

**ОРГАНИЗАЦИЯ СОТРУДНИЧЕСТВА ЖЕЛЕЗНЫХ ДОРОГ  
(ОСЖД)**

I издание

Согласовано экспертами Комиссии ОСЖД по инфраструктуре и подвижному составу 21-22 сентября 2020 г.,  
Комитет ОСЖД, г. Варшава

Утверждено совещанием Комиссии ОСЖД по инфраструктуре и подвижному составу 9-10 ноября 2020 г.,  
Комитет ОСЖД, г. Варшава

Дата вступления в силу: 10 ноября 2020 года.

**P 602**

**РЕКОМЕНДАЦИИ  
ПО ПОВЫШЕНИЮ СТОЙКОСТИ КОНТАКТНОЙ СЕТИ  
И ВОЗДУШНЫХ ЛИНИЙ ЭЛЕКТРОПЕРЕДАЧИ  
К ВОЗДЕЙСТВИЮ ВЕТРА**

## СОДЕРЖАНИЕ

1. Общие положения	3
2. Термины и определения	3
3. Общие сведения об автоколебаниях проводов	3
4. Защита от автоколебаний	5

## **1. Общие положения**

Настоящая памятка распространяется на железнодорожную контактную сеть (далее – контактная сеть) со скоростями движения до 250 км/час (если это не противоречит национальным стандартам) и воздушные линии электропередачи, предназначенные для электроснабжения нетяговых железнодорожных потребителей (далее – линии электропередачи).

## **2. Термины и определения**

В настоящей памятке применены термины согласно Памятке Р 604 «Терминология электрической и дизельной тяги» (часть 1-ая «Электроснабжение»), II издание, а также следующие термины с соответствующими определениями:

2.1. (Железнодорожная) контактная сеть: Часть железнодорожной тяговой сети, предназначенная для передачи электроэнергии электроподвижному составу.

Примечание – В наиболее общем случае контактная сеть состоит из: контактной подвески, опор, гибких и жестких поперечин, консолей, фиксаторов, изоляторов, анкеровок и компенсаторов.

2.2. (Железнодорожная) контактная подвеска: Провод или система проводов железнодорожной контактной сети, обеспечивающая токосъем токоприемниками электроподвижного состава.

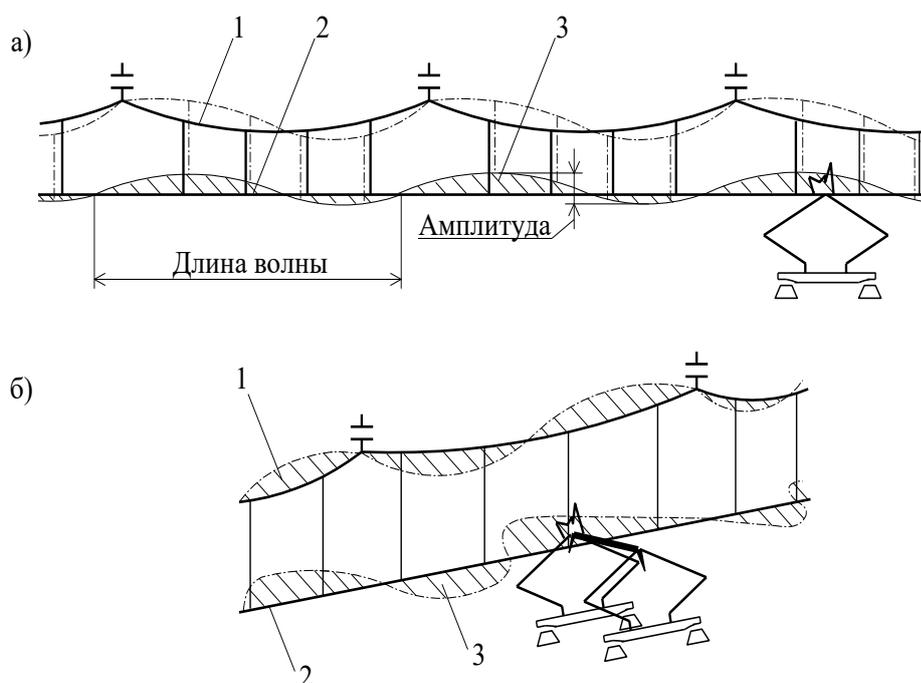
Примечание – Контактные подвески подразделяют на компенсированные, полукompенсированные и некомпенсированные, простые или цепные. В наиболее общем случае контактная подвеска состоит из контактных проводов, несущих тросов, струн, рессорных тросов.

2.3. Линия электропередачи: Электроустановка, состоящая из проводов, кабелей, изолирующих элементов и несущих конструкций, предназначенная для передачи электрической энергии между двумя пунктами энергосистемы с возможным промежуточным отбором.

2.4. Автоколебание проводов (железнодорожной) контактной сети [воздушной линии электропередачи]: Длительное устойчивое колебание проводов железнодорожной контактной сети или воздушной линии электропередачи, вызываемое гололедом и ветром.

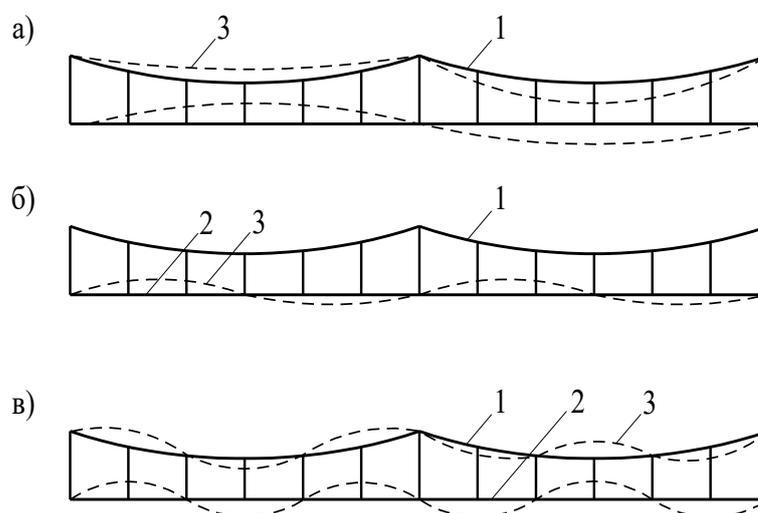
## **3. Общие сведения об автоколебаниях проводов**

3.1. Автоколебания проводов являются следствием воздействия аэродинамических сил, возникающих при обтекании потоком воздуха проводов, имеющих форму сечения, отличающуюся от круга (рисунки 1 и 2). Причиной возникновения такой формы, в основном, является одностороннее отложение гололедно-изморозевых образований. Контактные провода могут также изменить форму из-за износа.



- а) вертикальные автоколебания;  
 б) сложные автоколебания;  
 1 – несущий трос; 2 – контактный провод; 3 – полуволны.

Рисунок 1 – Автоколебания проводов контактной подвески.



- а) автоколебания на основной частоте;  
 б) автоколебания с удвоенной частотой;  
 в) автоколебания с утроенной частотой;  
 1 – несущий трос; 2 – контактный провод; 3 – полуволны.

Рисунок 2 – Автоколебания проводов контактной подвески.

Автоколебания происходят при воздействии ветра с примерно

постоянной скоростью от 6 до 10 м/с, направленного к проводам под углом, близким к прямому. Они наблюдаются преимущественно на участках, расположенных на равнинных, безлесных, незастроенных местностях.

