены общие обязательные требования по входному контролю, которые могут уточнятся и дополняться в рабочих процедурах входного контроля для конкретного объекта, которые передаются заказчику при поставке ВС СТС.

10.2 Критерии прохождения проверок приведены в разделе 7 настоящего СТО. При входном контроле разрешается применять российские или иностранные стандарты на методику испытаний.

10.3 При входном контроле прядей на объекте необходимо выполнить следующие проверки:

- наличие сертификатов или паспортов завода-изготовителя;
- геометрические размеры прядей;
- проверки механических свойств стальной части прядей;
- проверка цинкового покрытия проволок прядей;
- проверки полиэтиленовой оболочки пряди;

От каждой бухты нужно проверить по два образца на соответствие стандарту изготовителя следующих размеров:

- наружный диаметр пряди с оболочкой;
- шаг свивки;
- диаметры проволок;
- прямолинейность.

Должны быть предусмотрены следующие испытания механических свойств стальной части прядей:

- один образец пряди из каждой бухты на разрыв с определением относительного удлинения при разрыве;
- один образец пряди для каждой плавки при объеме партии одной плавки не более 200 т на релаксацию, допускается ускоренное проведение испытания не менее чем за 120 часов с последующей экстраполяцией до 1000 часов;
- два образца пряди из каждых 100 т (масса стальной части) на выносливость с последующим разрывом;
- один образец пряди из каждых 100 т (масса стальной части) на растяжение с изгибом.

Цинковое покрытие прядей необходимо проверять у каждых 20 т (масса стальной части) на следующие свойства:

- масса покрытия;
- непрерывность (отсутствие дефектов);
- адгезия покрытия к основному металлу.

Проверки оболочки, нанесенной на пряди и объем проверок при входном контроле:

- толщина оболочки, по одному образцу от каждой бухты;
- сопротивление трению, герметичность и сопротивление удару, по три образца для каждых поставляемых 100 т стальной части.

10.4 Входной контроль вантовой оболочки состоит из следующих проверок:

- наличие сертификатов завода изготовителя;
- проверка внутреннего диаметра и толщины стенки, по три образца для каждого типоразмера на объекте;
- проверка прочности, проверка удлинения при разрыве при плюс 20 и минус 23 градусах Цельсия, по три образца для каждого типоразмера на объекте.

10.5 Входной контроль остальных элементов ВС СТС выполняется внешним осмотром для проверки следующих свойств:

- комплектность поставки;
- наличие паспортов на элементы и сертификатов на материалы;
- целостность упаковки;
- наличие следов коррозии;
- наличие трещин и других признаков механических повреждений.

11 МОНТАЖ

11.1 Монтаж ВС СТС должен выполняться фирмой СТС или другой подрядной организацией при обязательном оказании услуг шефмонтажа фирмой СТС в полном соответствии с процедурами СТС.

11.2 Элементы ВС СТС, не прошедшие входной контроль, не допускаются к монтажу.

11.3 В рамках договора на монтаж или шефмонтаж вантовой системы, компания СТС разрабатывает процедуры на подготовку, монтаж, натяжение и инъецирование ВС СТС.

11.4 При проведении работ по монтажу ВС СТС необходимо вести журналы монтажа, натяжения и инъецирования, в которых, кроме основных показателей (дата, время, номера вант, состав работ, значения усилий, вытяжки) необходимо записывать текущие погодные условия (температура воздуха, направление и значение ветра, наличие туманов).

11.5 Перед монтажом вантовой оболочки необходимо провести три испытания на разрыв сварочных стыков для каждого типоразмера оболочки на объекте. Прочность стыка оболочки должна составлять не менее предела текучести цельной трубы.

11.6 В процессе монтажа и до момента герметизации элементы анкера должны быть защищены от прямого попадания воды и снега.

11.7 В процессе монтажа допускается повреждение индивидуальной оболочки прядей не более, чем на 0,5 мм. В случае превышения данного значения необходимо выполнить ремонт по методике, согласованной с проектировщиком.

