



Контактная сеть электрифицированных железных дорог: основные сведения об устройстве, работе, расчетах



План занятий

- 1. Общие сведения об устройстве контактной сети
- 2. Работа контактной сети в реальных условиях эксплуатации
- 3. Основные сведения о расчетах при разработке и проектировании контактной сети
- 4. Нормативная база, типовые проекты и литература по контактной сети



1. Общие сведения об устройстве контактной сети

- 1.1. Общая характеристика контактной (электротяговой) сети, условий и особенностей ее эксплуатации
- 1.2. Питание и секционирование КС
- 1.3. Основные габариты проводов и устройств КС
- 1.4. Контактные подвески. Анкерные участки. Узлы
- 1.5. Провода и тросы
- 1.6. Изоляторы
- 1.7. Арматура контактной сети
- 1.8. Опорные конструкции
- 1.9. Поддерживающие и фиксирующие конструкции
- 1.10. Заземления
- 1.11. Защита от перенапряжений
- 1.12. Рельсовая сеть

1.1. Общая характеристика контактной (электротяговой) сети, условий и особенностей ее эксплуатации





Основные элементы электротяговой сети





Контактная сеть включает в себя:

- 1. Питающие линии.
- 8. Устройства секционирования.

2. Контактные подвески.

9. Коммутационные устройства.

3. Усиливающие провода.

10. Заземления.

4. Устройства изоляции.

- 11. Экранирующие провода (при системе электроснабжения переменного тока с ЭУП).
- 5. Опоры, фундаменты, анкеры.
- 6. Поддерживающие и фиксирующие конструкции.
- 12. Питающие провода (при системе электроснабжения 2x25 кВ).
- 7. Устройства анкеровок проводов. 13.
 - 13. Устройства защиты от перенапряжений.

Кроме того в рамках проектов по контактной сети проектируются:

- Отсасывающие линии и элементы электротяговой рельсовой сети (например, провода обратного тока на опорах контактной сети и др.).
- 15. Провода ВЛ на опорах контактной сети (ВЛ ПЭ и ВЛ АБ, ДПР, волновод, ВОЛС и др.).
- 16. Электроснабжение нетяговых потребителей, освещение и др.

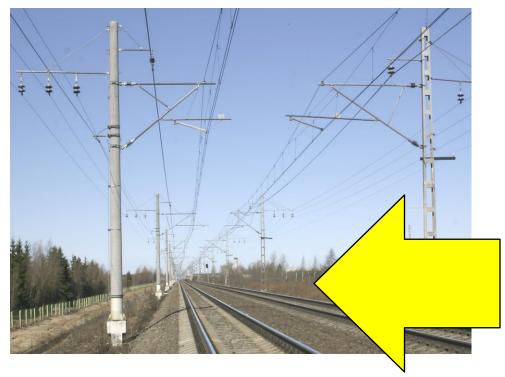




Универсал – контактные сети

Условия эксплуатации КС

КС и ее элементы подвергаются различного рода воздействиям:



КС не имеет резерва. Надежность работы ЭЖД определяется, в основном, надежностью работы КС.

Метеорологические:

- температура и ее изменения;
- ветер;
- гололед;
- дождь, туман, роса, снег;
- солнечная радиация.

Механические:

- постоянные нагрузки;
- временные, особые нагрузки;
- вибрация, удары;
- трение (изнашивание).

Электрические:

- рабочее напряжение;
- внутренние перенапряжения;
- атмосферные перенапряжения;
- протекание токов (нагрев проводов);
- электрическая дуга;
- наведенные напряжения.

Загрязнения, химические воздействия:

- пыль, сажа;
- химические активные вещества;
- грунтовые воды.

Биотические, антропогенные:

- птицы;
- вандализм и пр.;

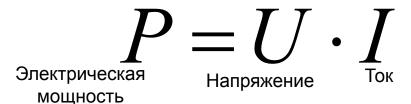


1.2. Питание и секционирование КС Уровни напряжения в электротяговой сети

		Система	Система	
Наименование напряжений		электрической	электрической	
Tian Menobalin	е паприжении	тяги постоянного	тяги переменного	
		тока 3 кВ	тока 25 кВ	
Расчетны	ій уровень	3,00 кВ	25,0 кВ	
напря	жения	5,00 KD	20,0 KD	
Напряжение на тяговых		3,30 кВ	27,5 кВ	
шинах п	одстанций	5,50 KD	21,0 KD	
Максимально допускаемое				
напряжение на тяговых		3,85 кВ	29,0 кВ	
шинах подстанций				
Минимально		2,70 кВ	21,0 кВ	
допускаемое	$V_{ m ЭПС} \leqslant 160$ км/ч	(2,40 кВ на	(19,0 кВ на	
напряжение на	1311C ≥ 100 KM/d	слабозагруженных	слабозагруженных	
токоприемниках		участках)	участках)	
ЭПС	$V_{ m ЭПС} > 160$ км/ч	2,90 кВ	24,0 кВ	

Универсал – контактные сети





КС постоянного тока напряжением 3 кВ



Большие токи (например, электровоз мощностью 6000 кВт на постоянном токе потребляет из тяговой сети 2000 А), большие сечения проводов контактной сети. Как правило, применяются двойной контактный провод, усиливающие провода. Контактная подвеска тяжелая, применяются мощные поддерживающие и опорные конструкции. Реализация скорости более чем 200–250 км/ч крайне проблематична

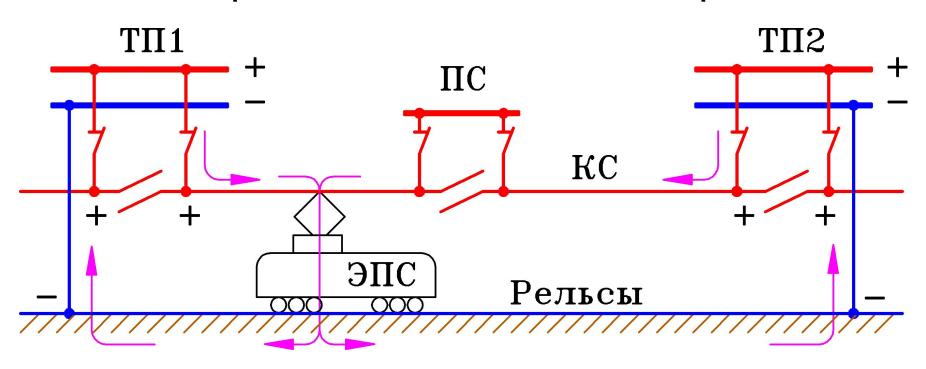
КС переменного тока напряжением 25 кВ



Существенно меньшие токи (например, электровоз при той же мощности 6000 кВт на переменном токе потребляет около 300 A), легкая контактная подвеска. Обычно применяется один контактный провод, усиливающих проводов, как правило, нет. Возможность реализации высоких скоростей движения (рекорд скорости TGV 574,8 км/ч на участке Париж—Страсбург, апрель 2007 г.).

Принципиальные схемы питания КС

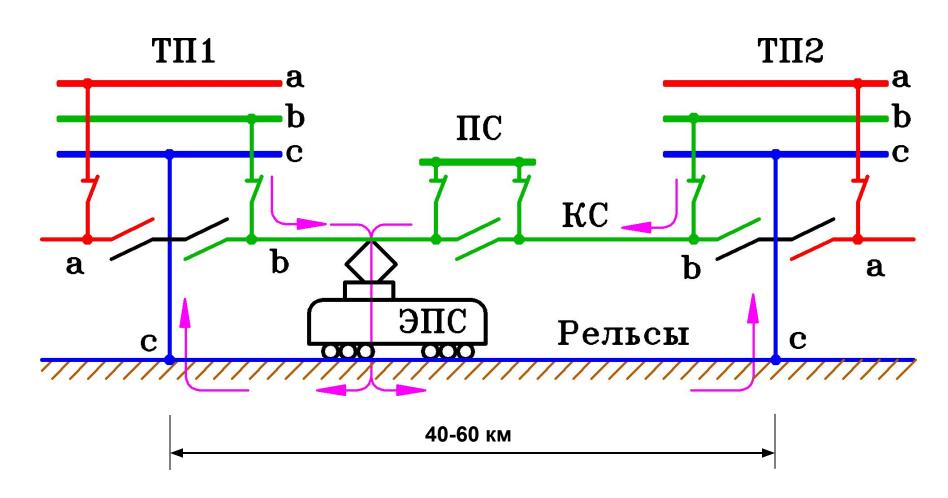
Система электроснабжения постоянного тока напряжением 3 кВ



7-30 км ►

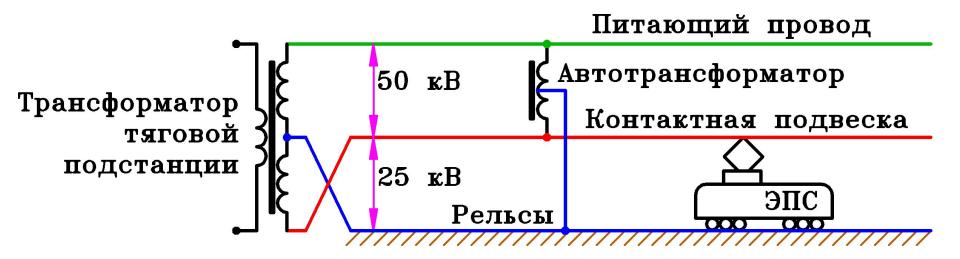


Система электроснабжения переменного тока напряжением 25 кВ





Система электроснабжения 2х25 кВ



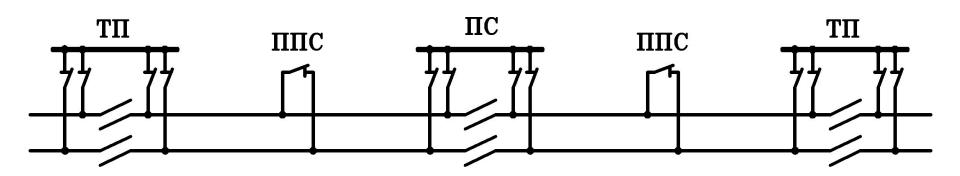
Расстояния между ТП – до 100 км

Расстояния между автотрансформаторами - 8-15 км



Схема узлового питания

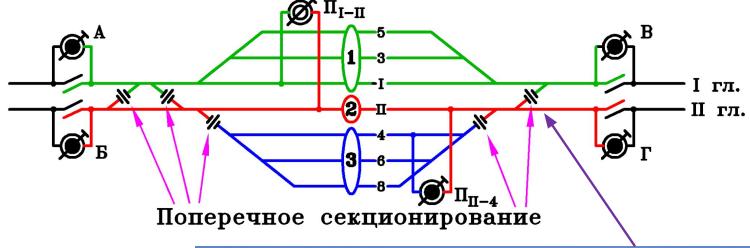
Двухпутный участок:

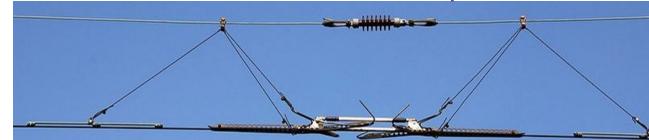




Секционирование контактной сети



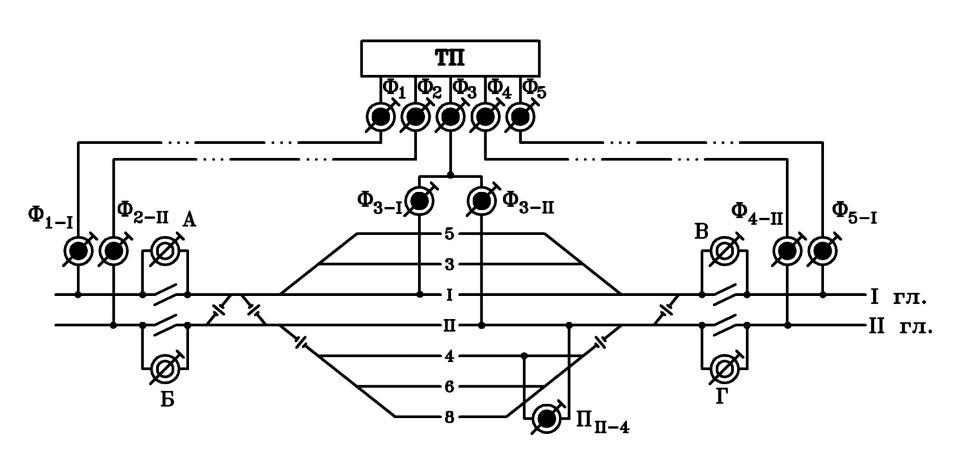






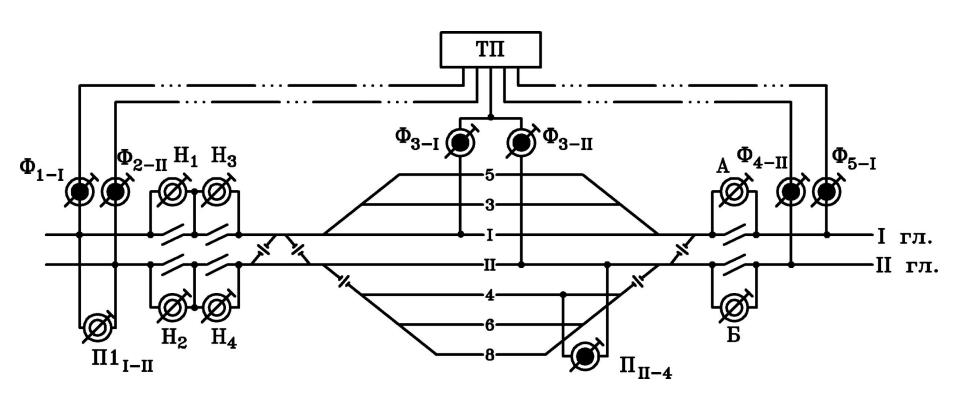
Подключение питающих линий от тяговых подстанций

Двухпутный участок, постоянный ток



Подключение питающих линий от тяговых подстанций

Двухпутный участок, переменный ток





1.3. Основные габариты проводов и устройств КС

ГАБАРИТ (франц. *gabarit*) — предельное внешнее геометрическое очертание предметов, сооружений, устройств.

На ж.-д. транспорте в проектировании, строительстве, эксплуатации учитывают габариты:

приближения строений;

подвижного состава;

погрузки;

воздушных линий электропередачи и связи;

искусственных сооружений (мостов, тоннелей, платформ и др.).