Прекращаются автоколебания только при изменении климатических условий (прекращение или изменение направления ветра) и удалении гололедно-изморозевых отложений.

Автоколебания приводят к серьезным нарушениям в системе электроснабжения. Возможны поломка отдельных проволок и обрыв проводов, схлестывание проводов и их пережог, повреждение опорных конструкций, поддерживающих конструкций и изоляторов, ухудшение качества токосяема.

Для борьбы с автоколебаниями проводов используются технические и организационные меры.

3.2. Различают два вида автоколебаний проводов: вибрацию и пляску.

Вибрация проводов – это периодические колебания в полете с частотой от 3 до 150 Гц, происходящие в вертикальной плоскости при ветре и образующие стоячие волны с размахом (двойной амплитудой), который может превышать диаметр провода (троса). Причиной вибрации является периодическое возникновение вихрей различного направления при обтекании провода воздушным потоком.

Пляска проводов – это устойчивые периодические низкочастотные (частотой от 0,2 до 2 Гц) колебания провода (троса) в полете с односторонним или асимметричным отложением гололеда (мокрого снега, изморози, смеси), вызываемые ветром со скоростью от 3 до 25 м/с и образующие стоячие волны (иногда в сочетании с бегущими) с числом полуволн от одной до двадцати и амплитудой от 0,3 до 5 м.

Вибрация характеризуется малыми амплитудами и сравнительно большими частотами при длине несколько метров. Пляска проводов отличается большими амплитудами и меньшими частотами колебаний. Защита от вибраций трудности, как правило, не вызывает, защита от пляски проводов требует применения специальных технических и организационных мероприятий, в отдельных случаях достаточно трудоемких.

#### **4. Защита от автоколебаний**

4.1. Защищать от вибраций рекомендуется одиночные провода и тросы в пролетах, длина которых превышает указанную в таблице 1, а также механические напряжения, в которых при среднегодовой температуре превышают указанные в таблице 2.

Тип местности различают по условиям воздействия ветра на провода:

А – открытые побережья морей, озер, водохранилищ, пустыни, степи, лесостепи, тундра, насыпи;

В – городские территории, лесные массивы и другие местности, равномерно покрытые препятствиями высотой не менее 2/3 высоты опор;

С – городские районы с застройкой зданиями высотой более 25 м, просеки в лесных массивах с высотой деревьев более высоты опор,

орографически защищенные извилистые и узкие склоновые долины, и ущелья.

Защита от вибрации проводов из алюминия и нетермообработанного алюминиевого сплава площадью сечения до 95 мм<sup>2</sup>, термообработанного алюминиевого сплава и сталеалюминевых проводов площадью сечения алюминиевой части до 70 мм<sup>2</sup>, стальных тросов площадью сечения до 35 мм<sup>2</sup> осуществляется гасителями вибрации петлевого типа (демпфирующими петлями) или армирующими стальными прутками, протекторами, спиральными вязками, а проводов большего сечения — гасителями вибрации типа Стокбриджа. Гасители вибрации рекомендуется устанавливать с обеих сторон пролета.

Защищенные провода защищаются от вибрации в местах их крепления к изоляторам гасителями вибрации спирального типа с полимерным покрытием.

При длинах пролетов менее, указанных в таблице 1, и в местности типа С защита от вибрации не требуется.

Таблица 1

Провода, тросы	Площадь сечения, мм <sup>2</sup>	Пролеты для одиночных проводов и тросов, требующие защиты от вибрации, длиной более, м, в местностях типа	
		А	В
Сталеалюминиевые, из термообработанного алюминиевого сплава со стальным сердечником и без него для площади сечения алюминиевой части	35 — 90	80	95
	120 — 240	100	120
Алюминиевые и из нетермообработанного алюминиевого сплава	50 — 95	60	55
	120 — 240	100	120
Стальные	25 и более	120	145

Таблица 2

Провода, тросы		Механические напряжения, Н/мм <sup>2</sup> , одиночных проводов и тросов при среднегодовой температуре, требующих защиты от вибрации в местности типа	
		А	В
Сталеалюминиевые марок АС при соотношении сечения алюминиевой и стальной частей:	0,65 — 0,95	св. 70	св. 85
	1,46	св. 60	св. 70
	4,29 — 4,39	св. 45	св. 55
	6,0 — 8,05	св. 40	св. 45
	11,5 и более	св. 35	св. 40
Алюминиевые и из нетермообработанного алюминиевого сплава всех марок		св. 35	св. 40
Из термообработанного алюминиевого сплава со стальным сердечником и без него всех марок		св. 40	св. 45
Стальные всех марок		св. 170	св. 195

4.2. По частоте повторяемости и интенсивности пляски проводов территории делятся на районы с умеренной пляской проводов (частота

повторяемости пляски один раз в 5 лет и менее) и с частой и интенсивной пляской проводов (частота повторяемости более одного раза в 5 лет). Определение районов по частоте повторяемости пляски проводов и тросов рекомендуется производить в соответствии с национальными нормами с уточнением данных эксплуатации.

Защита от пляски проводов осуществляется путем профилактического подогрева проводов и плавки на них гололеда, изменения собственных частот колебаний в смежных пролетах, ограничения амплитуд и уменьшения зон распространения колебаний, поглощения энергии колебаний, реализуемых применением соответствующих технических решений. Меры по защите от пляски проводов рекомендуется включать в организационно-технические мероприятия по обеспечению устойчивой работы хозяйства в предстоящий зимний период, разрабатываемые владельцами железнодорожных инфраструктур в соответствии с внутренними документами стран-участниц V Комиссии ОСЖД.

4.3. К техническим решениям, направленным на защиту проводов контактной подвески от автоколебаний, относятся:

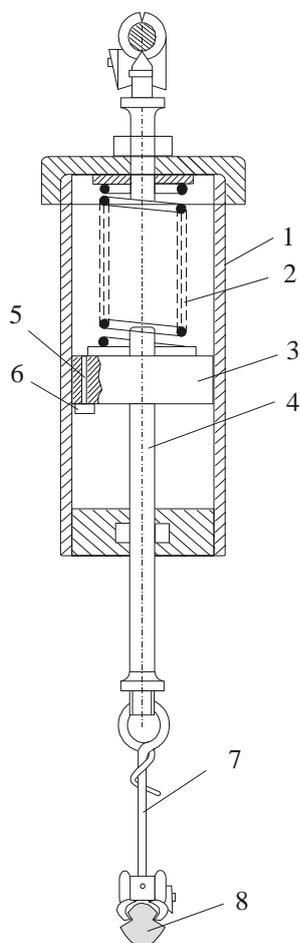
- оборудование участков, подверженных автоколебаниям, схемами профилактического подогрева проводов контактной сети;
- установка струн между несущим тросом и контактным проводом в середине пролета и у электрических соединителей на расстоянии от 0,3 до 0,4 м от последних;
- при изолированных консолях – монтаж опорных струн между седлом и контактным проводом, монтаж двух дополнительных опорных струн между несущим тросом и контактным проводом на расстоянии от 0,6 до 0,3 м от седла;
- установка демпферных успокоителей (рисунки 3 – 5). Демпферы устанавливаются без звеньевых струн;
- при наличии двух контактных проводов – монтаж ромбовидной контактной подвески (рисунок 6);
- при полукомпенсированной контактной подвеске – монтаж фиксирующих струн несущего троса (рисунок 7);
- при двойном контактном проводе – монтаж пространственно-ромбовидной контактной подвески (рисунок 8);
- установка опор в пролете с фиксатором и жесткими распорками на несущий трос;
- установка жестких распорок между основным стержнем фиксатора и несущим тросом (рисунок 9);
- замена арматуры контактной сети на арматуру повышенной надежности, выпускаемую по новым технологиям, значения и виды допускаемых нагрузок для которой приведены в таблице 3;
- замена старотипных стержневых фарфоровых изоляторов на стержневые изоляторы повышенной надежности;
- чередование длин пролета опор контактной сети с разницей в пролетах до 25 %, реализуемое при замене существующих опор по их дефектности;

- установка дополнительных опор в существующих пролетах на расстоянии от 20 до 25 м от опоры;
- перевод компенсированной контактной подвески в полукompенсированную;
- монтаж ветровых струн между основным и дополнительным стержнями фиксатора (рисунок 12).