11.8 Допускается локальное повреждение вантовой оболочки в процессе монтажа не более, чем на 2 мм толщины стенки (или не более чем на 20 % толщины стенки). В случае превышения данного значения необходимо выполнить ремонт по методике, согласованной с проектировщиком.

11.9 Для планирования работ по натяжению проектировщик передает в СТС следующую информацию:

- координаты анкерных узлов и усилия в вантах на всех стадиях натяжения;
- жесткости конструкций на всех стадиях или изменение совместного положения анкерных узлов по стадиям натяжения.

11.10 В результате работ по натяжению прядей необходимо обеспечить разницу между усилиями в прядях одной ванты не более чем ± 2,5 % от среднего усилия в ванте. При этом общее усилие в ванте должно отличаться от усилия, заданного проектировщиком, не более, чем ± 5 %.

11.11 Для выполнения работ по натяжению может применяться следующее оборудование:

- однопрядевый домкрат;
- многопрядевый домкрат;
- многопрядевый домкрат, собираемый на месте, с укороченным ходом.

11.12 После окончания работ по натяжению прядей между клиновыми зажимами не должны находиться места закуса прядей от предыдущих операций натяжения. При натяжении прядей за несколько подходов не должно быть перехлеста мест закусов прядей более чем на 50 % длины клинового зажима, при этом клиновой зажим должен заходить на нетронутую часть пряди не менее чем на 20 мм.

11.13 При работах по монтажу девиаторов, демпферов, антивандальных труб не должны повреждаться покрытия анкера или пряди.

11.14 Материалы заполнения анкеров должны инъецироваться при температуре согласно заявленным свойствам и в точном соответствии с процедурой по инъецированию.

12 ЭКСПЛУАТАЦИЯ

12.1 Все элементы ВС СТС и их соединения должны проектироваться исходя из возможности проведения их осмотра при эксплуатации.

12.2 Обслуживание ВС СТС должно выполняться регулярно и в соответствии с условиями, приведенными в рабочей процедуре по эксплуатации ВС СТС, которая разрабатывается для конкретного объекта и передается вместе с ВС СТС.

12.3 Процедура по эксплуатации ВС СТС должна содержать необходимую информацию для выполнения основных операций по техническому обслуживанию, чтобы обеспечить долговечность компонентов вантовой системы. Под этим понимаются основные операции по техническому обслуживанию, т.е. операции, необходимые для фиксации повреждений, возникающих в результате естественного старения конструкции. К примеру, это могут быть царапины в покрытии, возникновение проблем с поверхностной коррозией и так далее. В процедуру по эксплуатации не включаются мероприятия по ремонту оболочки пряди, замене пряди или замене ванты. Эти работы (замена пряди или ванты) по ВС СТС должны в обязательном порядке выполняться квалифицированным специалистом-подрядчиком и только по процедуре, дополнительно разработанной СТС (или согласованной с СТС) в соответствии с характеристиками проекта.

12.4 После окончания монтажа ВС СТС необходимо выполнить приёмочное обследование. В состав приёмочного обследования должны включаться следующие работы:

- ознакомление с процедурами по монтажу ВС СТС, со сборочными чертежами ВС СТС, с процедурой по эксплуатации ВС СТС;
- фиксирование усилия в каждой ванте с помощью показаний датчиков силы, с помощью операции лифт-офф, с помощью измерения частот собственных колебаний (на выбор заказчика);
- проверка работоспособности демпферов (при их наличии);
- визуальная проверка наличия протечек заполняющего материала анкеров;
- визуальная проверка наличия элементов отвода воды из низшей точки ванты у опорной плиты;
- визуальная проверка следов коррозии анкеров.

Кроме результатов вышеприведенных проверок, отчет о приёмочном обследовании должен содержать следующие данные:

- дата и время обследования;
- данные о специалистах, выполнивших обследование;
- температура наружного воздуха и погодные условия по время обследования;
- геодезические исполнительные схемы пространственного положения верхнего и нижнего анкерных узлов ванты на дату проведения приёмочного обследования.