Габариты устанавливаются гос. стандартами и отраслевыми нормативными документами и являются обязательными для применения. Габариты строго взаимоувязаны.

Сооружения и устройства должны иметь такие габариты и располагаться на таких расстояниях от ж.-д. пути, чтобы обеспечивалось свободное и безопасное следование подвижного состава с учётом допускаемых наибольших скоростей. Установление точных, строго обязательных габаритов имеет важное значение для безопасного и беспрепятственного движения поездов, а также для жизни людей и сохранности устройств и сооружений, расположенных вдоль ж.-д. пути, на станциях.



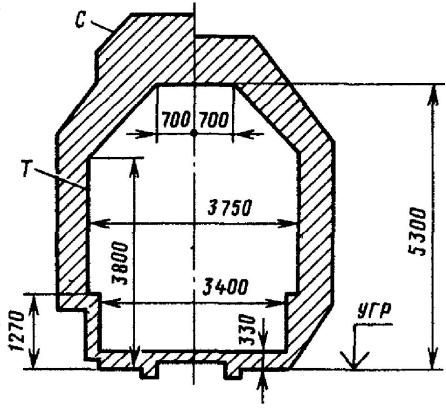
Габариты опор не соблюдены



Габариты приближения строений и подвижного состава

Габарит приближения строений — это предельное поперечное (перпендикулярное оси пути) очертание, внутрь которого, помимо подвижного состава, не должны заходить никакие части сооружений и устройств. Исключение составляют устройства, предназначенные для непосредственного взаимодействия их с подвижным составом (контактные подвески и др.)

Габарит подвижного состава — это предельное поперечное (перпендикулярное оси пути) очертание, в котором, не выходя наружу, должен помещаться как груженый, так и порожний подвижной состав, установленный на прямом горизонтальном пути.



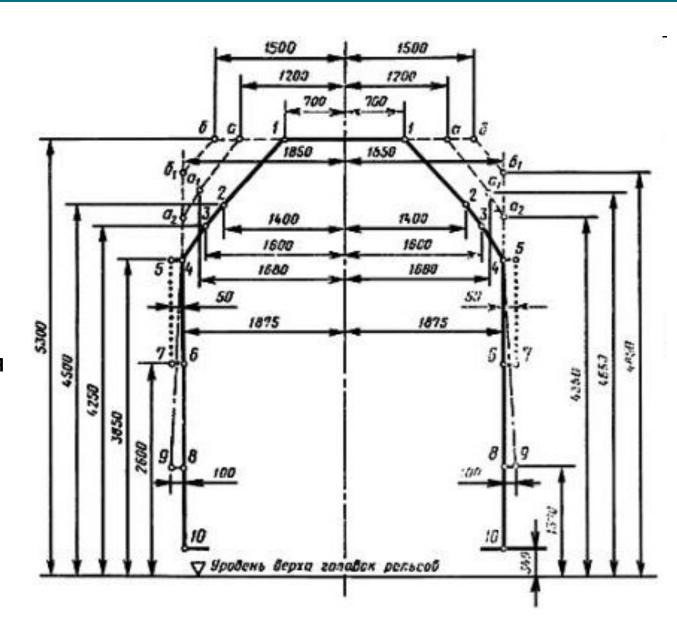
ГОСТ 9238-83 ГАБАРИТЫ ПРИБЛИЖЕНИЯ СТРОЕНИЙ И ПОДВИЖНОГО СОСТАВА ЖЕЛЕЗНЫХ ДОРОГ КОЛЕИ 1520 (1524) мм



Габарит подвижного состава Т

FOCT 9238-83

ГАБАРИТЫ ПРИБЛИЖЕНИЯ СТРОЕНИЙ И ПОДВИЖНОГО СОСТАВА ЖЕЛЕЗНЫХ ДОРОГ КОЛЕИ 1520 (1524) мм



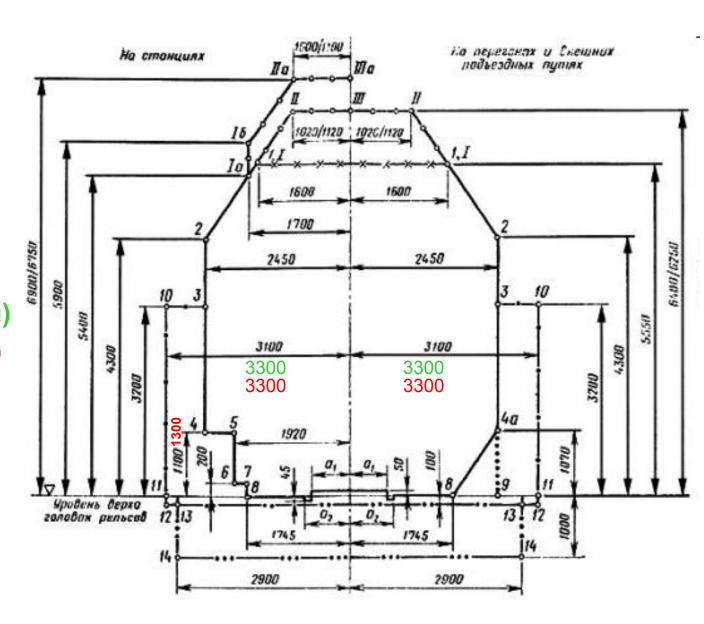


Габариты приближения строений

С (до 160 км/ч)

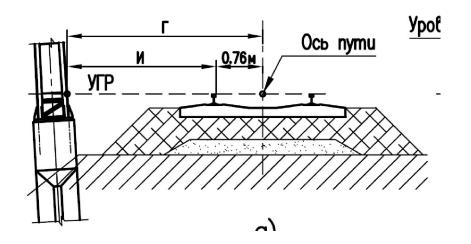
Сск (161-200 км/ч)

С250 (>200 км/ч)

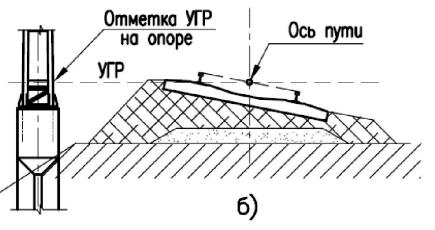


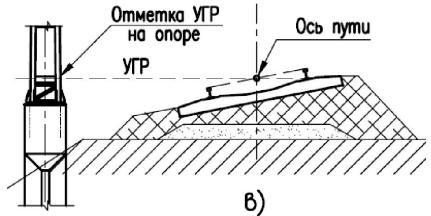


Габариты опор



Габарит опоры (Г) — это поперечное (перпендикулярное оси пути) расстояние от оси пути до ближайшей грани опоры на уровне головок рельсов.





Универсал – контактные сети

ПУТЭКС:

2.2.8. Расстояние от оси крайнего пути до внутреннего края фундаментов или опор контактной сети на перегонах и железнодорожных станциях должно быть не менее 3,1 м,

а в снегозаносимых выемках и на выходах из них на длине 100 м не менее 5,7 м.

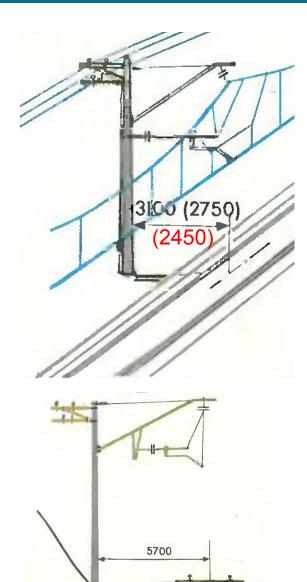
На участках железных дорог до обновления и реконструкции и в особо трудных условиях, кроме снегозаносимых выемок, допускается уменьшение этого расстояния до 2,45 м на железнодорожных станциях и 2,75 м - на перегонах.

Отклонение при установке опор контактной сети от проектного положения допускается только в сторону увеличения, но не более чем на 150 мм.

На кривых участках пути указанные расстояния увеличиваются в соответствии с габаритным уширением.

Опоры контактной сети должны устанавливаться вне пределов кюветов.

В выемках опоры контактной сети следует устанавливать за пределами кюветов с полевой стороны.



Универсал – контактные сети



ПУТЭКС:

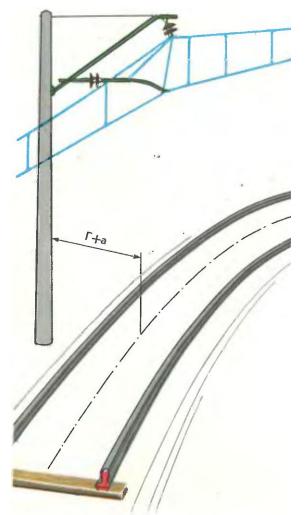
V>160 км/ч

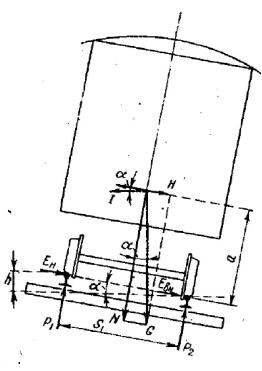
2.2.9. При новом строительстве, обновлении и реконструкции контактной сети на участках, где предусматривается скорость движения поездов 161-200 км/ч, расстояние от оси крайнего пути до внутреннего края фундаментов или опор должно быть 3,3 м, а при необходимости увеличенный габарит определяется проектом.

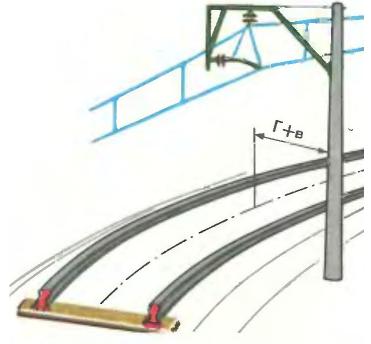
Отклонение от этих норм допускается только в сторону увеличения, но не более чем на 100 мм.



Увеличение габаритов опор на кривых







$$I = \frac{mv^2}{R} = \frac{Gv^2}{gR}$$



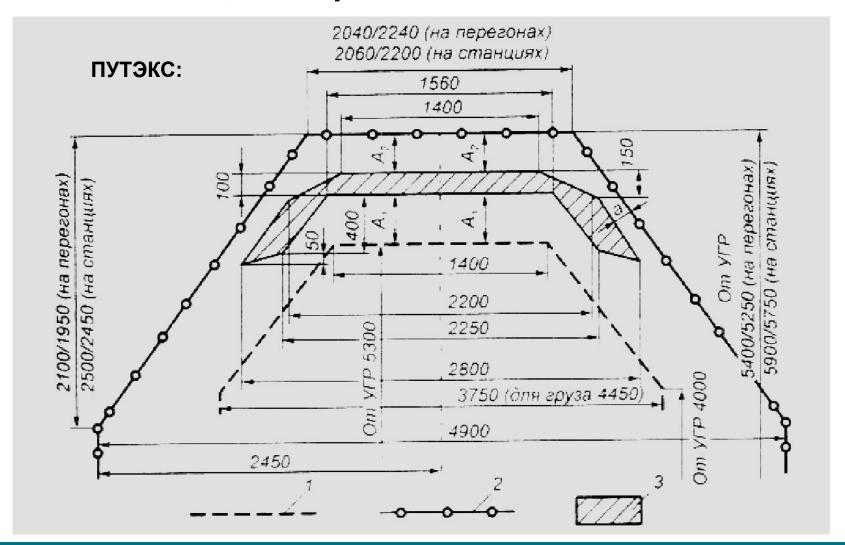


Проектные нормы увеличения горизонтальных расстояний от оси пути до внутреннего края опор контактной сети по Инструкции по применению габаритов приближения строений ГОСТ 9238-83 №ЦП/4425

	Расче	Расчетные		Увеличения горизонтальных расстояний, мм							
Радиус	возвышения наружного рельса, мм		С наружной стороны кривой (при любом возвышении наружного рельса)	С наружной стороны кривой (при любом возвышении наружного рельса), мм							
кривой. М	для скоростей скер	REEL	При расположении опор в прямых участках пути на расстоянии от оси пути, мм								
		скоростей движения	2450	2450 2750		-3100	5700				
		161-200км.ч	2750-3100	для скоростей движения:							
			5700	до 160кмич	161-200км-ч	до 160км/ч	161-200км ч	до 160км/ч	161-200km		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
-000	60(15/15)	75	10	140(40/40)	200	105(25/25)	145	25(10-10)	35		
3000	80(20/20)	95	10	205(40/40)	260	150(30/30)	190	40(15/15)	50		
2500	100(25/25)	115	15	260(70/70)	315	190(50/50)	230	55(20/20)	65		
2000	120(30/30)	145	20	320(75/75)	400	235(55/55)	295	70(20/20)	90		
1800	135(30/30)	150	20	375(75/75)	400	275(55/55)	295	85(25/25)	90		
1500	160(40 40)		25	430(110/110)	430	320(80/80)	320	100(25/25)	100		
1200	160(50/50)		30	440(140/140)		325(105/105)		105(35/35)			
1000	160(60/60)		35	445(175/175)		330(130/130)	1 1	110(50/50)			
800	160(70/70)		45	450(210/210)		340(160/160)	1	120(65/65)			
700	160(85.80)		50	460(270/240)		345(205/185)	1	125(80/75)			
600	160(95/80)		60	465(305/250)		355(235/195)		135(100 85)			
500	160(115/80)	160	70	480(370/265)	440	365(285/205)	325	145(120.95)	105		



Расстояния между сооружениями, устройствами контактной сети, токоприемниками и подвижным составом



Универсал – контактные сети



ПУТЭКС:

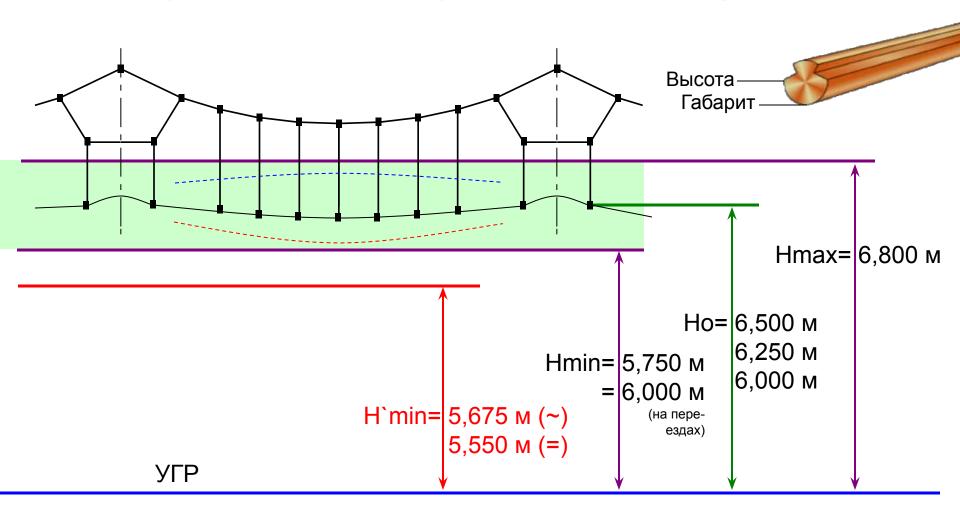
Таблица 2.2.3

	Вертикал	ьный воз-	Вертикальн	ный воздуш-	Боковой в	оздушный
	душный за	зор между	ный зазор между час-		зазор между частями	
	габаритом подвижно-		тями контактной сети,		токоприемника, нахо-	
Напряже-	го состава	и наиниз-	находящ	имися под	дящимися	под напря-
ние кон-	шим пол	ожением	напряжени	ем, и зазем-	жением, и	заземлен-
тактной	контактного провода,		ленными частями со-		ными частями соору-	
сети, кВ	А1, мм		оружений, А2, мм		жений, а, мм	
	номиналь- ный	наимень- ший до- пустимый	номиналь- ный	наимень- ший до- пустимый	номиналь-	наимень- ший до- пустимый
3	450	250	200	150	200	150
25	450	375	350	300	250	200

Примечание. Наименьшие допустимые нормы могут применяться на существующих искусственных сооружениях с разрешения МПС России.