Если это не противоречит национальным стандартам

Кроме того, в местности, где наблюдаются автоколебания проводов, рекомендуется:

- изолированные консоли заменять на неизолированные;
- устанавливать проволочные или пластинчатые аэродинамические гасители колебаний (рисунки 13 – 15).



- 1 – корпус;
- 2 – пружина;
- 3 – поршень (элемент);
- 4 – шток;
- 5 – перепускной клапан;
- 6 – регулировочный канал;
- 7 – струна;
- 8 – контактный провод.

При подъеме контактного провода токоприемником или при колебаниях провода клапан 6 открывается и позволяет воздуху проходить в нижнюю часть цилиндра. При движении контактного провода вниз клапан 6 закрывается и протекание воздуха из нижней части цилиндра в верхнюю часть происходит с ограниченной скоростью только через малый зазор между стенками поршня (элемента 3). Жесткость пружины 2 и масса элемента 3 со штоком, диаметры перепускных каналов обеспечивают необходимое поглощение колебаний контактной сети. Демпферы подвешиваются к несущему тросу вблизи звеньевых струн.

Рисунок 3 – Устройство демпферного успокоителя.

4.4. К техническим решениям, направленным на защиту проводов воздушных линий электропередачи от автоколебаний, относятся:

- монтаж рессорного провода в местах крепления на опоре с подвесными изоляторами (рисунок П4.16);
- на линиях со штыревыми изоляторами – применение двойного рессорного крепления проводов;
- монтаж гасителей вибрации – балансиров (рисунок П4.17);

- применение самонесущих изолированных или защищенных проводов.

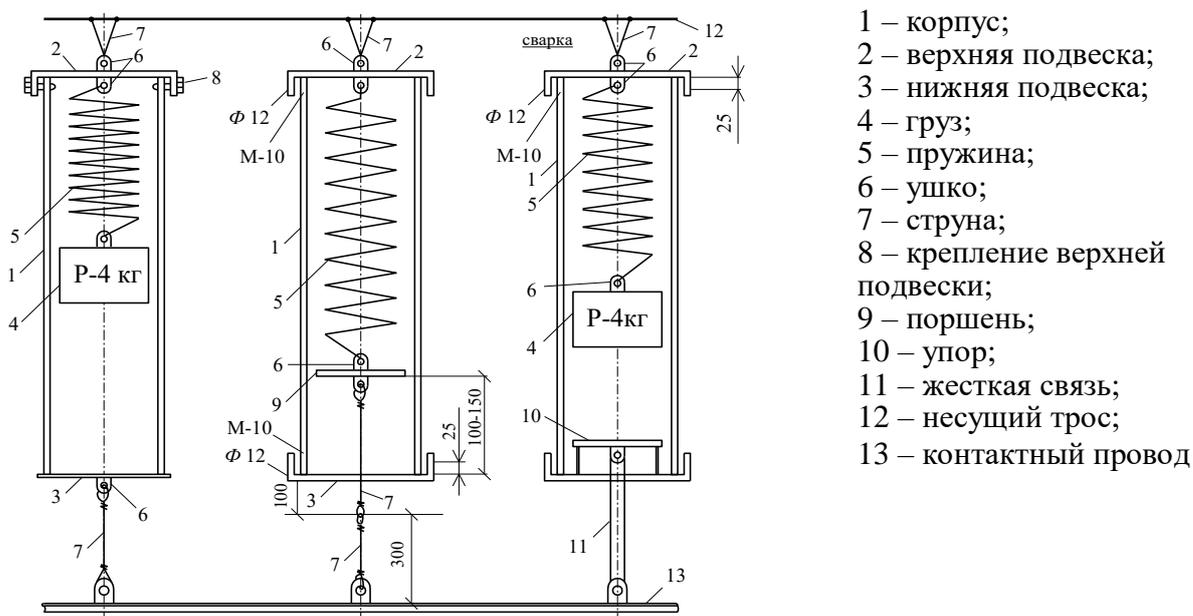


Рисунок 4 – Варианты конструкции демферных успокоителей.

