

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ
ДОНЕЦКОЙ НАРОДНОЙ РЕСПУБЛИКИ
ГОСУДАРСТВЕННОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ
ДОНЕЦКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ

КАФЕДРА «ТРАНСПОРТНЫЕ СИСТЕМЫ И ЛОГИСТИКА ИМ. И.Г.
ШТОКМАНА»

КОНСПЕКТ ЛЕКЦИЙ

по дисциплине «Теория и конструирование канатного транспорта»

**для студентов всех форм обучения направления подготовки 23.04.02
«Наземные транспортно-технологические комплексы» магистерская
программа «Компьютерный инжиниринг транспортных логистических
систем»**

РАССМОТРЕНО
на заседании кафедры
«Транспортные системы и логистика»
Протокол № 6 от 3 февраля 2020г.

Донецк
2020

УДК 629.3
ББК 39.9

Составители:

Кондрахин Виталий Петрович – доктор технических наук, заведующий кафедрой «Транспортные системы и логистика» ГОУВПО «ДОННТУ»

Гончаров Юрий Александрович – кандидат технических наук, доцент кафедры «Транспортные системы и логистика» ГОУВПО «ДОННТУ»

М54 Конспект лекций по дисциплине «Теория и конструирование канатного транспорта» [Электронный ресурс]: для студентов всех форм обучения направления подготовки 23.04.02 «Наземные транспортно-технологические комплексы» магистерская программа «Компьютерный инжиниринг транспортных логистических систем» / ГОУВПО «ДОННТУ», Каф. трансп. систем и логистики им. И. Г. Штокмана; сост.: В.П. Кондрахин, Ю.А. Гончаров. - Донецк, ГОУВПО «ДОННТУ», 2020. – Систем. требования: Acrobat Reader.

Конспект лекций содержит необходимые теоретические сведения о дисциплине «Теория и конструирование канатного транспорта» для студентов, осваивающих магистерскую программу «Компьютерный инжиниринг транспортных логистических систем»

УДК 629.3
ББК 39.9

Теория и конструирование канатного транспорта

Лекция 1. Назначение, область применения, характеристика, общее устройство подвесных канатных дорог.

Подвесные канатные дороги в отличие от наземных дорог характеризуются наличием подвешенного канатного пути, подвешенного на опорах, по которому происходит движение вагонеток.

Подвесные канатные дороги служат для перемещения грузов и для пассажирских перевозок. Существуют также грузопассажирские дороги. Особенно эффективными они оказываются в сильно пересеченной или густозастроенной местности.

Подвесные канатные дороги подразделяются на два типа: двухканатные и одноканатные. В двух канатных дорогах имеются два рода канатов: несущие канаты, по которым катятся ходовые колеса вагонеток, и тяговый канат, с помощью которого производится движение вагонеток. Одноканатные подвесные дороги имеют только один канат – тяговый, к которому на станциях прикрепляются вагонетки и переносятся им между конечными пунктами.

Как двухканатные, так и одноканатные дороги могут быть выполнены с замкнутым кольцевым движением вагонеток, которые по одной линии дороги перевозят груз, а по другой линии возвращаются порожними, или же с маятниковым движением, при котором дорога имеет на каждой линии по одной вагонетке, совершающей реверсивное движение вперед и назад между конечными пунктами дороги.

В горной промышленности, в основном, применяются двухканатные кольцевые дороги.

Производительность двухканатных дорог с кольцевым движением обычно составляет 30–250 т/ч, а в отдельных случаях 300 – 400 т/ч. Полезная грузоподъемность вагонетки в зависимости от производительности дороги составляет 250–1200 кг. Скорость движения вагонеток на дорогах с маятниковым движением достигается 6–10 м/с, а с кольцевым движением 2,5–3,3 м/с. Длина дорог, состоящих из ряда приводных участков, составляет

несколько десятков километров, а в отдельных случаях доходит до 100 км. В горной промышленности длина дорог достигает 30 км. Опоры в зависимости от местных условий устанавливаются через 100–300 м. Современные конструкции сцепных приборов допускают углы наклона до 45° .

Канатная дорога (рис.1) имеет конечные и промежуточные станции, между которыми с помощью грузов 15 натянуты два несущих каната 1 (один для груженых, другой для порожних вагонеток), которые при входе на станции отводятся с помощью отклоняющих башмаков 2 и заменяются подвесными рельсами 3. Станционные рельсовые пути могут с помощью стрелок иметь любые разветвления. Между станциями располагаются опоры 4 с опорными башмаками 5 несущих канатов и с поддерживающими роликами 6 тягового каната 7.