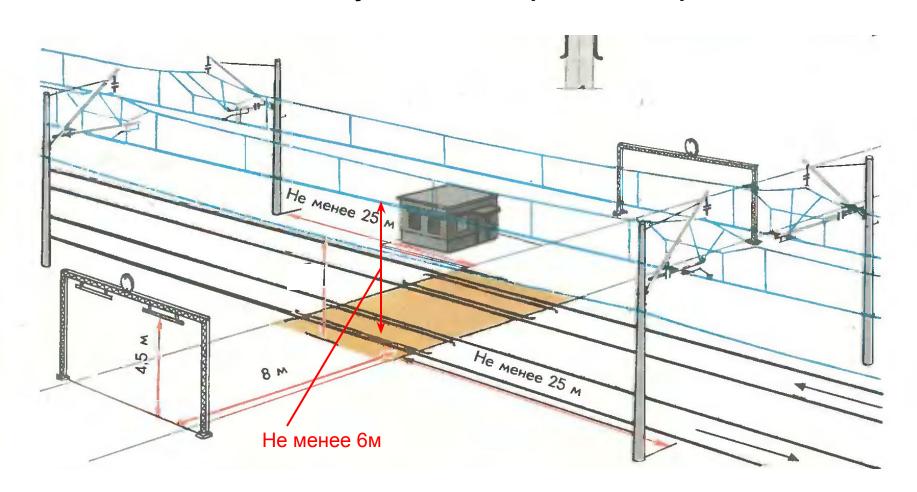


Вертикальный габарит контактного провода

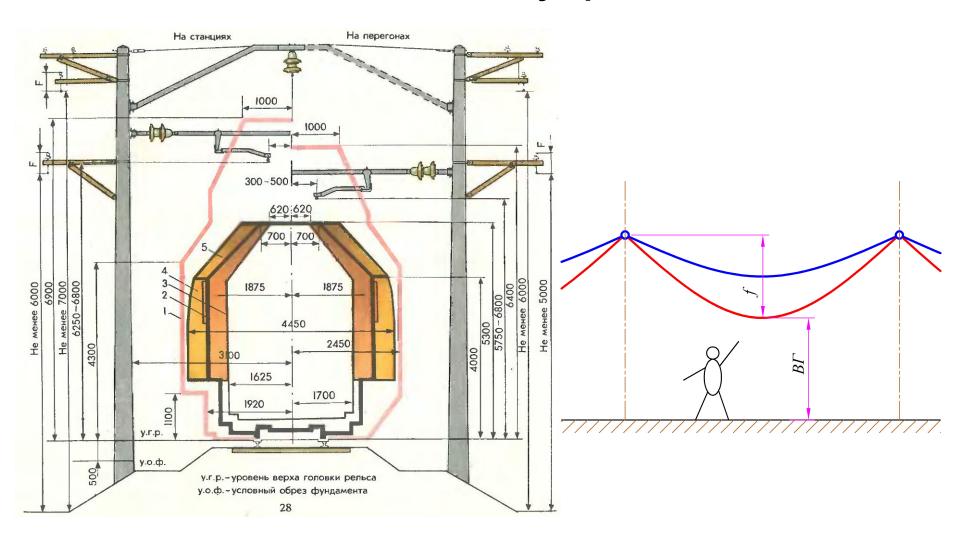




Минимально допускаемый габарит КП на переездах



Расстояния от проводов до земли и сооружений. Расстояния между проводами







ПУТЭКС:

		Табл	тица 2.2.2			
	Наименьшее расстояние от проводов (кабелей), м					
Наименование объектов пересечения или сближения	ВЛ 0,4 кВ, отсасывающих, обратного тока, экранирующих, волновода, волоконно-оптической линии связи, группового заземления	ВЛ 10(6) кВ, питающих и усиливающих линий 3 кВ	ВЛ 35 кВ, ДПР, пи- тающих и			
Поверхность земли:		_	_			
в населенной местности	6	7	7			
в непаселенной местности	5	6	6			
и в пределах искусствен-						
ных сооружений		_	_			
в труднодоступных местах	4	5	5			
в недоступных местах	1	2,5	3			
Головки рельсов неэлек-	7,5	7,5	7,5			
трифицированного пути		**************************************	100			
Поверхность автомобиль-	7	7	7			
ной дороги		0	*			
Несущий трос или верхний	2	2	2			
провод ВЛ, подвещенный			~			
на опорах контактной сети						
Провод троллейбусных и	1,5	3	3			
трамвайных линий						

Универсал – контактные сети



Населенная местность - городская черта с перспективой развития на 10 лет, курорты, поселки, населенные пункты, железнодорожные

станции.

Ненаселенная местность - незастроенная местность, редко стоящие строения, перегоны, включая остановочные пункты.

Труднодоступные места - недоступные для транспорта и машин, откосы насыпей и выемок.

Недоступные места – **склоны гор, скал, утесов.**

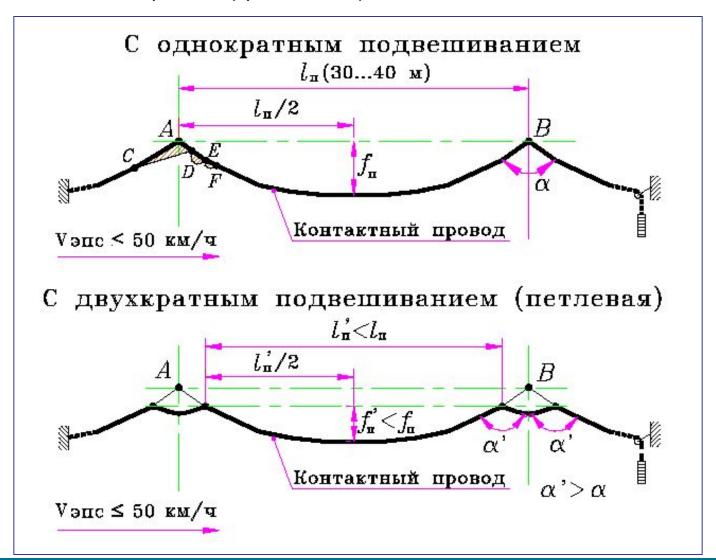






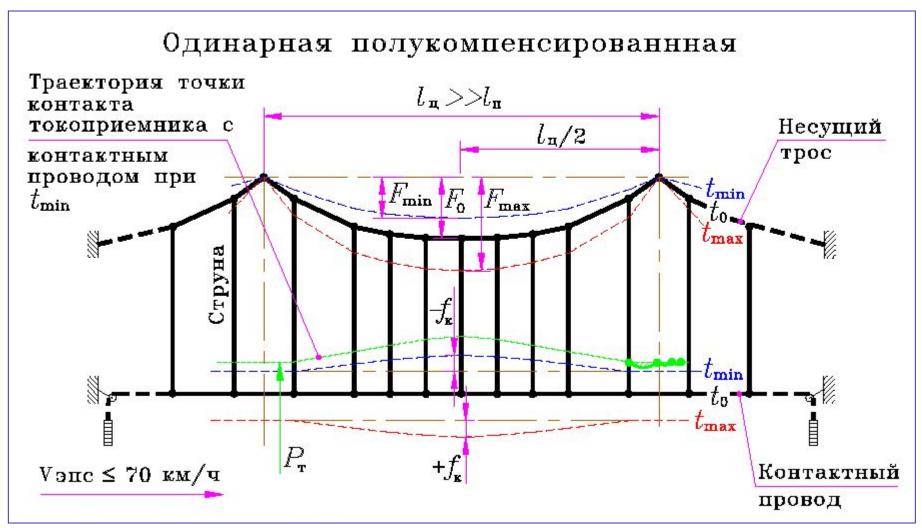
Эволюция конструкций контактных подвесок

Простые (трамвайные) контактные подвески

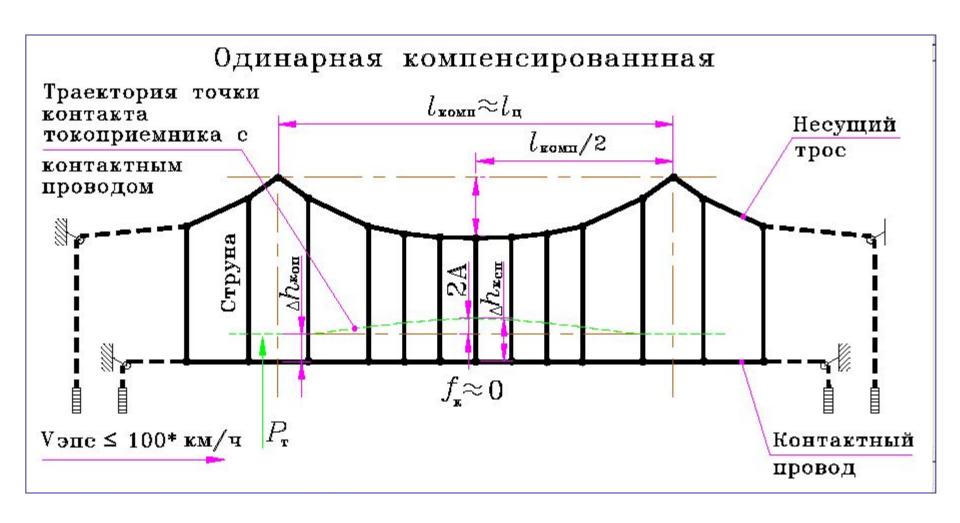




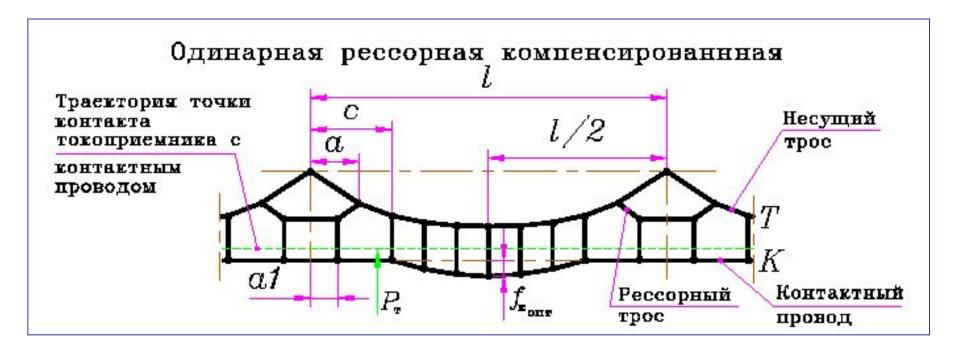
Цепные контактные подвески



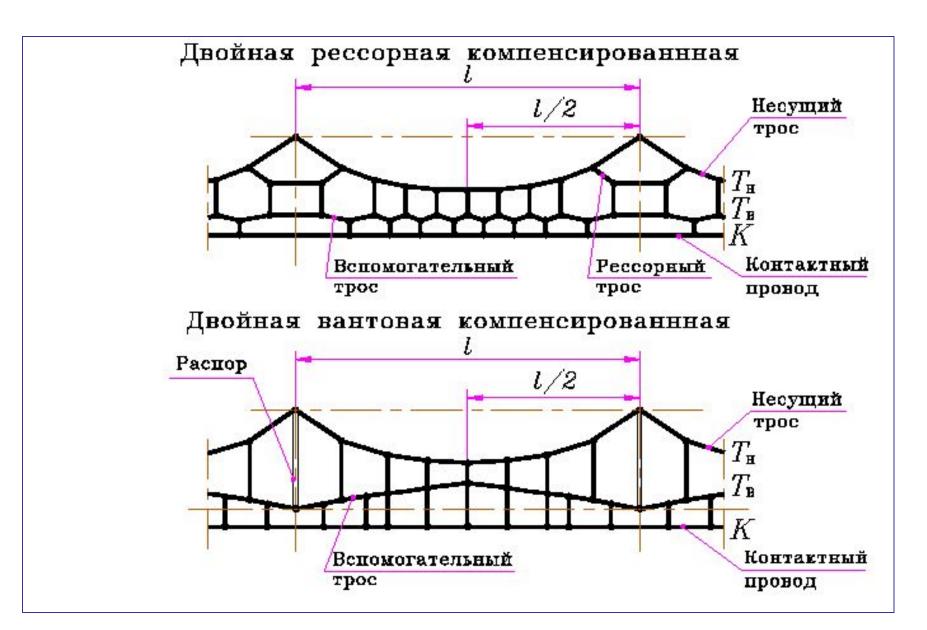














Классификация контактных подвесок

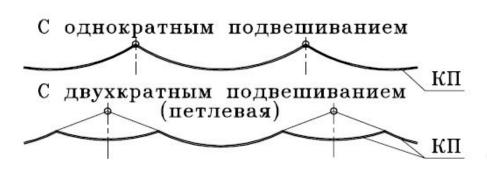
Контактные подвески

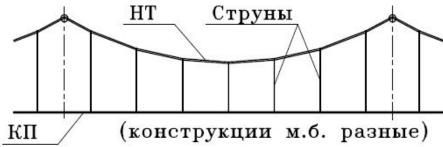
Простые

КП подвешивается непосредственно к поддерживающим конструкциям:

Цепные

КП подвешивается к НТ с помощью струн (иногда через вспомогательный трос), а НТ крепится к поддерживающим конструкциям:





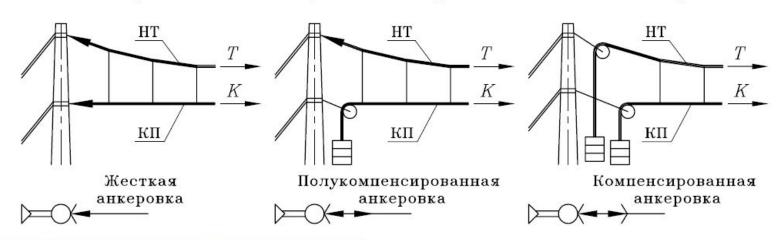
По способу подвешивания контактного провода:



По способу регулирования натяжения проводов:

Цепные контактные подвески

Некомпенсированные Полукомпенсированные Компенсированные





По конструкции опорного узла:

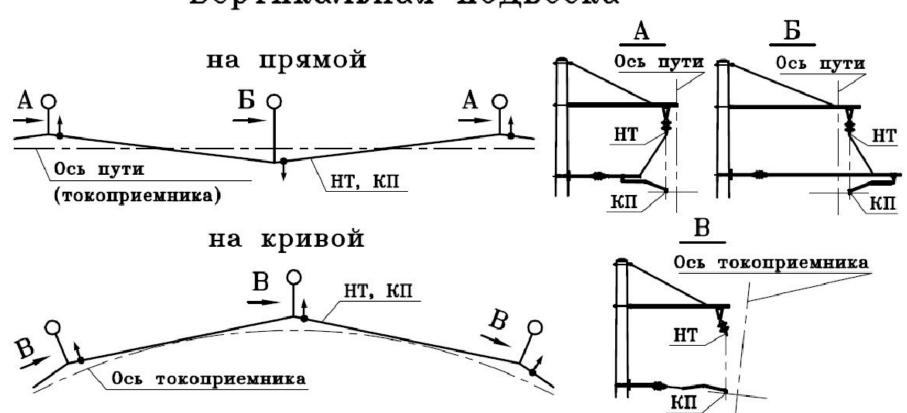


По расположению проводов в плане:

Цепные контактные подвески

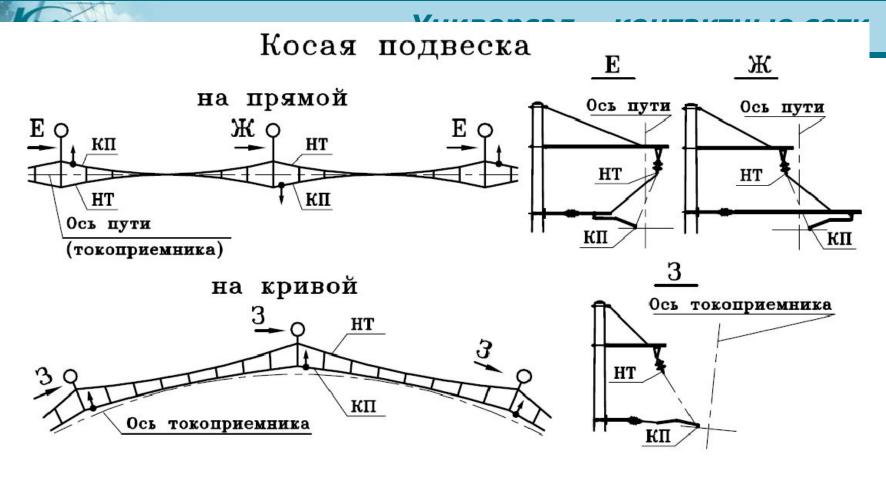
Вертикальные Полукосые Косые Ромбовидные

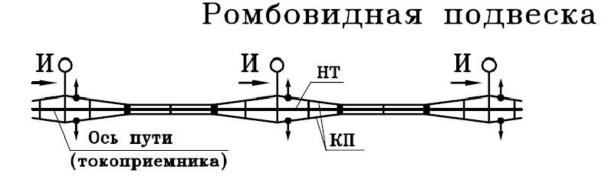
Вертикальная подвеска

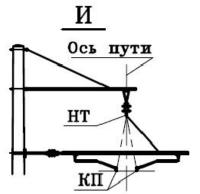










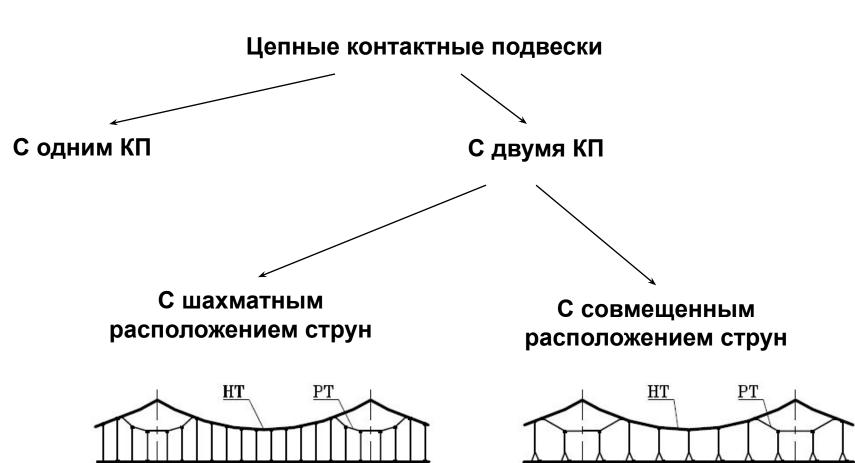


6)

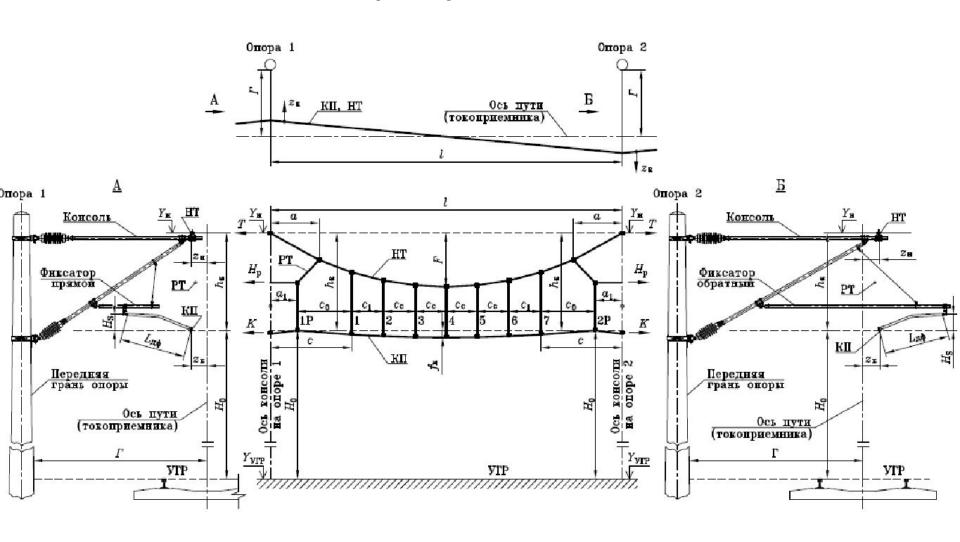


По числу КП и способу их подвешивания:

a)

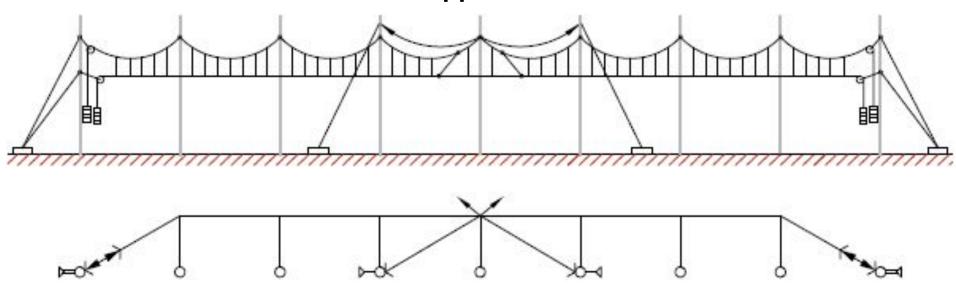


Основные параметры контактных подвесок

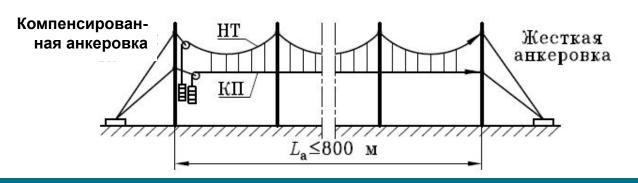




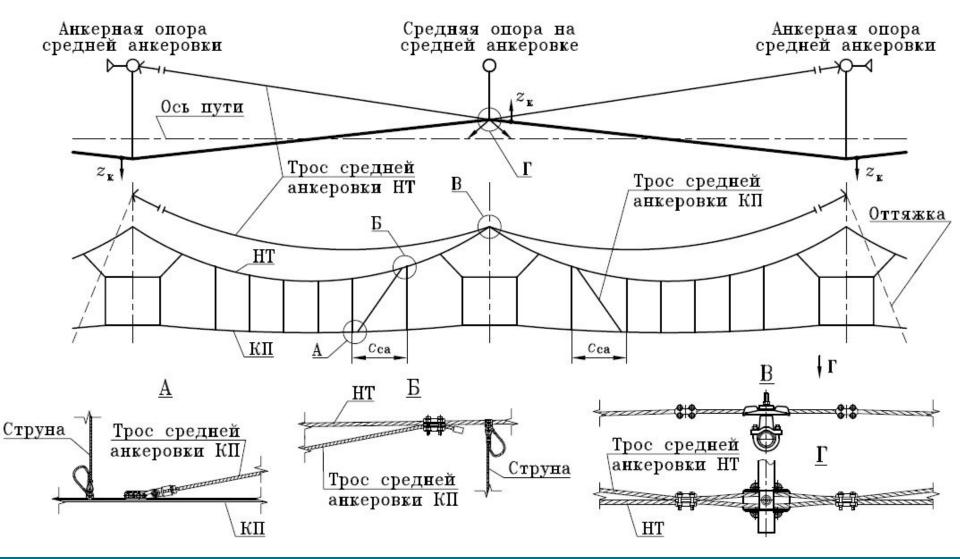
Анкерный участок компенсированной контактной подвески

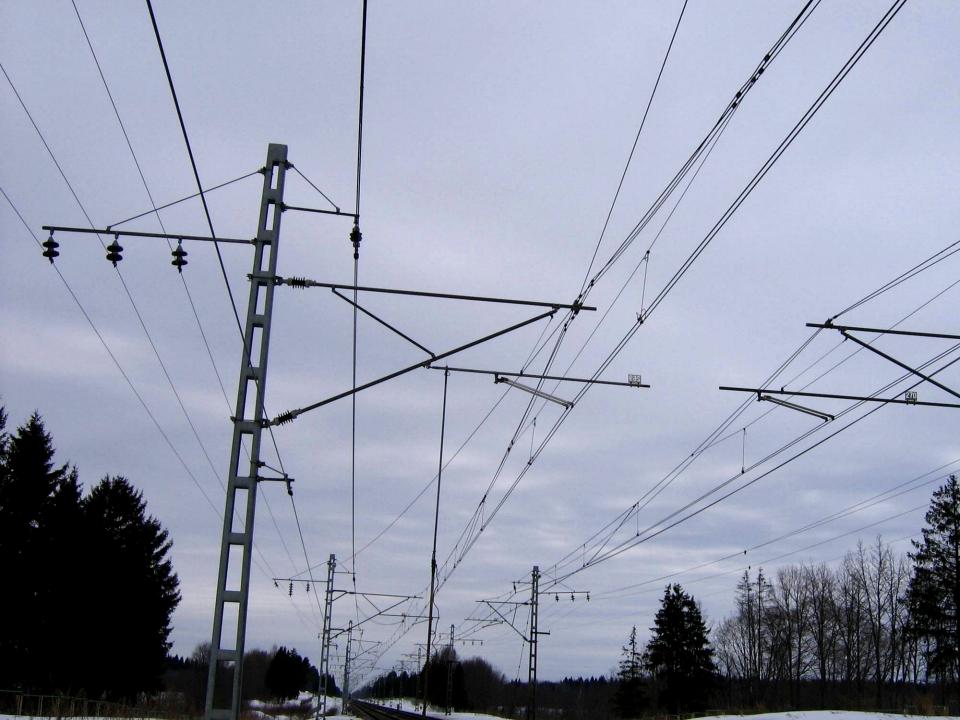


Вариант без средней анкеровки:



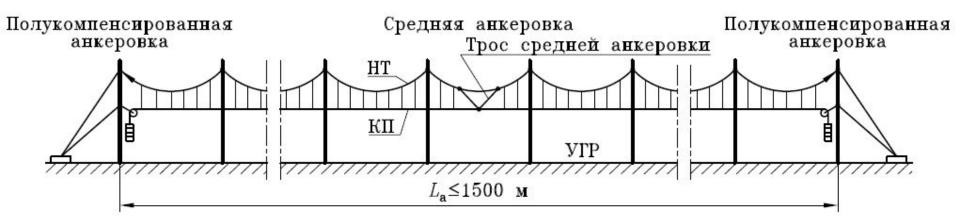
Средняя анкеровка компенсированной контактной подвески