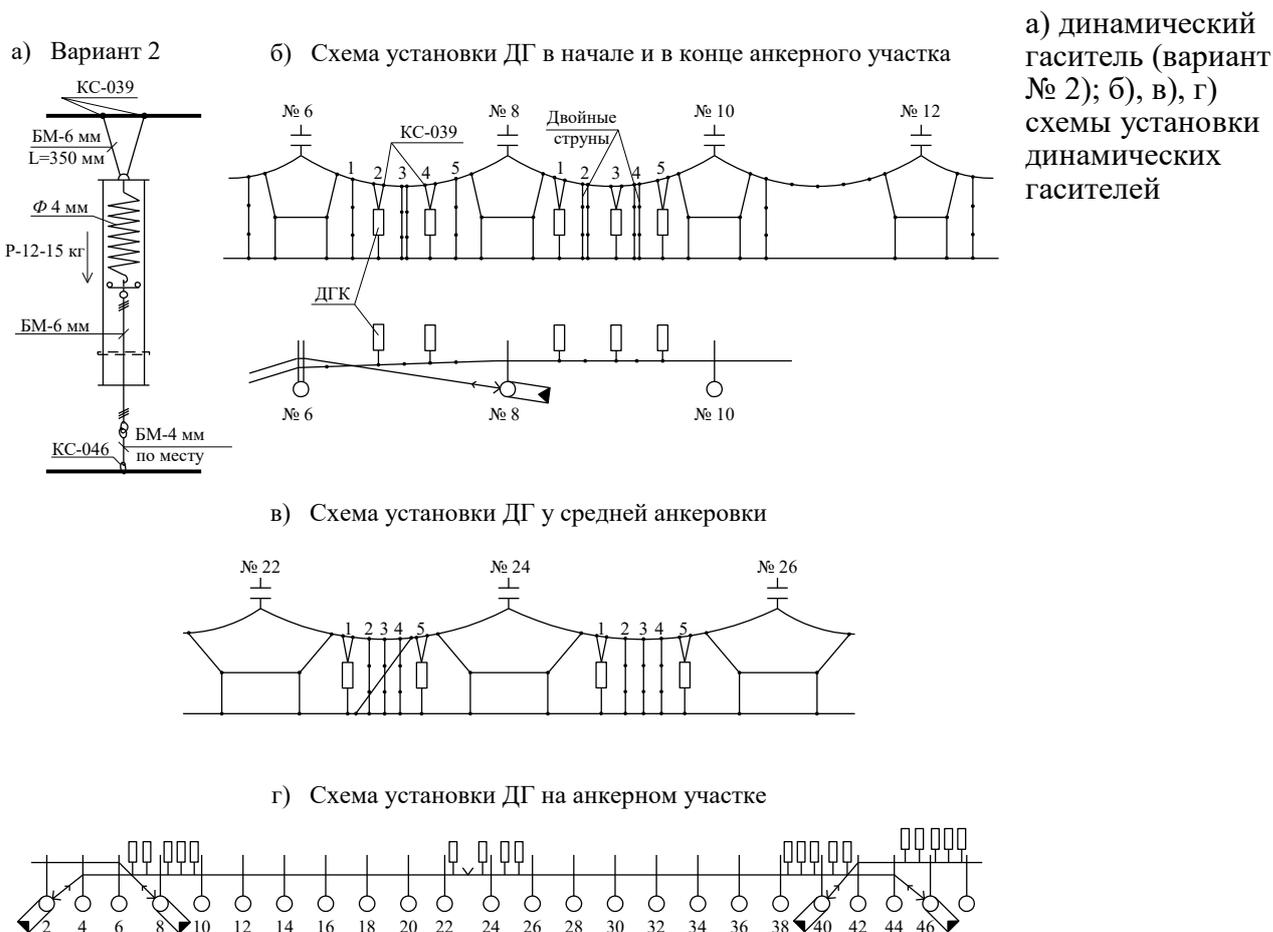
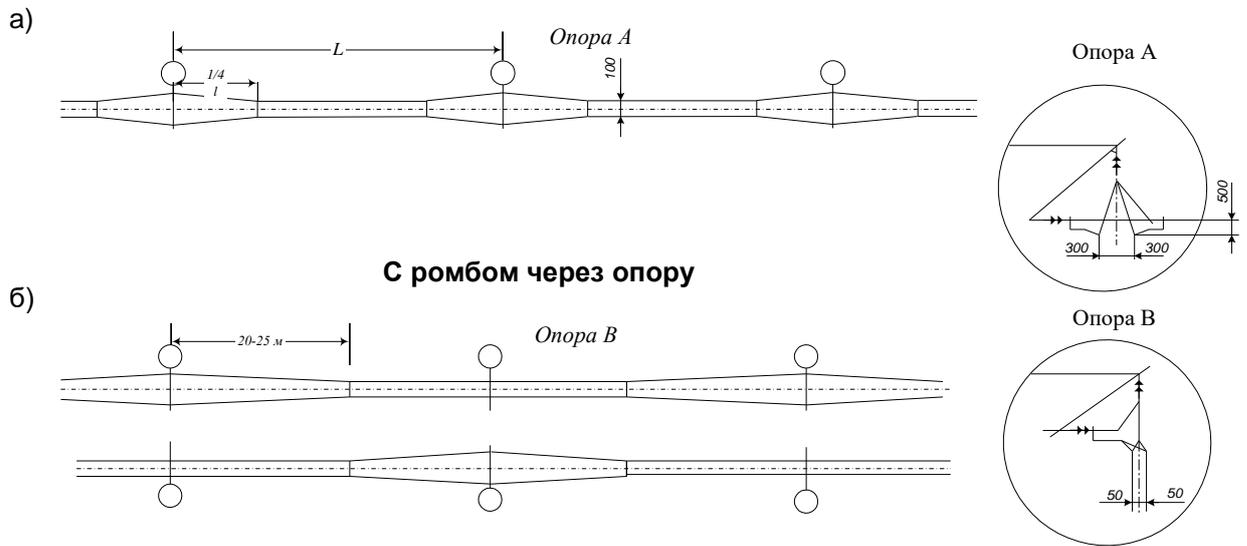
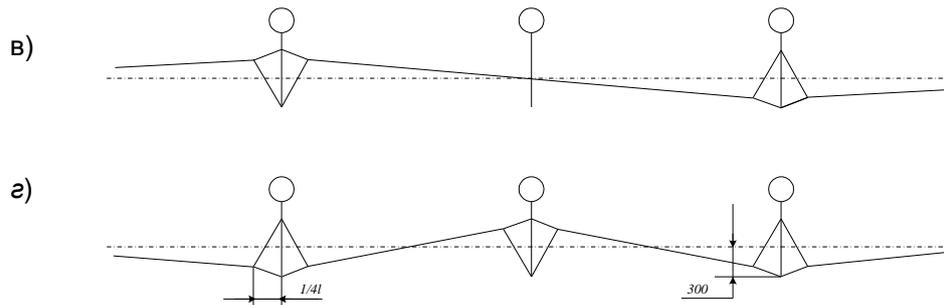


Рисунок 5 – Схема установки динамических гасителей на анкерном участке.

### С ромбом на каждой опоре



### С оттяжным проводом

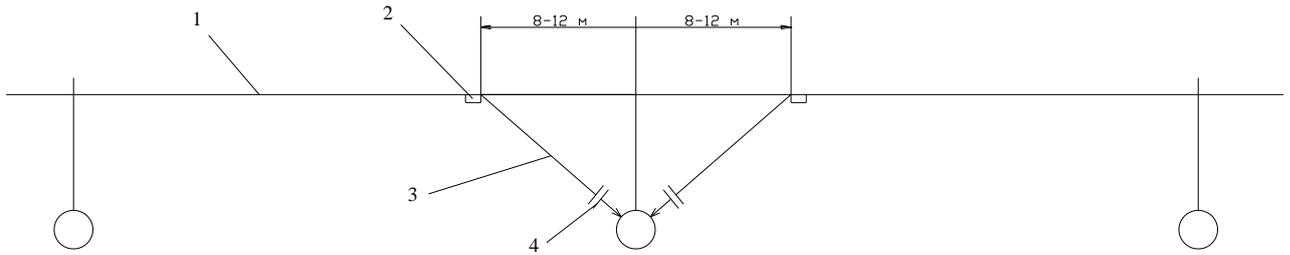


- а) на однопутном участке с ромбом на каждой опоре;  
 б) на двухпутном участке с ромбом через опору при расположении опор в створе;  
 в) на двухпутном участке с оттяжным проводом через опору;  
 г) на однопутном участке с оттяжным проводом на каждой опоре.

На каждой опоре или через опору контактные провода фиксируют на расстоянии 300 мм от оси пути. На длине  $1/4$  пролета контактные провода удерживают шарнирными соединениями на расстоянии 100 мм. Ромбовидное расположение контактных проводов через опору менее эффективно. При сближении фиксаторов на двухпутном участке и расположении опор в створе допускается смещение консолей и фиксаторов вдоль пути в противоположные стороны до 0,6 м.

При одном контактном проводе ветроустойчивость контактной подвески повышается установкой оттяжек между основным стержнем фиксатора и контактным проводом (варианты в) и г)) или монтажом второго контактного провода с ромбовидным расположением контактных проводов.

Рисунок 6 – Ромбовидная контактная подвеска.