12.5 В процессе эксплуатации ВС СТС должны проводиться следующие виды обследования:

- текущий осмотр;
- периодическое (детальное) обследование;
- специальное обследование.

12.6 Текущий осмотр ВС СТС необходимо проводить не реже одного раза в год и после нештатных ситуаций (ураган, землетрясение, аварии и т.д.). Задача текущего осмотра – установить проблемы с состоянием ВС СТС на ранней стадии.

Текущий осмотр может включать в себя, но не ограничиваться следующими наблюдениями, которые обычно проводятся визуально без использования вспомогательных инструментов:

- надлежащее состояние и расположение вантовых оболочек, сварных швов, обмоток, направляющих девиаторов, зажимов и т.д.;
- состояние защиты от вандализма;
- визуальный контроль провисания ванты;
- наличие пятен, протечек и деформаций в защитных крышках;
- проверка установленной системы мониторинга;
- необычные вибрации ванты.

12.7 Периодическое обследование ВС СТС необходимо проводить каждые 5 лет примерно для 25 – 50 % компонентов. Этот подход должен обеспечить полную инспекцию всех компонентов в течение 15 лет.

Количество или частота инспекций такова, что все компоненты проверяются по крайней мере один раз в течение 15 лет между последующими операциями по техническому обслуживанию. Для периодического обследования должны использоваться специальные измерительные инструменты и соответствующие средства доступа, такие, как тележки, леса и т.д.

После достижения 20 лет с момента приёмочного обследования периодические осмотры проводятся на выборке по 25 % от общего числа элементов ВС СТС каждый раз.

При периодическом обследовании необходимо выполнять следующие проверки:

- измерение усилий в вантах;
- состояние оболочки пряди у демпфера или девиатора;
- наличие коррозии обоймы и регулировочной гайки;
- коррозия и положение девиаторов;
- измерения колебаний и вычисление декремента затуханий вант с демпферами;
- коррозия и состояние демпферов с полной их разборкой;
- изменение цвета вантовой оболочки;
- состояние анкерного узла при снятии защитной крышки (начиная с 10 года после приёмочного обследования) с проверкой наличия воды, состояния заполнителя, состояние концов прядей и клиновых зажимов.

Каждые 15 лет при периодических обследованиях необходимо проводить геодезический контроль пространственного положения верхнего и нижнего анкерных узлов.

12.8 Специальное обследование должно проводиться по специальной программе, разработанной исходя из случившегося события.

12.9 Необходимо проводить два уровня текущего содержания ВС СТС: первый уровень заключается в незначительном возмещении ущерба в связи с повреждениями, вызванными практически нормальным износом материала. Эти ремонтные работы не требуют использования специальных инструментов, а только стандартного оборудования. Примерный перечень таких работ приводится в таблице 12.1.

Таблица 12.1 – Перечень работ при текущем содержании ВС СТС

Элемент	Предмет проверки	Меры по устранению последствий
Свободный или фиксированный девиатор	Коррозия	Очистка от коррозии, напыление полимерного покрытия на основе цинка
	Сборка	Затяжка болтов
	Положение	Чистка деталей из неопрена и их перестановка на требуемом месте
Защитная крышка	Ослабленные болты крышки	Затяжка болтов
	Коррозия (крышка, болты)	Очистка от коррозии, напыление полимерного покрытия на основе цинка. При необходимости замена заржавевших болтов
	Ухудшение антикоррозионной защиты	Очистка и напыление полимерного покрытия на основе цинка
Опорная плита	Окрашивание в ржавый цвет	Очистка и напыление полимерного покрытия на основе цинка
	Износ лакокрасочного покрытия	Очистка и нанесение краски
	Сливное отверстие	Очистка дренажного отверстия, при необходимости, очистка растворителем
Обойма и регулировочная гайка	Коррозия	Очистка от коррозии, напыление полимерного покрытия на основе цинка
Демпфер	Коррозия стальных деталей	Очистка от коррозии, напыление полимерного покрытия на основе цинка

Второй уровень текущего содержания проводится в случае фиксации повреждений, вызванных неожиданным событием. Ремонтные работы требуют использования специальных инструментов и требуют замены некоторых компонентов ванты. Такие операции, рассчитанные на второй уровень текущего содержания, должны выполняться специализированными компаниями и квалифицированным персоналом по процедурам, разработанным СТС, или согласованным с СТС.