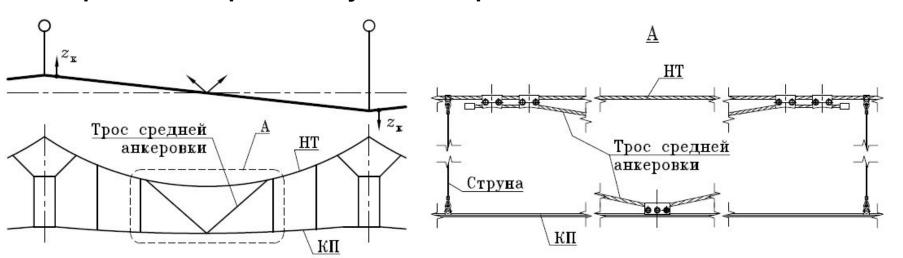




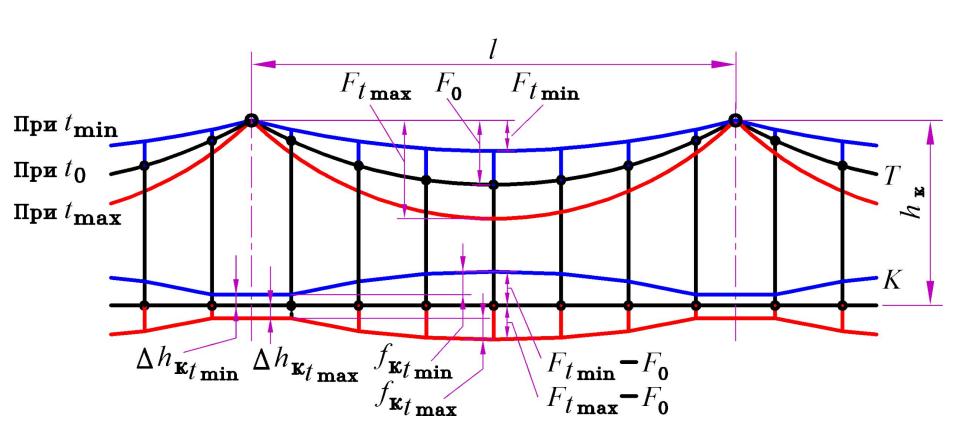
Анкерный участок полукомпенсированной контактной подвески



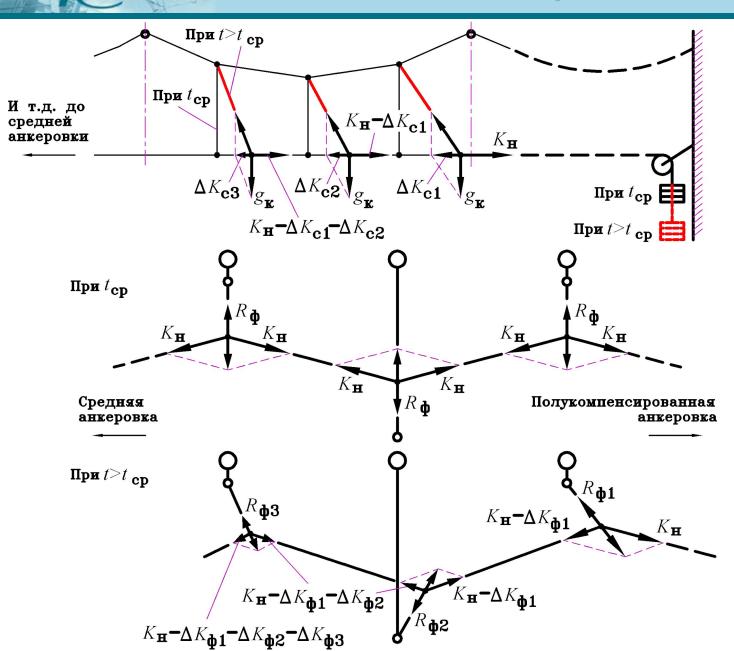
Средняя анкеровка полукомпенсированной контактной подвески



Изменение положения проводов полукомпенсированной контактной подвески при изменении температуры



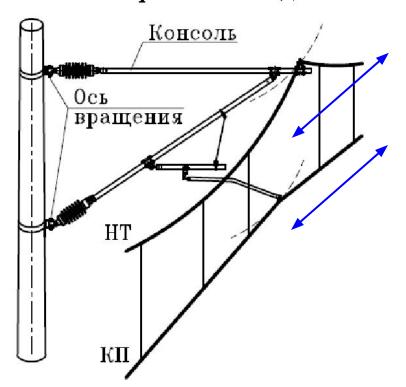
Универсал – контактные сети



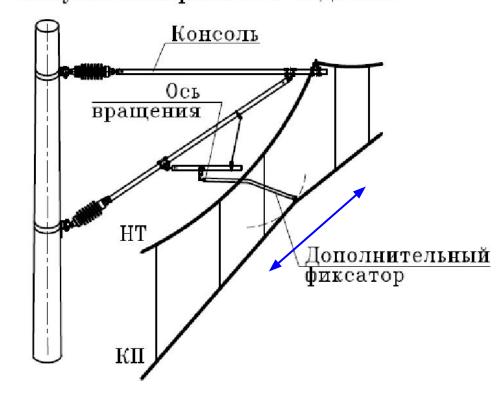
Изменение натяжения КП полукомпенсированной контактной подвески при изменении температуры

Перемещение консолей и фиксаторов при изменении температуры при компенсированной и полукомпенсированной контактной подвеске

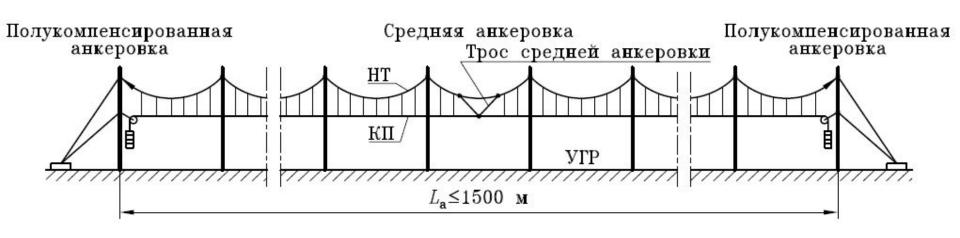
Компенсированная подвеска

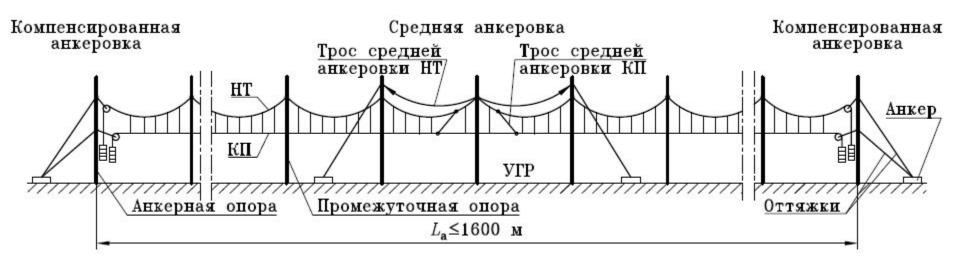


Полукомпенсированная подвеска

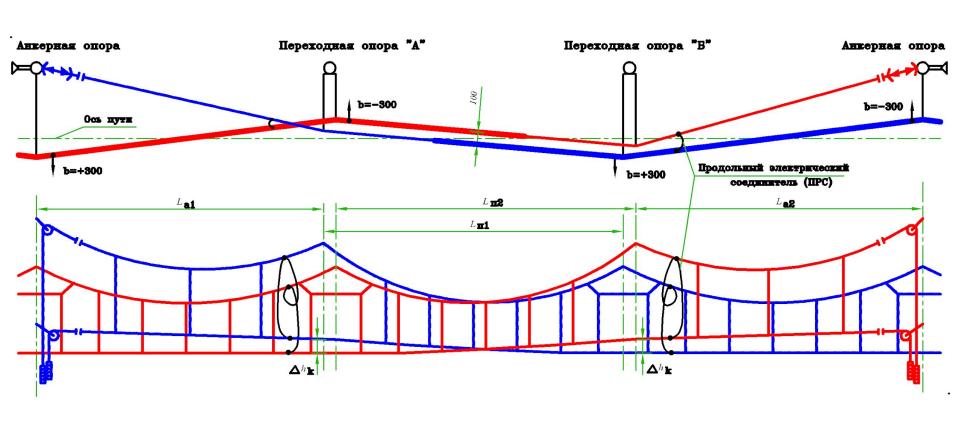


В чем достоинства и недостатки полукомпенсированной и компенсированной подвески?





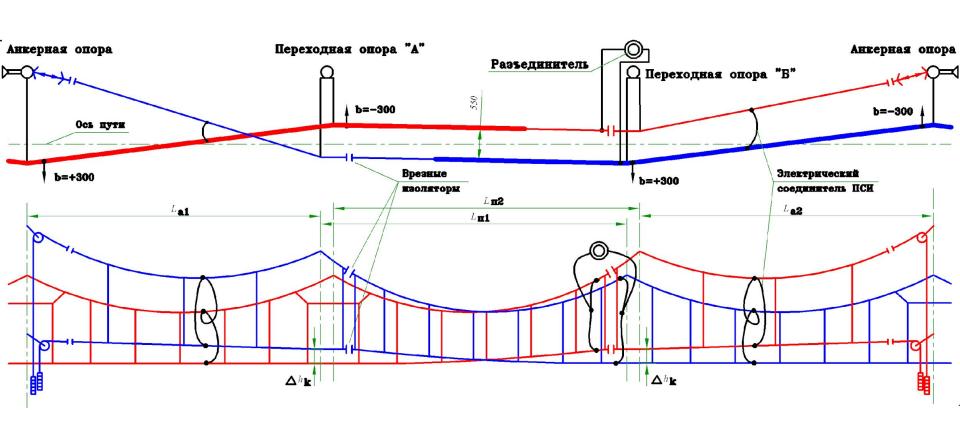
Трехпролетное сопряжение контактных подвесок без секционирования





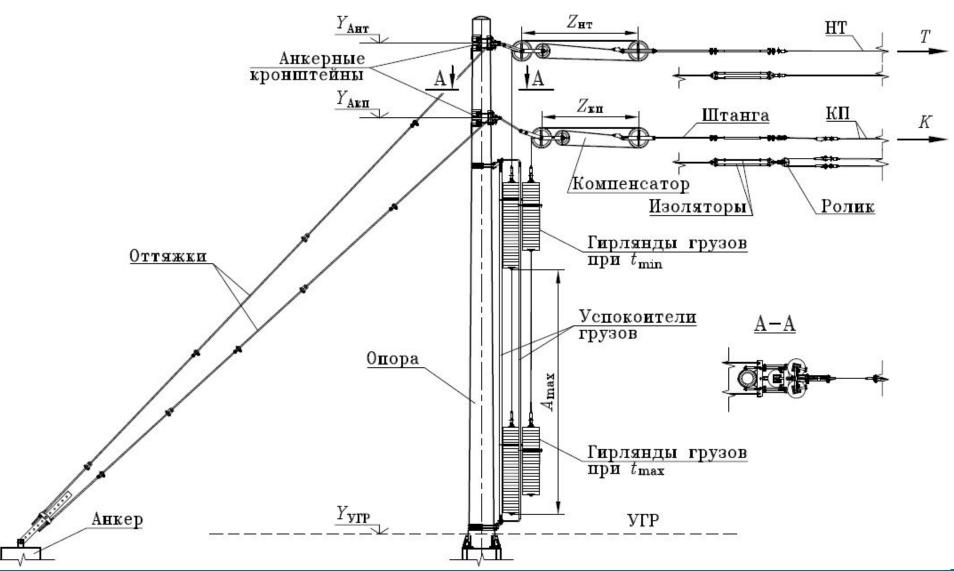
Универсал – контактные сети

Трехпролетное сопряжение контактных подвесок с секционированием



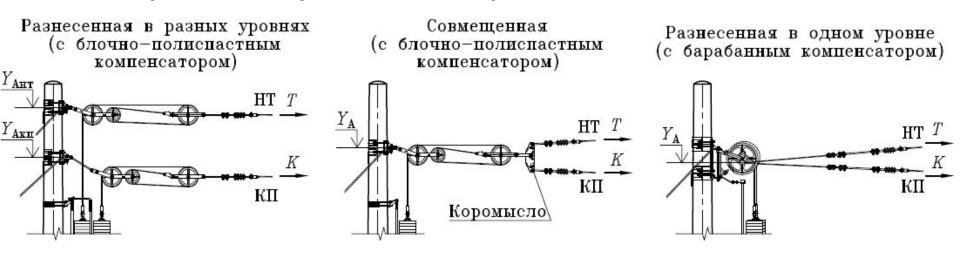


Анкеровка компенсированной контактной подвески

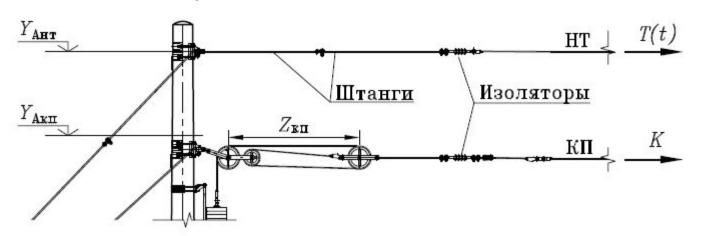




Варианты анкеровок компенсированной контактной подвески

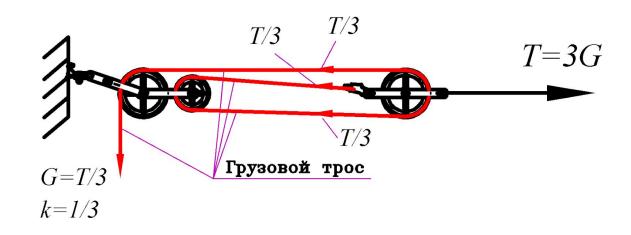


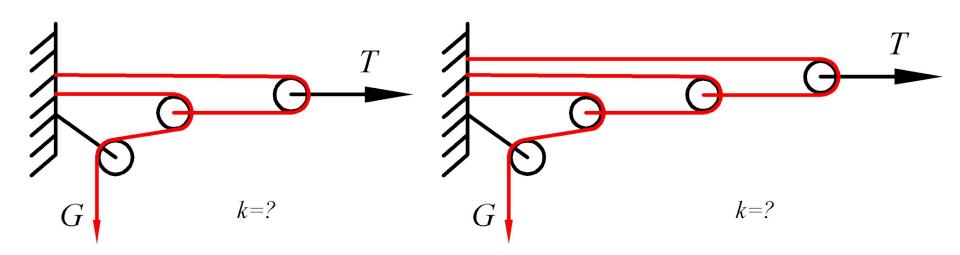
Анкеровка полукомпенсированной контактной подвески