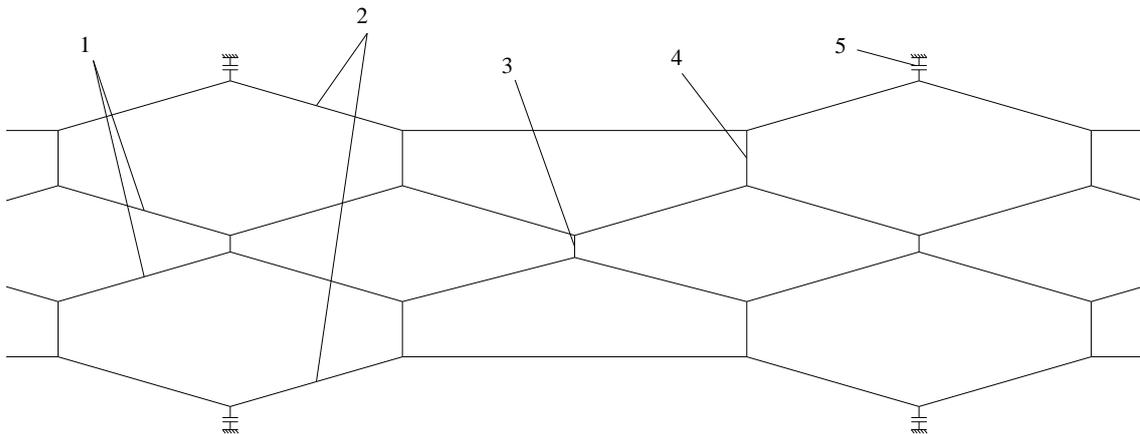


1 – несущий трос;  
2 – зажим КС-054;

3 – провод ПБСМ-70;  
4 – изолятор.

Фиксирующие струны несущего троса устанавливаются в нескольких пролетах анкерного участка. Струны выполнены из провода с электрическими характеристиками не хуже, чем у ПБСМ-70 и разрушающей нагрузкой не менее 49,05 кН (или иной провод, если иное не противоречит национальным стандартам), крепятся к несущему тросу двумя зажимами КС-054 на расстоянии от 8 до 12 м от точки подвеса несущего троса, на опоре анкеруются жестко с натяжением не более 200 кг.

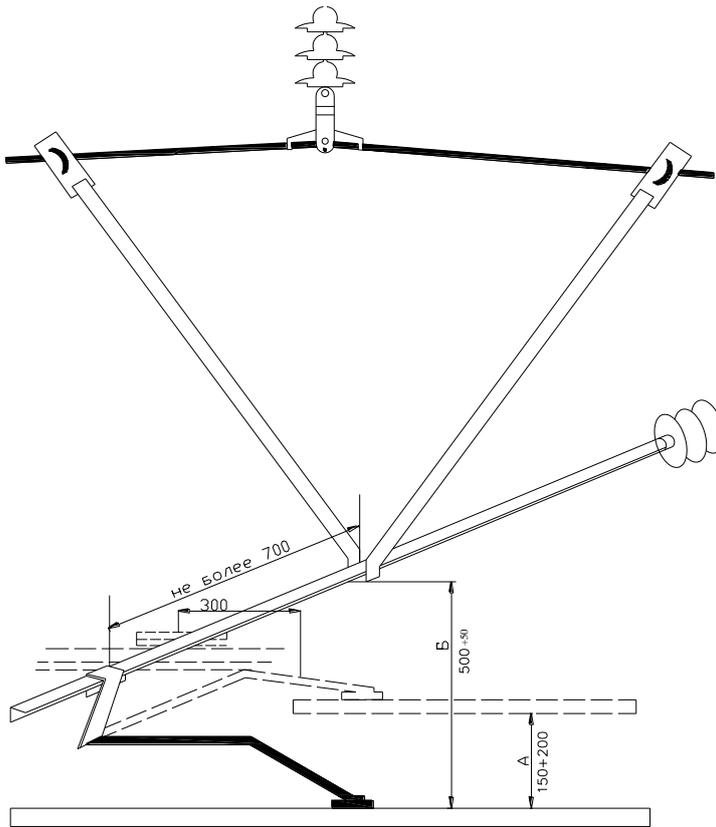
Рисунок 7 – Фиксирующие струны несущего троса.



1 – контактный провод;  
2 – несущий трос;  
3 – стяжка;  
4 – фиксатор;  
5 – изолятор.

Отличительной особенностью подвески является то, что контактные провода в пролете расположены в виде ромбов относительно оси пути. Струны выполнены из провода с электрическими характеристиками не хуже, чем у ПБСМ-70 и разрушающей нагрузкой не менее 49,05 кН (или иной провод, если иное не противоречит национальным стандартам). Такая конструкция обеспечивает компенсацию возникающих продольных и поперечных напряжений (нагрузок) в проводах, то есть контактная подвеска является автокомпенсированной системой.

Рисунок 8 – Пространственно-ромбовидная контактная подвеска.



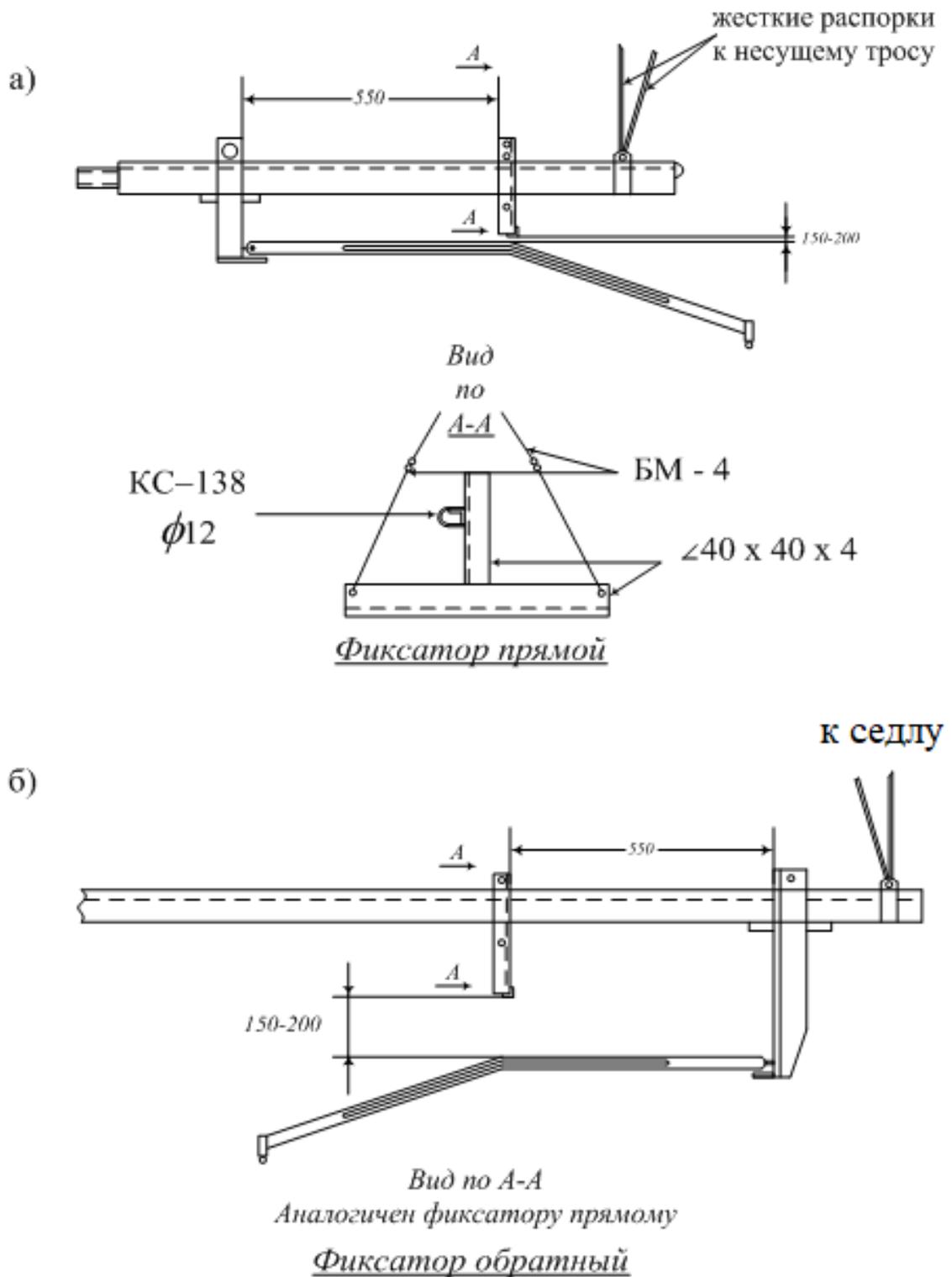
Пунктиром показана схема и размеры при применении ограничителя подъема дополнительного стержня фиксатора.