13 ГАРАНТИЙНЫЕ ОБЯЗАТЕЛЬСТВА

При условии соблюдения требований к проектированию, изготовлению, транспортировке и хранению, монтажу и эксплуатации ВС СТС согласно настоящего СТО, срок службы ВС СТС составляет 100 лет, а гарантийный срок службы элементов ВС СТС составляет 10 лет. Срок службы антикоррозийной защиты поставляемых элементов составляет 25 лет, если не указано иное.

14 ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ ДЛЯ ЗАКАЗА

Исходные данные для заказа ВС СТС:
- наименование и местоположение объекта;
- общий вид сооружения;
- схема расположения вант с длиной и углом наклона;
- тип и количество прядей в вантах;
- данные о предусмотренных в проекте напряжениях и углах поворота в прядях;
- расположение активных и пассивных, регулируемых и нерегулируемых анкеров;
- величина возможного регулирования длины ванты на стадии эксплуатации;
- детали конструкции в местах установки анкеров;
- необходимость поставки опорных плит и направляющих (опалубочных) труб;
- необходимость и требования по поставке датчиков усилия;
- требования по установке свободного или фиксированного девиатора;
- требования по установке демпферов;
- цветовое решение по вантовым оболочкам;
- требования по высоте расположения верхних концов антивандальных труб;
- координаты анкерных узлов и усилия натяжения вант на всех стадиях строительства и на окончательной стадии регулирования;
- порядок натяжения вант и требования одновременности работ по вантам;
- геометрические характеристики основной конструкции для расчета перемещений анкерных узлов на всех стадиях натяжения;
- график поставки и монтажа;
- дополнительные требования по усмотрению заказчика.

БИБЛИОГРАФИЯ

[1] Fib Bulletin 89 «Acceptance of stay cable systems using prestressing steels», 2019.

[2] Recommendations for Stay Cable Design, Testing and Installation. Post-tensioning Institute (PTI), Phoenix, Arizona, USA, 2012.

[3] Cable Stays – Recommendations of the French interministerial commission on Prestressing, SETRA, Bagneux, France, June 2002.

ЛИСТ РЕГИСТРАЦИИ ИЗМЕНЕНИЙ

Редак. №№	№№ страниц				Всего страниц в документе после внесения изменений	№, дата документа, уведомляющего об изменении	Подпись лица, внесшего изменение в документ	Дата внесения изменения в документ
	Измененных	Заменен-ных	Добавленных	Аннулиро-ванных				
2	34	--	--	--	34	№2, 30.09.20	Марченко М.С.	30.09.20
3	2	–	4	–	38	№3, 09.09.21	Никонов А.Б.	09.09.21
4	все				36	№4, 25.05.22	Марченко М.С.	25.05.22