Коэффициент передачи грузокомпенсатора

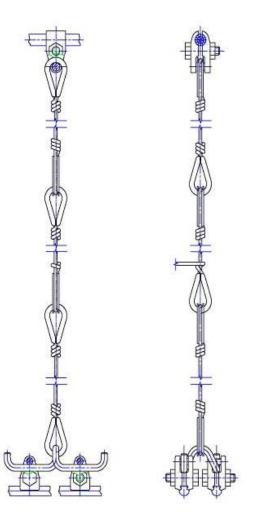




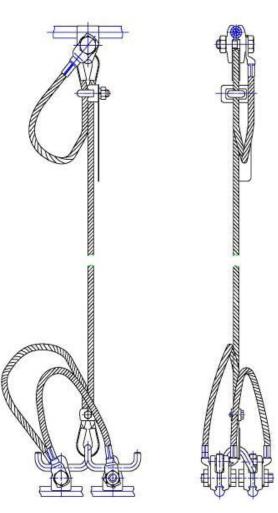


Струны контактной подвески

Звеньевая



Токопроводящая

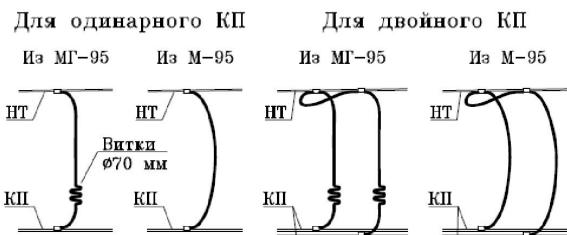






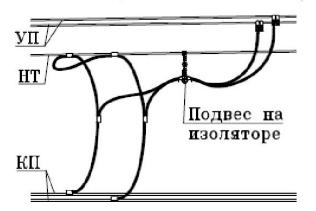
Электрические соединители

ПС



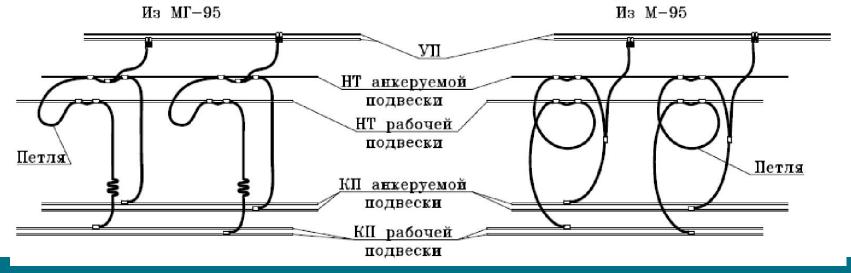
(Вариант для двойного КП из М-95 с подключением к 2 УП)

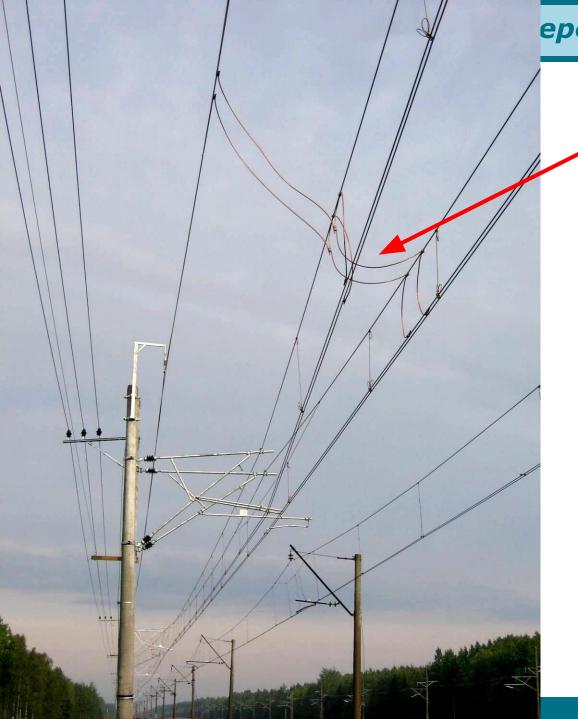
ПСП



ПРС

(Вариант для двойного КП с подключением к двум УП)



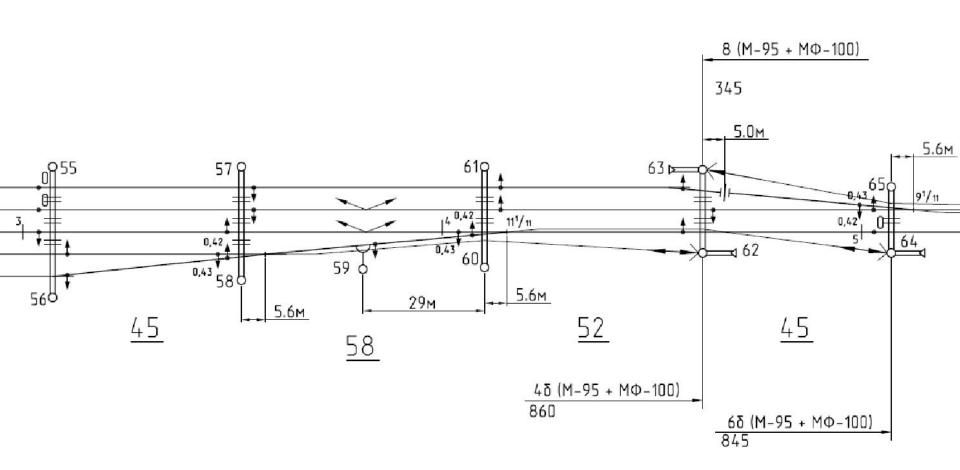


ерсал – контактные сети

ПРС

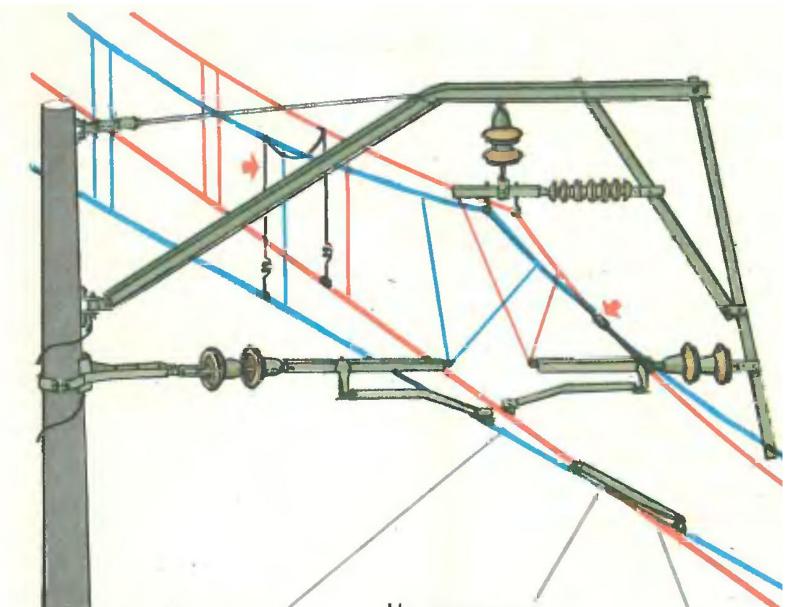


Воздушные стрелки





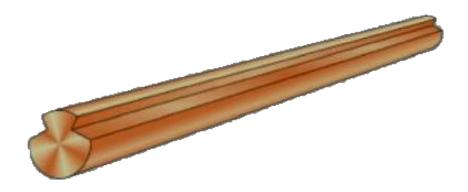






1.5. Провода и тросы

Контактные провода (КП)

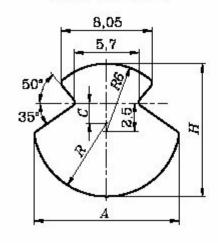


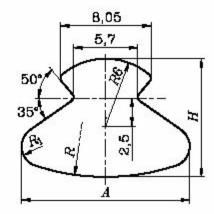
Основные требования к КП:

- 1. Высокая механическая прочность.
- 2. Износостойкость (твердость).
- 3. Высокая электропроводность.
- 4. Термоустойчивость.

Фасонный

Фасонный овальный





Обозначения КП:

МФ-100

площадь сечения (85, 100, 120, 150 мм 2); профиль (Ф — фасонный, ФО — фасонный овальный);

материал (М – медный, Нл – низколегированный, Бр – бронзовый. Для бронзовых и низколегированных может указываться процент легирующей добавки. Например, БрКд1,0 — бронзовый, легированный кадмием 1,0%.

Пример: $\mathbf{H}_{\mathbf{J}}\mathbf{O}_{\mathbf{J}\mathbf{O}_{\mathbf{J}}\mathbf{O}_{\mathbf{J}}\mathbf{O}_{\mathbf{J}}\mathbf{O}_{\mathbf{J}}\mathbf{O}_{\mathbf{J}}\mathbf{O}_{\mathbf{J}}\mathbf{O}_{\mathbf{J}}\mathbf{O}_{\mathbf{J}}\mathbf$



Несущие тросы, усиливающие провода, другие провода различного назначения





Проволока

Монометаллическая

Медная, бронзовая, стальная, алю-миниевая.

Биметаллическая

Сталемедная (БСМ), сталеалюминиевая (БСА).





Обозначение биметаллических проволок:

4БСМ1

тип (у БСМ определяет соотношение металлов в сечении: «1» — медная оболочка составляет 10% радиуса, «2» — около 7%);
 материал и конструкция (например, БСМ – биметаллическая сталемедная);
 диаметр в мм.



Неизолированные многопроволочные провода

Монометаллические

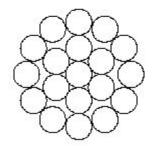
Медные (М), бронзовые (Бр), алюминиевые (А)

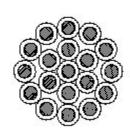
Биметаллические

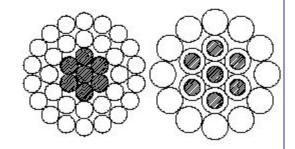
Сталемедные $(\Pi ECM),$ стальные (С), сталеалюминиевые (ПБСА)

Комбинированные

Сталеалюминивые (АС, АПБСА) и др.







Обозначения многопроволочных проводов:

M - 95

проводов — площади сечения алюминия/стали); материал и конструкция.

Примеры:

БрГ-35 — бронзовый гибкий сечением 35 мм^2 ;

ПБСМ1-95 — провод биметаллический сталемедный из проволок БСМ1 сечением 95 мм²;

АС-35/6,2 — комбинированный сталеалюминиевый, сечение алюминия 35 мм^2 , стали 6.2 мм^2 .

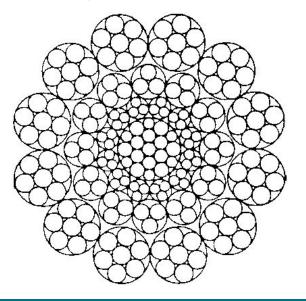




Универсал – контактные сети

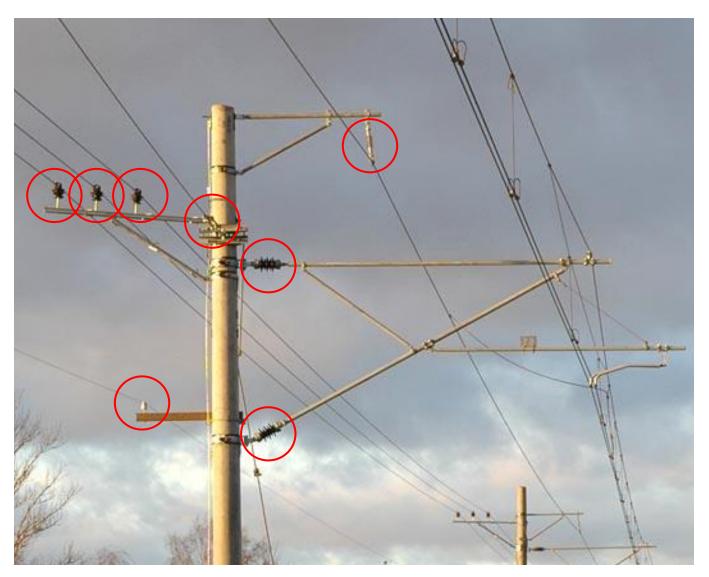


Грузовой трос фирмы Diepa





1.6. Изоляторы





Напряжения, воздействующие на изоляторы:

рабочее напряжение

(до 4 кВ на постоянном токе и до 29 кВ на переменном);

внутренние перенапряжения (возникают при включениях и отключениях различных элементов контактной сети, а также при аварийных режимах). Могут достигать приблизительно 3-х кратных значений по сравнению с рабочими напряжениями

атмосферные перенапряжения. При отсутствии специальных мер защиты могут достигать миллионов вольт. Время их воздействия очень мало (10-100 мкс).

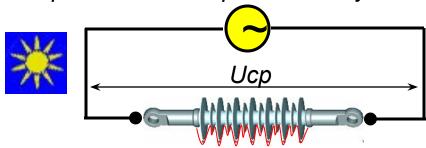
Принятый уровень изоляции должен, в соответствии с воздействующими на изоляцию напряжениями, защитными мерами и целесообразными запасами обеспечивать необходимую надежность. Такое согласование называется координацией изоляции.



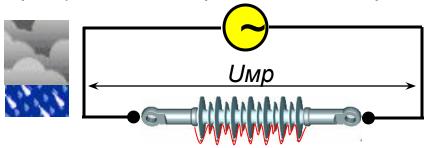
2. Основные характеристики изоляторов

Электрические

1. Сухоразрядное напряжение - напряжение промышленной частоты (50 Гц), приложенное к электродам изолятора, при котором по его сухой и чистой поверхности происходит искровой разряд. (Также используют параметр выдерживаемое напряжение в сухом состоянии).



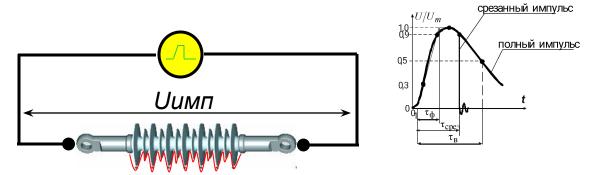
2. Мокроразрядное напряжение - то же при дожде (силой 3 мм/мин с удельным сопротивлением 10⁴ ом·см), направленным под углом 45° к оси изолятора. (Также: выдерживаемое напряжение под дождем).