На несущем тросе распорки крепят хомутами с прокладками между несущим тросом и хомутами. На основном стержне фиксатора распорки крепят к скобе болтами. На участках, где предусмотрена плавка гололеда на контактном проводе, крепление распорки к скобе выполняют с установкой изолирующих шайб. Распорки выполняют из уголка  $25 \times 25 \times 3$  мм или трубы 1/2 дюйма.

Во избежание удара токоприемника об основной стержень фиксатора при отжати контактного провода на основной стержень фиксатора устанавливают ограничитель (упор) подъема дополнительного стержня фиксатора из уголка сечением  $40 \times 40 \times 4$  мм (см. рисунок 10). Упор устанавливают так, чтобы его длинный конец (300 мм) был направлен в сторону средней анкерки анкерного участка. Схема установки динамических гасителей колебаний и ограничителей подъема дополнительных стержней фиксаторов в пределах анкерного участка приведена на рисунке 11.

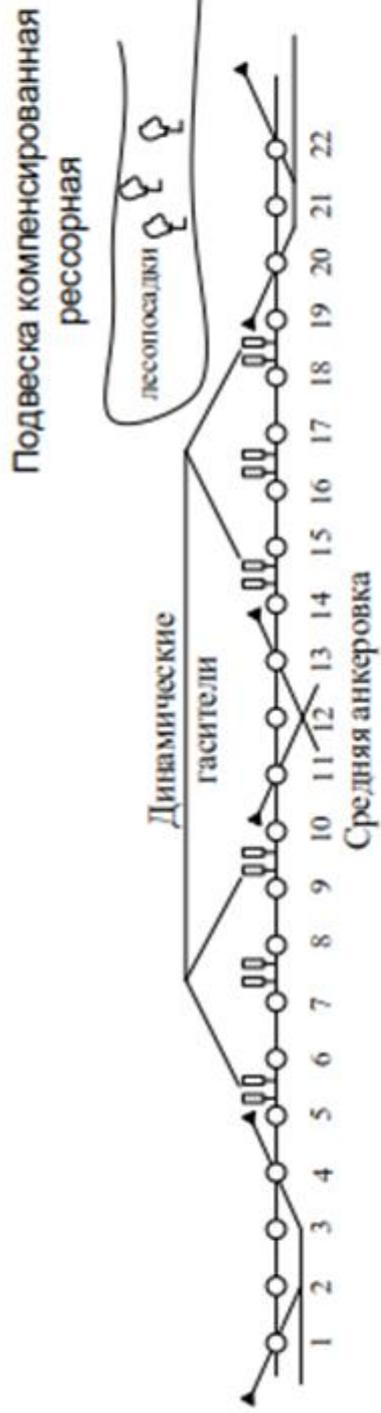
Рисунок 9 – Жесткие распорки между основным стержнем фиксатора и несущим тросом.

Установка ограничителя подъема  
дополнительного фиксатора



- а) на прямом фиксаторе;  
б) на обратном фиксаторе.

Рисунок 10 – Установка ограничителя подъема дополнительного стержня фиксатора.