Приложение А

Установочные размеры регулируемых активных анкеров

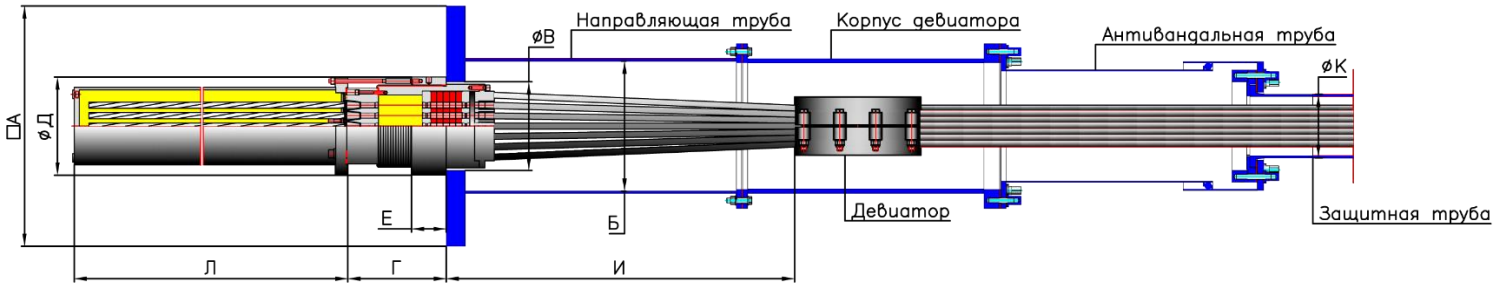


Рисунок А.1 – Установочные размеры регулируемого анкера

Таблица А.1 Установочные размеры регулируемых активных анкеров

Типоразмер	□А	Б	ØВ	Г	ØД	Е	$И_{min}$	ØК	Л
4	650	510	112	230	310	70	1200	63х5	857
7	650	510	145	230	310	70	1200	90х5	857
12	650	510	268	330	310	70	1200	125х6	857
13	650	510	268	330	310	70	1200	125х6	857
19	650	510	319	400	370	140	1400	140х6	857
21	650	510	319	400	370	140	1750	160х6	857
24	650	510	319	400	370	140	1750	160х6	857
27	650	510	319	400	370	140	1750	160х6	857
31	650	510	327	400	390	140	1750	160х6	857
37	650	510	357	400	440	140	1900	180х6	857
43	650	510	397	400	470	140	2100	200х6,2	857
48	650	510	397	400	470	140	2100	200х6,2	857
55	650	510	387	400	470	140	2200	200х6,2	857
61	650	510	427	460	530	170	2400	225х6,9	857
73	750	510	523	510	620	200	2500	250х7,8	857
85	750	510	523	510	620	200	2850	250х7,8	857
91	750	510	523	510	620	200	2850	280х8,6	857

Примечания:

1. ООО “СТС” может сделать любую длину хода регулировки в соответствии с требованиями проекта;

2. Размер защитной крышки может быть изменен в зависимости от длины от длины регулировки, технологии монтажа и эксплуатации.