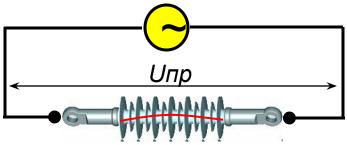




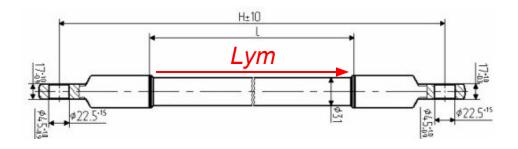
4. Импульсное разрядное напряжение - амплитуда стандартного грозового импульса **с формой 1,2/50 мкс** при котором происходит перекрытие изолятора по чистой и сухой поверхности с вероятностью 0,5. (Также используют параметр выдерживаемое импульсное напряжение).

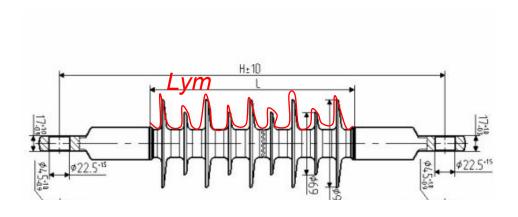


5. Пробивное напряжение - наименьшее напряжение промышленной частоты, при котором происходит электрический пробой через материал изолятора.



4. Длина пути тока утечки - наикратчайшее расстояние (огибающая) по контурам наружных изолирующих поверхностей между частями изолятора, находящимися под разными потенциалами.







Условия работы изоляторов в отношении электрической прочности определяют:

при рабочем напряжении – длина пути тока утечки (в случае загрязнения и увлажнения изолятора);

при внутренних перенапряжениях - мокроразрядное напряжение;

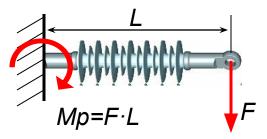
при атмосферных перенапряжениях – импульсное разрядное напряжение.

Механические (электромеханические)

1. Механическая разрушающая сила при растяжении («класс изолятора»)



2. Разрушающий изгибающий момент



Коэффициент запаса по механической прочности должен быть не менее:

5,0 – при средней эксплуатационной нагрузке;

2,7 – при наибольшей рабочей нагрузке.

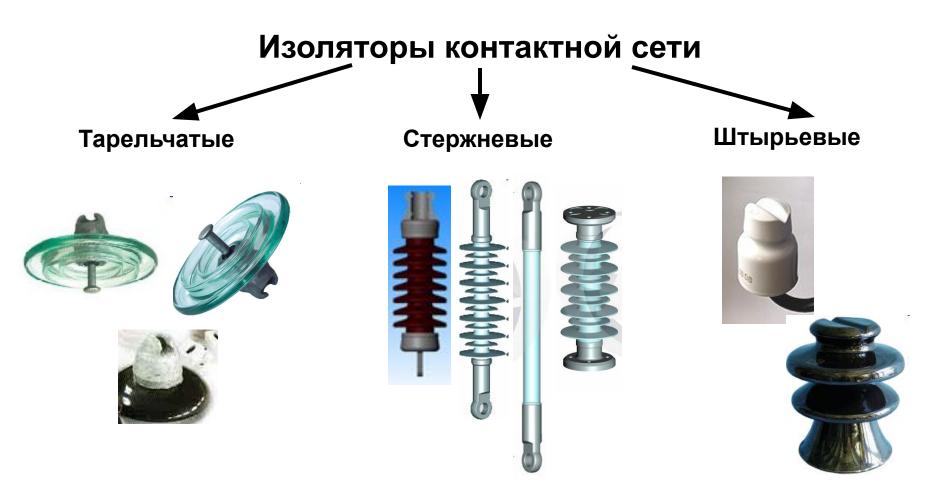
(п. 2.9.7 ПУТЭКС)

3. Классификация изоляторов

1. По материалу изоляционной детали



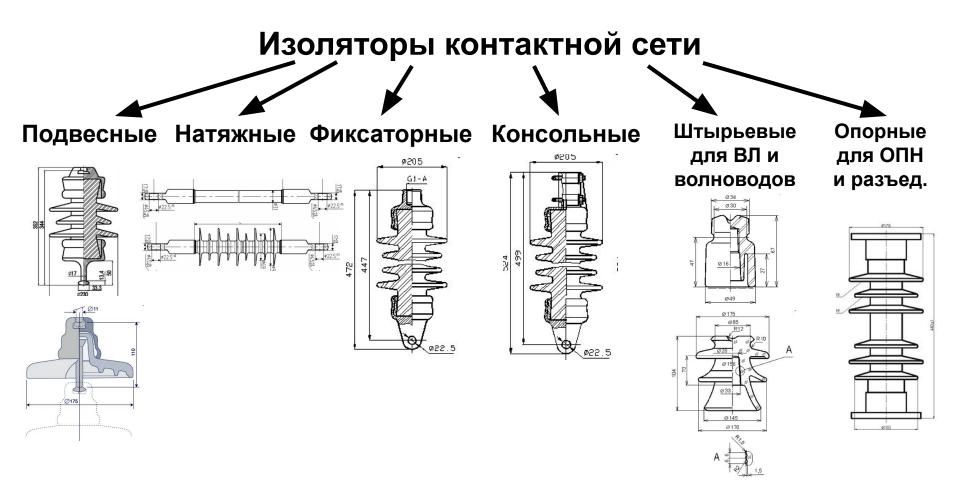
2. По конструктивному исполнению.



3. По геометрии изоляционной детали



4. По назначению



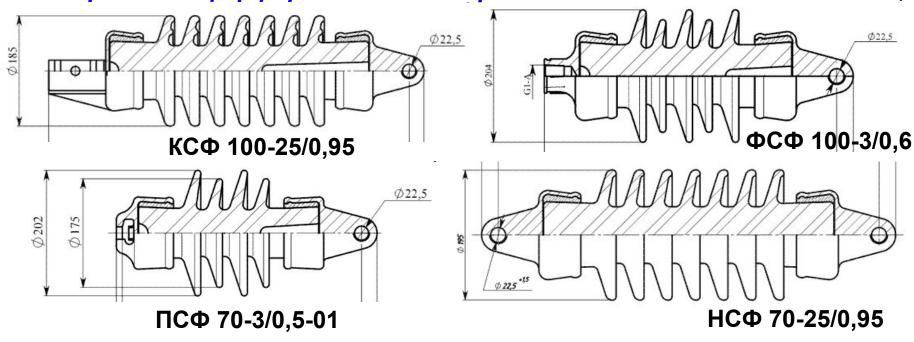


4. Конструкции изоляторов. Обозначения.

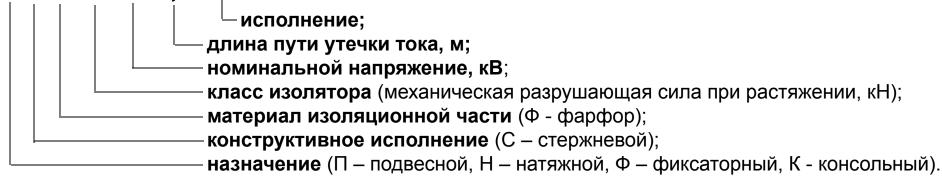




2. Стержневые фарфоровые изоляторы

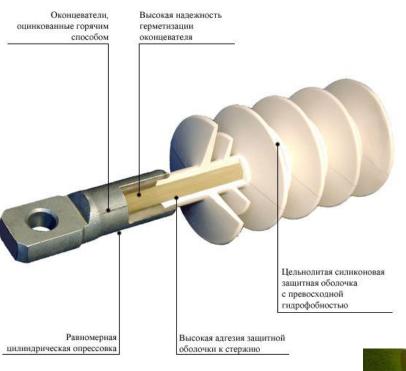






Универсал – контактные сети

2. Полимерные стержневые изоляторы



«Шашлычная» технология

Стойкость к воздействию солнечной радиации

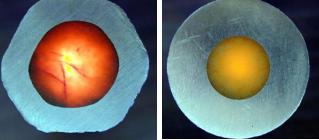
Энергия связи атомов различных полимеров

Трекинг-стойкость



Граница «стерженьзащитная оболочка»

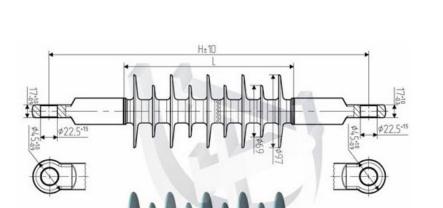


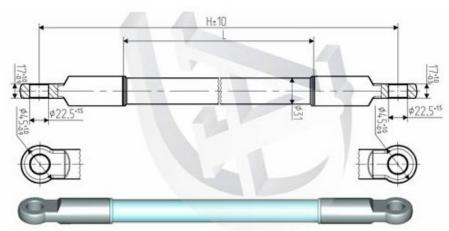






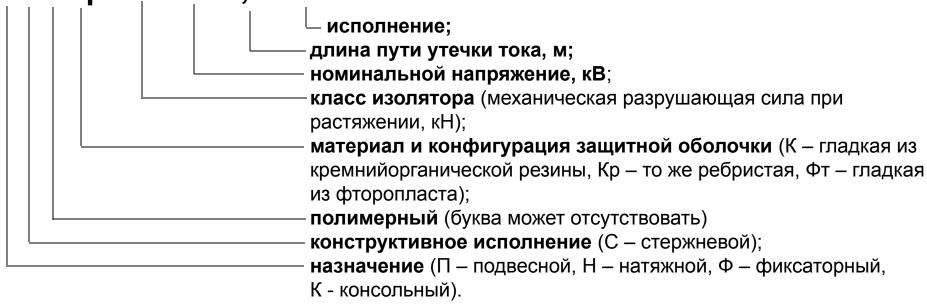
Универсал – контактные сети



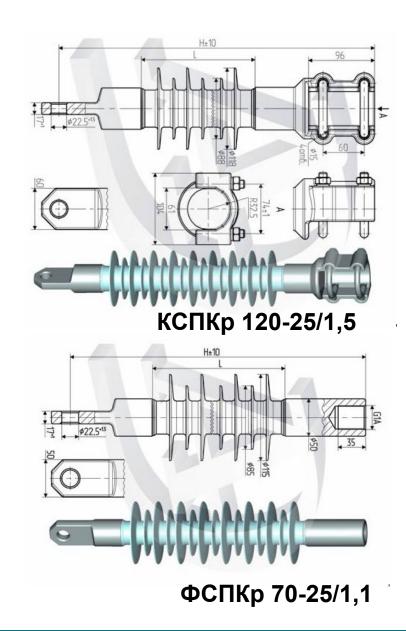


НСПКр 120-25/0,95-Б

НСПК 120-3/0,6







0.17.42 453.3.45

ПСПКр 120-25/1,1-В



1.7. Арматура контактной сети





Универсал – контактные сети



Опоры

(по назначению)

Промежуточные

Опоры, поддерживающие одну контактную подвеску

Переходные

Опоры на сопряжениях, поддеживающие две

подвески

Анкерные

на Воспринимают х, нагрузки от анкеруемых две проводов Фиксирующие

от Для фиксации от КП относительно оси пути без установки поддерживающих конструкций

Опоры

(по типу закрепляемых на опорах конструкций)

Консольные

С жесткими поперечинами С гибкими поперечинами

Опоры

(по материалу)

Железобетонные

Металлические

Опоры

(по способу закрепления в грунт)

Раздельные

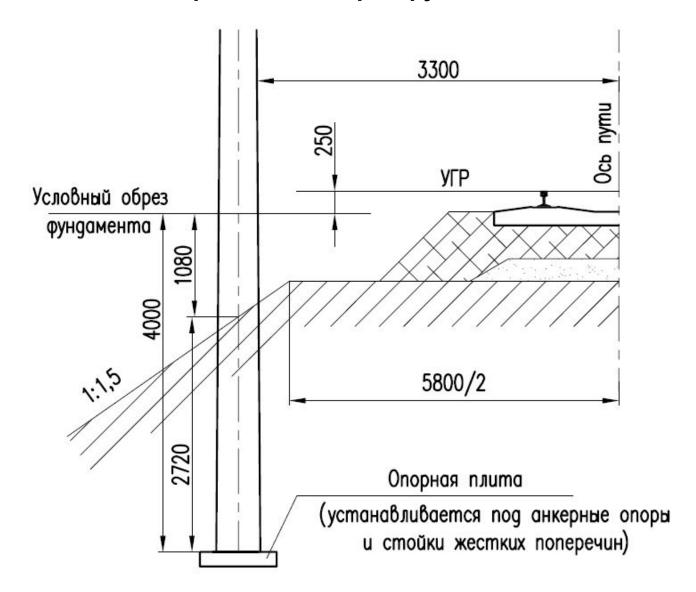
Нераздельные

Устанавливаемые на фундаментах

Устанавливаемые непосредственно в грунт



Закрепление опор в грунте







Консоли Классификация консолей

Консоли

(по количеству перекрываемых путей)

Однопутные

Двухпутные

В настоящее время применяются только в исключительных случаях

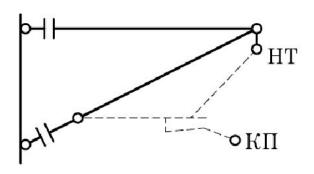
Консоли

(по наличию изоляции)