Фрагмент анкерного участка

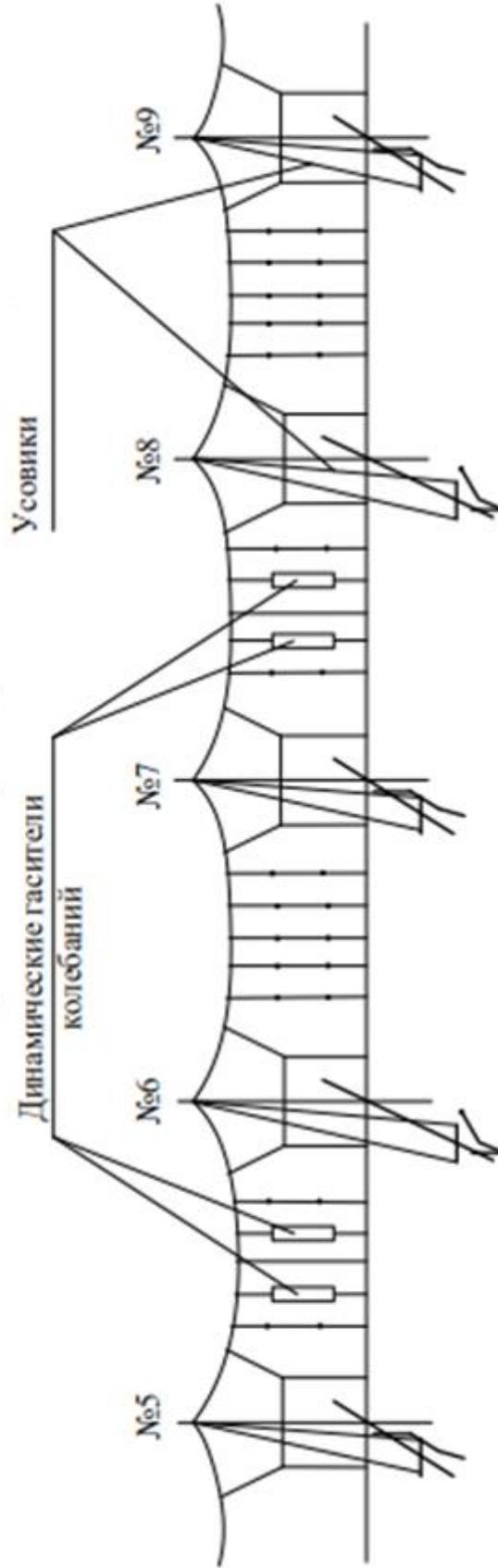


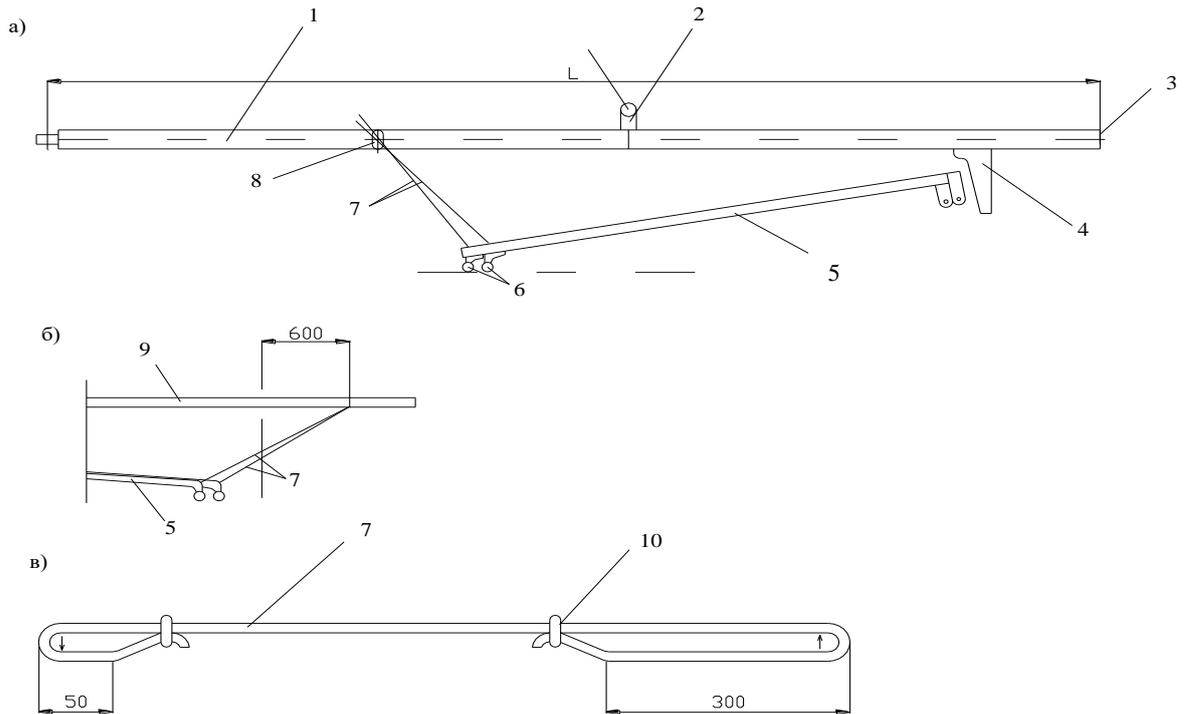
Рисунок 11 – Схема установки динамических гасителей колебаний и ограничителей подъема дополнительных стержней фиксаторов в пределах анкерного участка.

Таблица 3

**ЗНАЧЕНИЯ И ВИДЫ ДОПУСКАЕМЫХ МЕХАНИЧЕСКИХ НАГРУЗОК  
для арматуры контактной сети (по ГОСТ 12393—2013)<sup>1</sup>**

Материал	Тип арматуры	Допускаемая механическая нагрузка, кН	Вид нагрузки
Чугун	ушки	20,0	растяжение
	седла	10,0	
	зажимы	10,0	
	коуши вилочные	20,0	
	зажим клиновой	20,0	
	зажим концевой штанговый	-*	
	держатель	3,5	изгиб
	зажимы с ушком	3,5	сдвиг
	зажимы с двойным ушком	7,0	
	стойки фиксаторные	7,0	изгиб
Арматура из цветных металлов и их сплавов	зажимы струновые	1,2; 1,5	сдвиг, срыв, ударный изгиб
	зажим рессорного троса	3,5	сдвиг, ударный изгиб
	зажим средней анкеровки	10,0	растяжение, ударный изгиб
	зажим питающий	1,2	сдвиг, ударный изгиб
	зажим соединительный	1,8	
	зажим питающий алюминиевых проводов	1,8	сдвиг
	зажим переходной	1,2	
	зажим соединительный болтовой медных и сталемедных тросов	20,0	растяжение, ударный изгиб
	зажим стыковой контактного провода	15,0	
	соединители медных, алюминиевых и сталеалюминиевых проводов	-*	
	зажимы стыковые цанговые	3,5; 3,8; 1,5	изгиб, сдвиг, срыв, ударный изгиб
зажим фиксирующий			
Арматура из углеродистой стали	серьги	20,0	растяжение
	пестики	20,0	
	бугели	10,0; 3,0	растяжение, изгиб
	коромысла	20,0	
	распорки	10,0	растяжение
	штанга	20,0	
	зажим плащечный	3,0	
	зажим с двойным ушком	7,0	сдвиг
зажим стыковой стальных тросов	20,0		
Примечание: * Значение указывают в технических условиях на арматуру конкретного типа.			

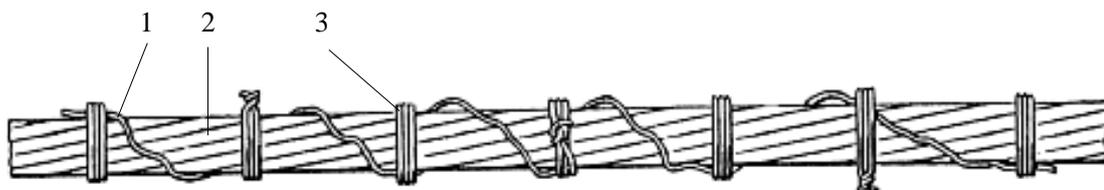
<sup>1</sup> Для стран-участниц V Комиссии ОСЖД, в которых межгосударственные стандарты (ГОСТ) не приняты в качестве национальных, рекомендуется применять соответствующий национальный стандарт.



- 1 – основной стержень фиксатора;                      6 – зажим фиксирующий;  
 2 – ушко струновое;                                      7 – ветровая струна;  
 3 – заглушка;    8 – двойное струновое ушко;  
 4 – стойка;     9 – стержень прямого фиксатора;  
 5 – дополнительный стержень фиксатора;      10 – стяжка.
- а) на обратном фиксаторе;  
 б) на прямом фиксаторе.

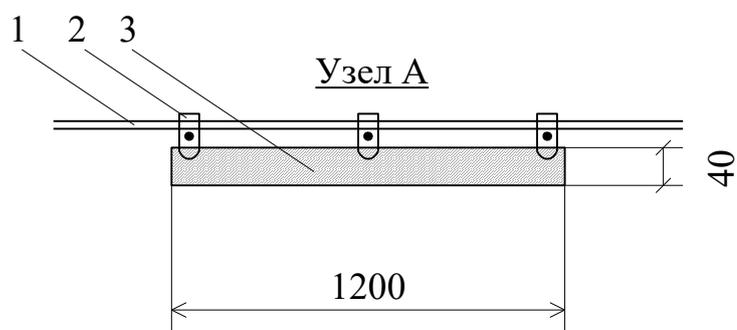
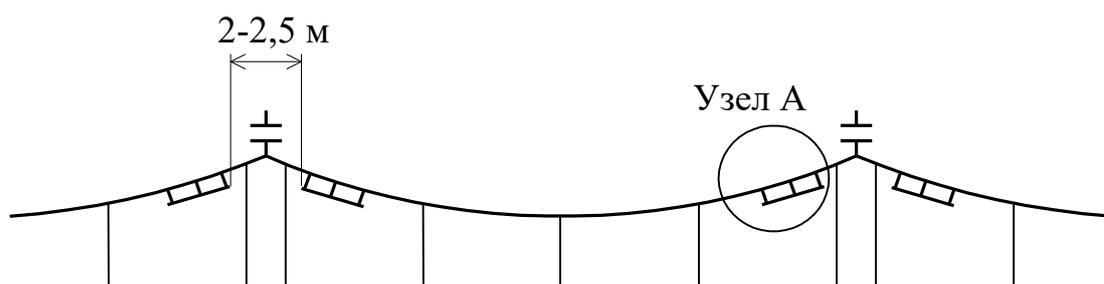
Ветровые струны устанавливаются между основным стержнем фиксатора и дополнительным фиксатором и находятся в ненагруженном состоянии, обеспечивая продольное перемещение контактного провода вдоль оси пути при изменениях температуры провода

Рисунок 12 – Монтаж ветровых струн между основным и дополнительным стержнями фиксатора.