Приложение Б

Установочные размеры нерегулируемых пассивных анкеров

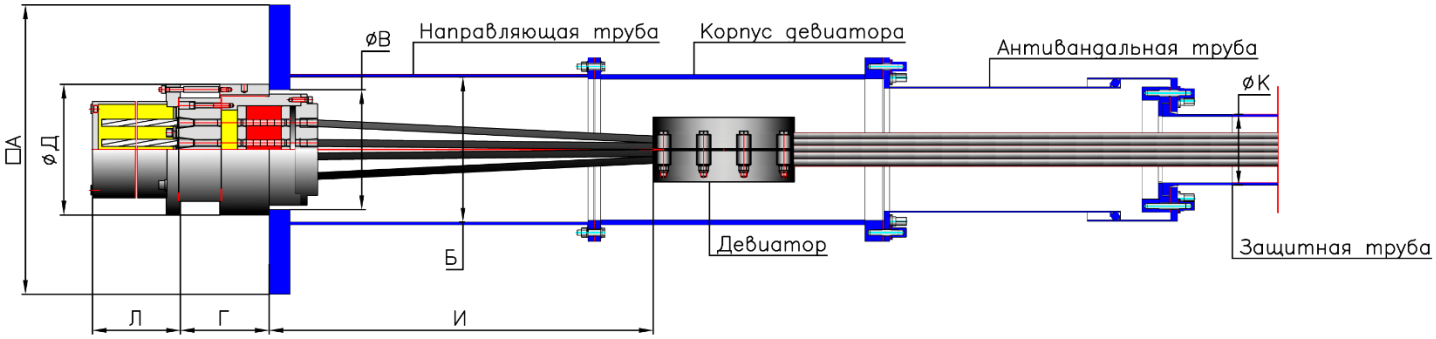


Рисунок Б.1 – Установочные размеры нерегулируемого анкера

Таблица Б.1 Установочные размеры нерегулируемых пассивных анкеров

Типоразмер	□А	Б	ØВ	Г	ØД	Е	Imin	ØК	Л
4	650	510	112	150	310	70	1200	63x5	319
7	650	510	145	150	310	70	1200	90x5	319
12	650	510	268	225	310	70	1200	125x6	319
13	650	510	268	225	310	70	1200	125x6	319
19	650	510	319	295	370	140	1400	140x6	319
21	650	510	319	295	370	140	1750	140x6	319
24	650	510	319	295	370	140	1750	140x6	319
27	650	510	319	295	370	140	1750	160x6	319
31	650	510	327	295	390	140	1750	160x6	319
37	650	510	357	295	440	140	1900	180x6	319
43	650	510	397	295	470	140	2100	200x6,2	319
48	650	510	397	295	470	140	2100	200x6,2	319
55	650	510	387	295	470	140	2200	200x6,2	319
61	650	510	427	360	530	170	2400	225x6,9	319
73	750	510	523	400	620	200	2500	250x7,8	319
85	750	510	523	400	620	200	2850	250x7,8	319
91	750	510	523	400	620	200	2850	280x8,6	319