Неизолированные

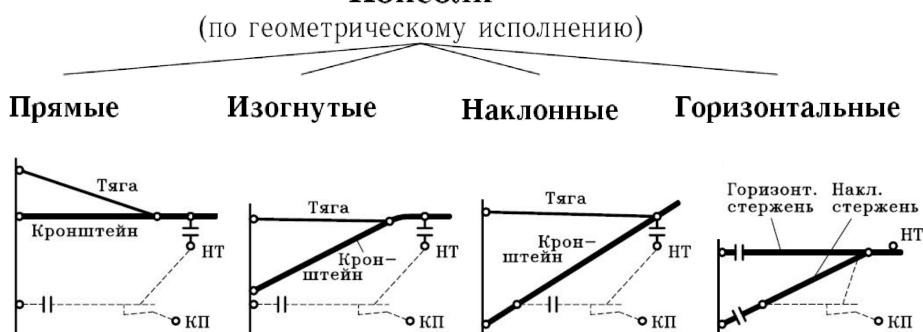
₹ HT

Изолированные





Консоли









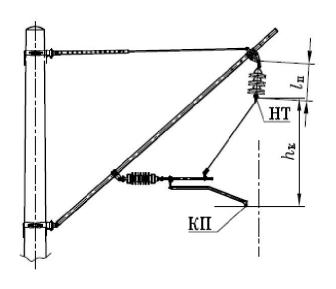


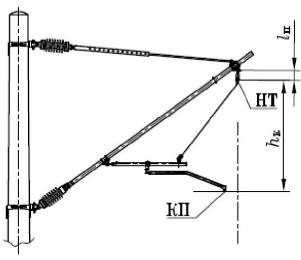
Консоли конструкции УКС

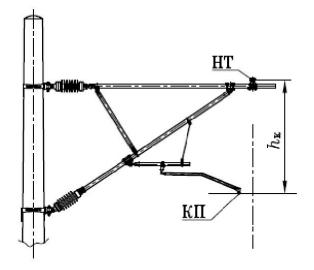
Наклонные неизолированные

Наклонные изолированные

Горизонтальные изолированные



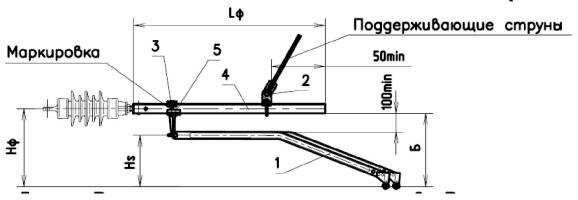




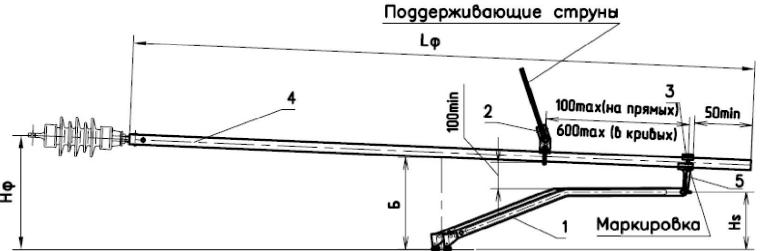


Фиксаторы

Сочлененный прямой

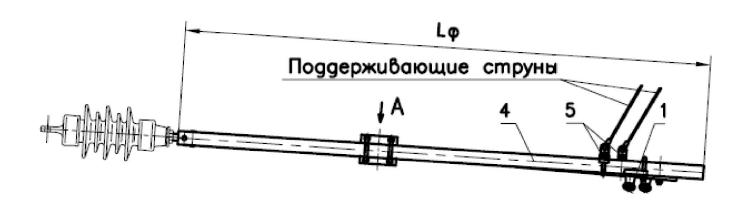


Сочлененный обратный

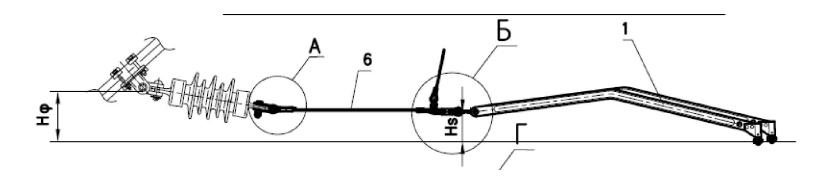




Анкерумой ветви



Гибкий





Жесткие поперечины

Жесткая поперечина балочного типа с консольными стойками





Жесткая поперечина балочного типа с освещением и с нижним фиксирующим тросом













Крепление ригеля к опоре

На оголовках

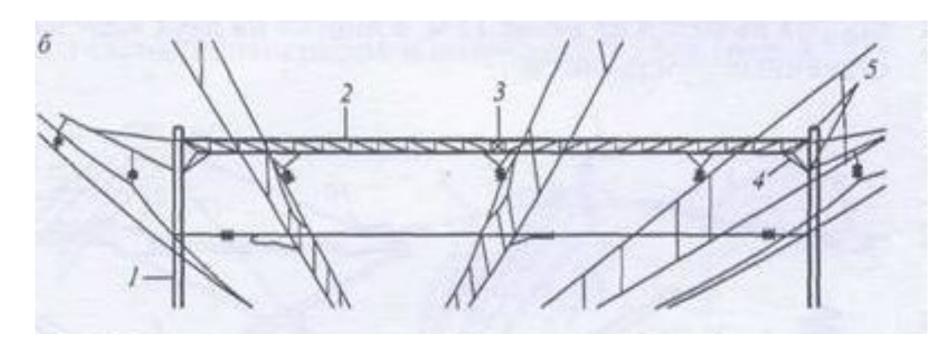


На столиках



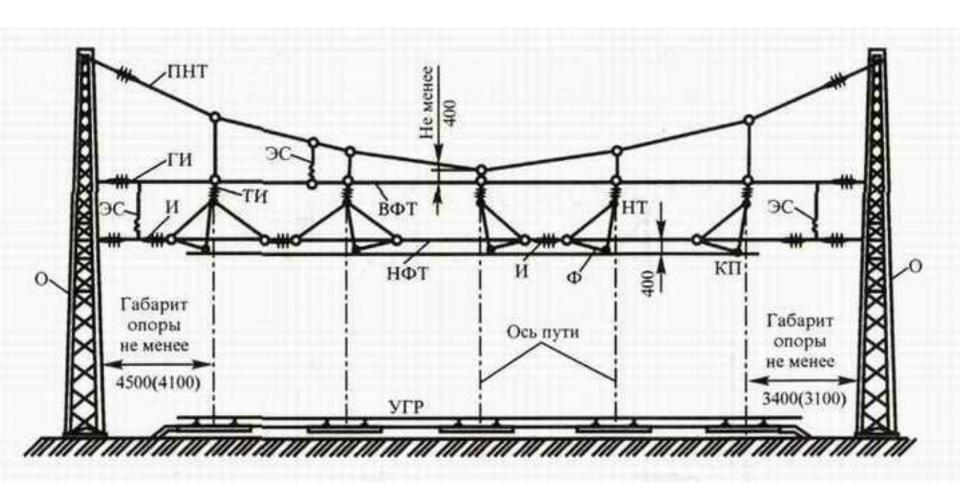


Жесткая поперечина рамного типа с нижним фиксирующим тросом

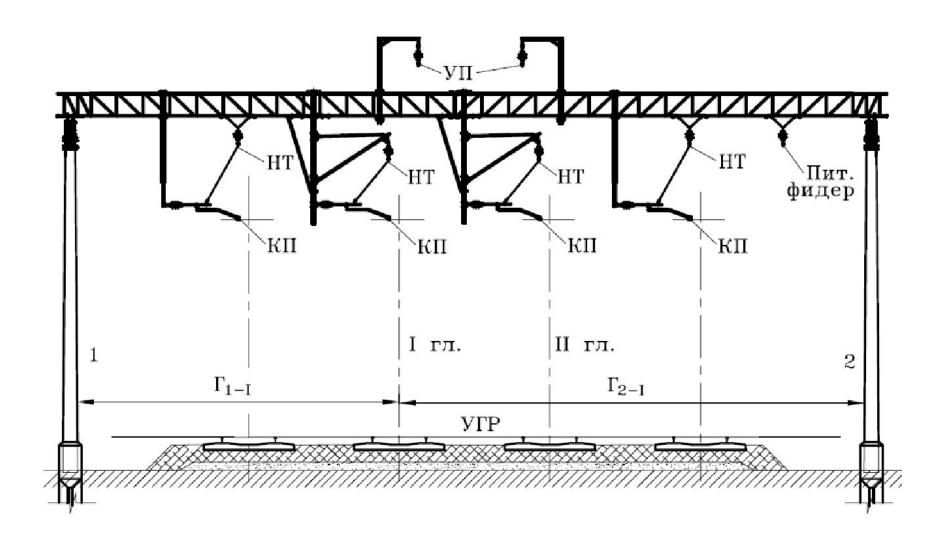




Гибкая поперечина

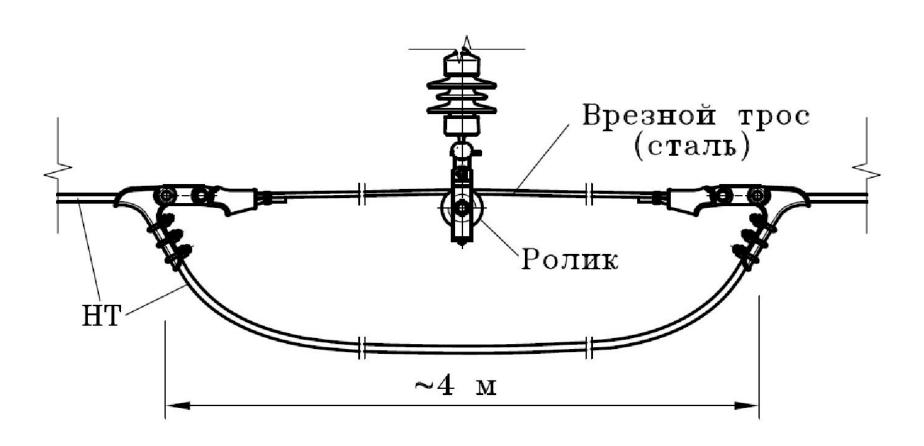






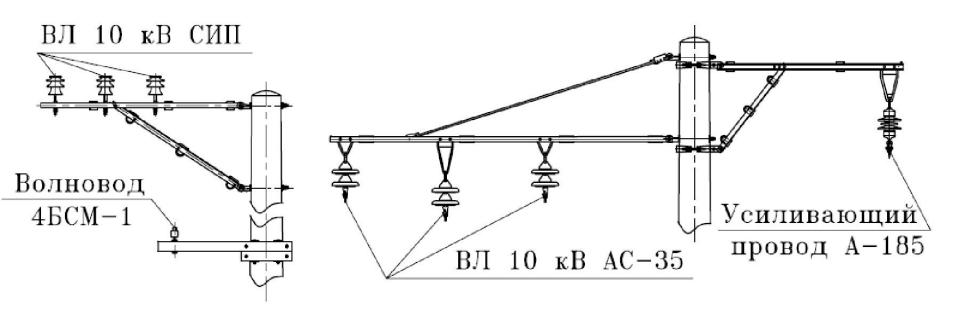


Подвешивание несущего троса компенсированной подвески на ролике



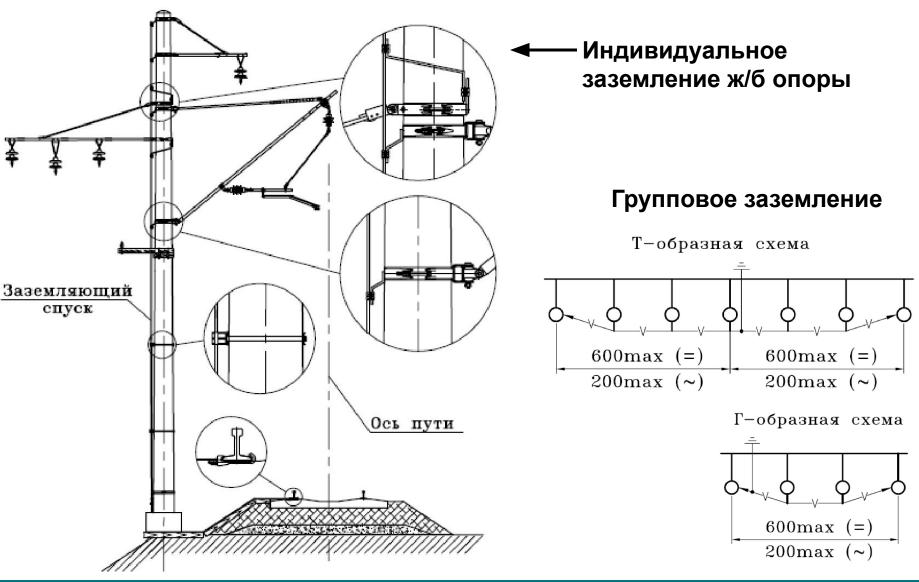


Кронштейны, надставки, стойки





1.10. Заземления

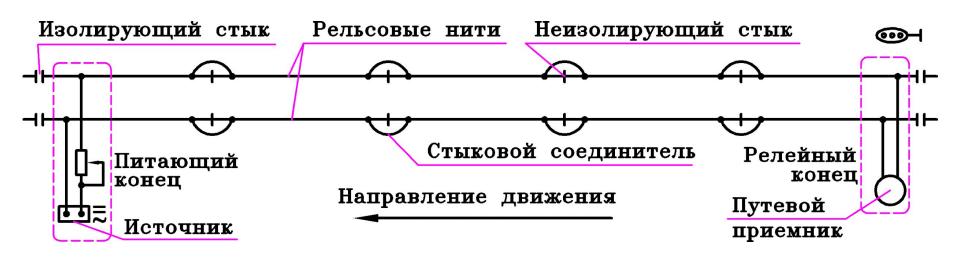




1.11. Защита от атмосферных перенапряжений

1.12. Рельсовая сеть

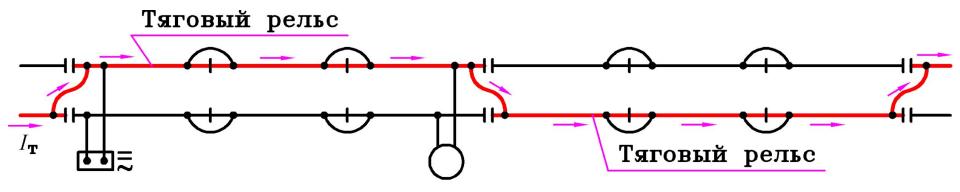
Упрощенная схема работы рельсовой цепи СЦБ



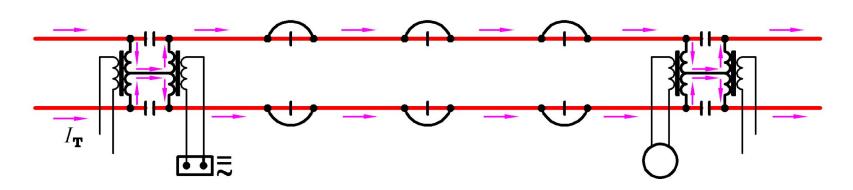
Как обеспечить работу рельсовой цепи СЦБ независимо от работы электротяговой рельсовой сети?



Однониточная рельсовая цепь



Двухниточная рельсовая цепь





1. Общие сведения об устройстве контактной сети

- 1.1. Общая характеристика контактной (электротяговой) сети, условий и особенностей ее эксплуатации
- 1.2. Питание и секционирование КС
- 1.3. Основные габариты проводов и устройств КС
- 1.4. Контактные подвески. Анкерные участки. Узлы
- 1.5. Провода и тросы
- 1.6. Изоляторы
- 1.7. Арматура контактной сети
- 1.8. Опорные конструкции
- 1.9. Поддерживающие и фиксирующие конструкции
- 1.10. Заземления
- 1.11. Защита от перенапряжений
- 1.12. Рельсовая сеть