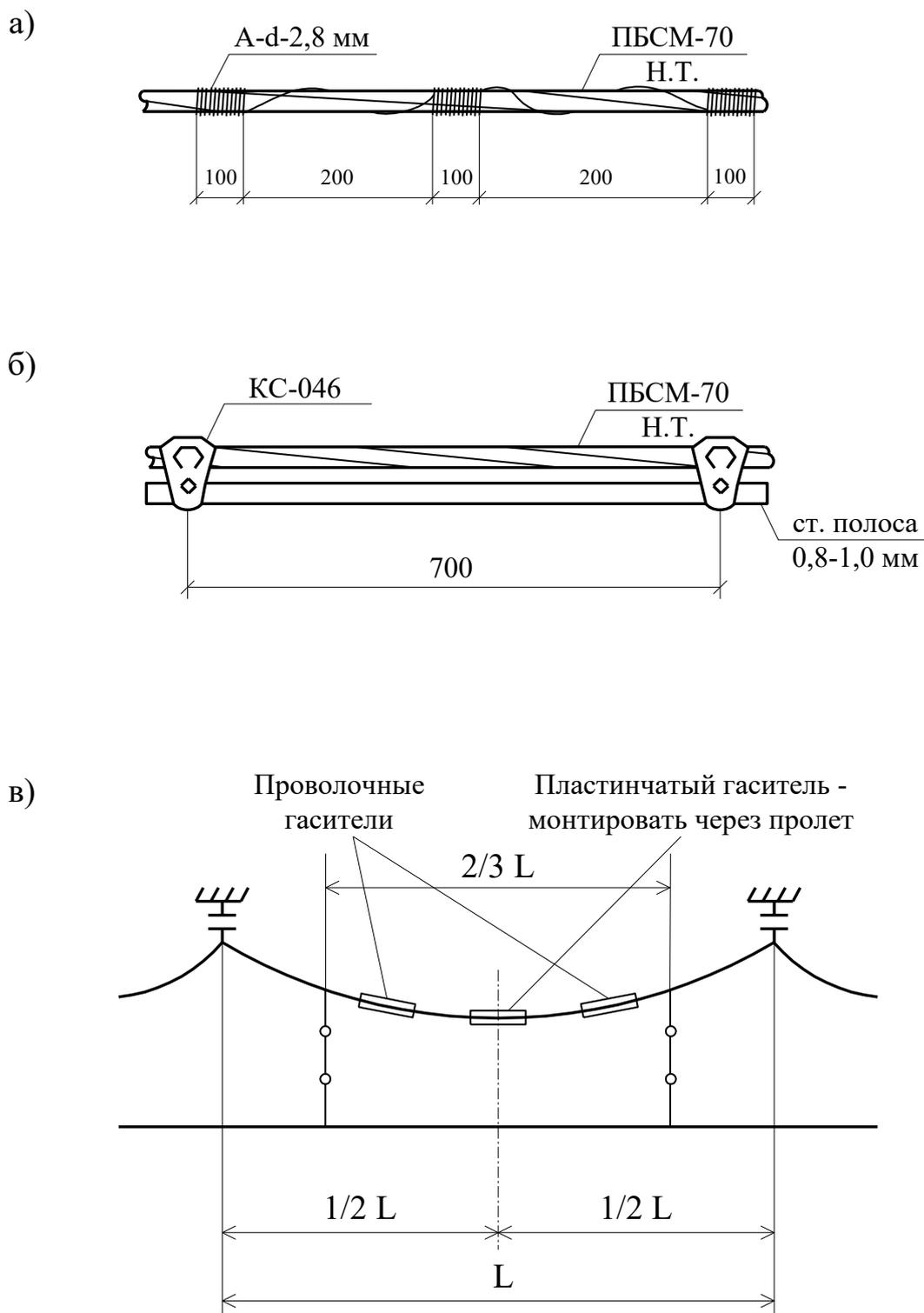
- 1 – проволока;  
 2 – провод;  
 3 – бандаж или болтовой зажим.

Рисунок 13 – Конструкция проволочного аэродинамического гасителя колебаний.



- 1 – несущий трос;  
 2 – зажим;  
 3 – металлическая полоска

Рисунок 14 – Конструкция пластинчатого аэродинамического гасителя колебаний.



- а) проволочный аэродинамический гаситель автоколебаний;  
 б) пластиновый аэродинамический гаситель автоколебаний;  
 в) установка гасителей автоколебаний в пролете.

Рисунок 15 – Установка проволочных и пластиновых аэродинамических гасителей автоколебаний в пролете.

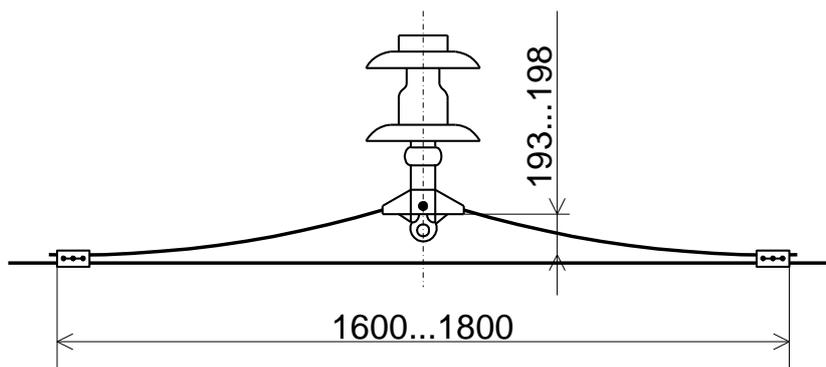
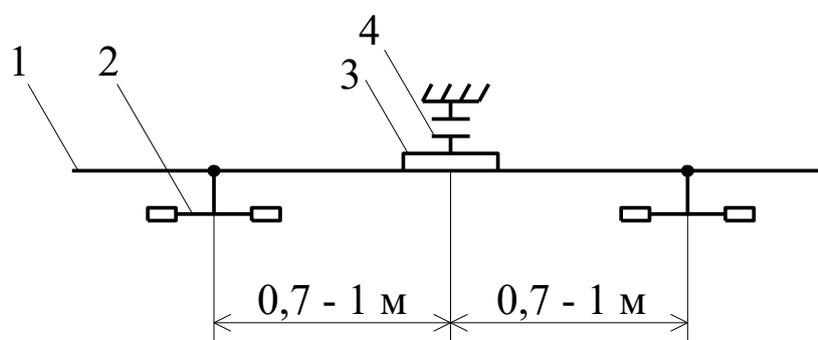


Рисунок 16 – Монтаж рессорного провода в местах крепления на опоре с подвесными изоляторами.



- 1 – провод;
- 2 – балансир;
- 3 – седло;
- 4 – изолятор.

Рисунок 17 – Монтаж гасителей вибрации – балансиров на усиливающих и экранирующих проводах.