Приложение В

Пространство для установки однопрядевого домкрата

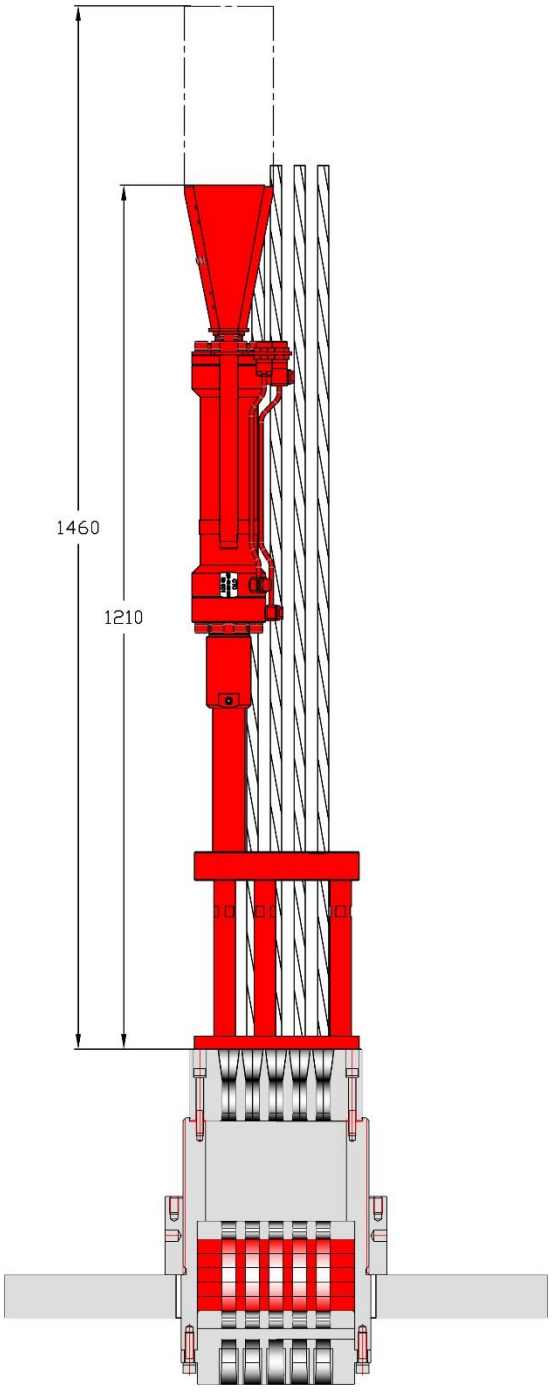


Рисунок В.1 – Домкрат однопрядевый

Приложение Г

Пространство для установки многопрядевого домкрата

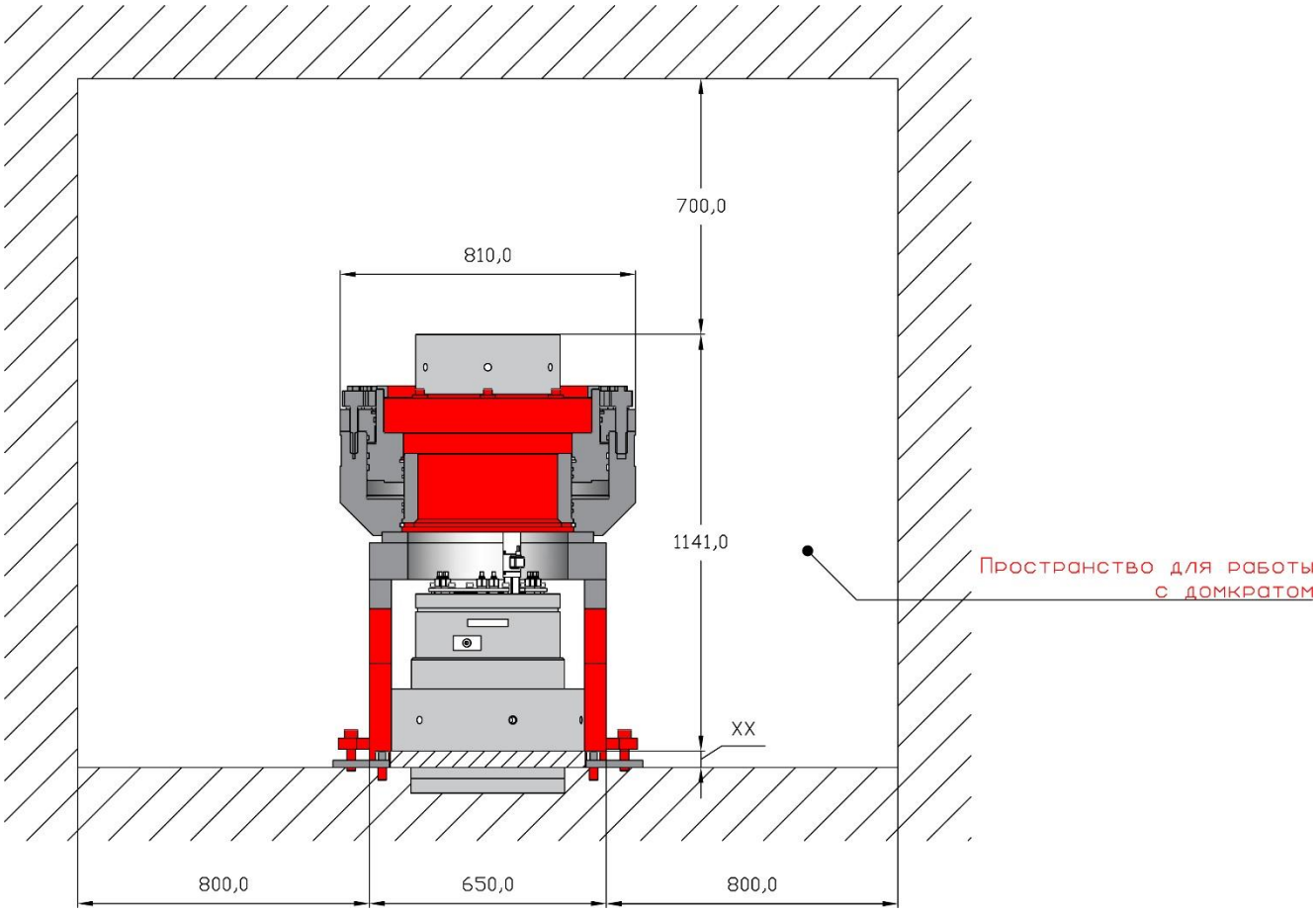


Рисунок Г.1 – Габаритные размеры многопрядевого домкрата

Примечание: на рисунке Г.1 приведены габаритные размеры многопрядевого домкрата для регулировки усилий в пучках от 43 до 55 прядей.