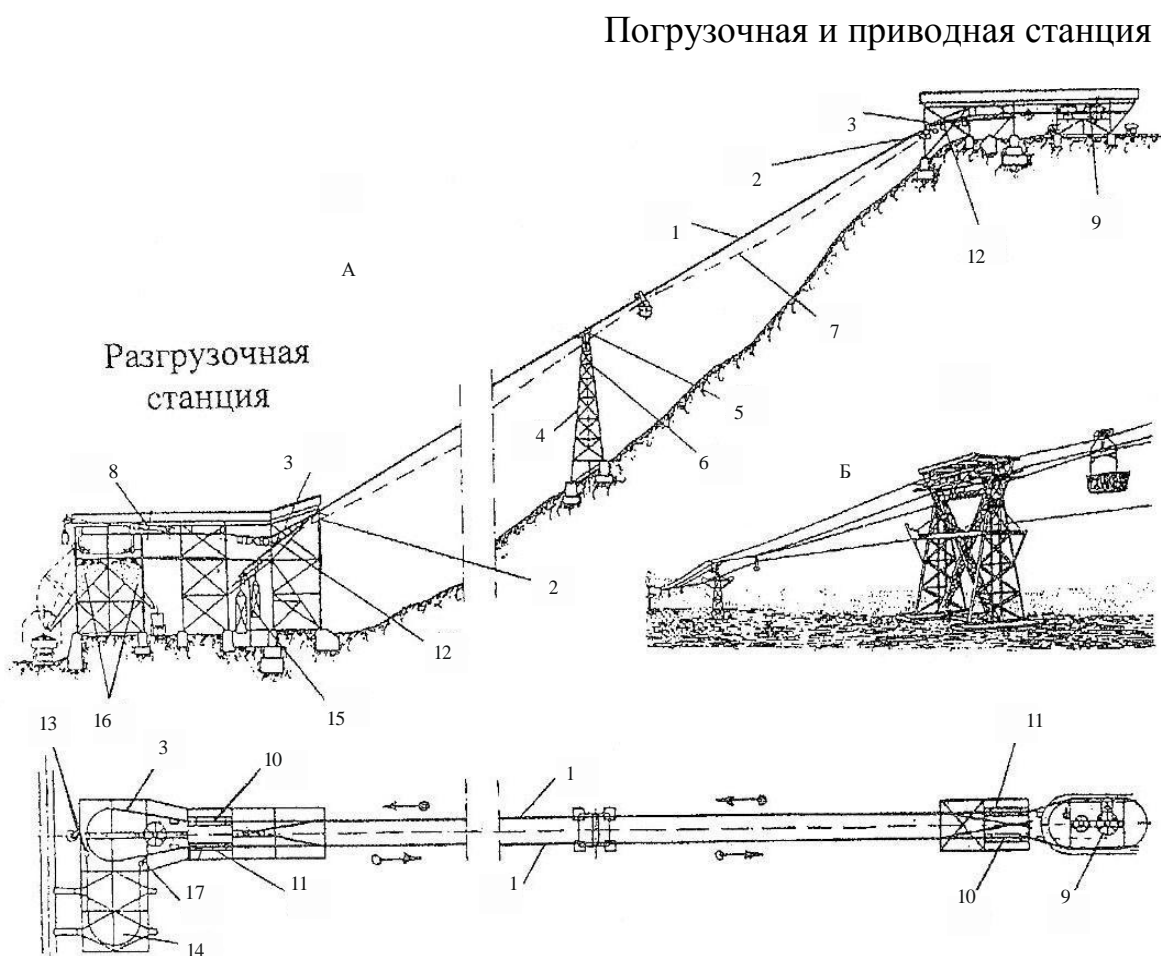


Рис.1.Схема двухканатной дороги

Для ограничения сил трения на опорах, несущие канаты разбиваются на натяжные участки длиной примерно 1–2 км, для чего на линии дороги ставятся промежуточные натяжные (где канаты натягиваются) или якорные (где канаты закрепляются жестко) станции, которые проходятся вагонетками автоматически без расцепления с тяговым канатом.

Тяговый канат представляет собой замкнутую петлю. На опорах он поддерживается роликами, а на станциях огибает натяжные 8 и приводные 9 блоки.

Цикл движения вагонеток на канатно-подвесных дорогах кольцевого типа следующий.

Порожняя вагонетка при входе на погрузочную станцию переходит с несущего каната 1 на рельс 3 и продолжает двигаться по нему, сцепленная с тяговым канатом 7, до места выключения 10, где автоматически раскрывается зажим вагонетки и она отсоединяется от тягового каната 7. Затем вагонетка обводится по рельсовому кольцу 3, загружается и подводится к месту включения у выхода со станции. При подходе к включателю вагонетка разгоняется на наклонном участке пути до скорости тягового каната и затем проходит через включатель 11, где зажим вагонетки автоматически открывается и в него входит тяговый канат 7, направляемый роликовой батареей 12. После того, как канат вошел в зажим, щеки последнего начинают автоматически закрываться, груженная вагонетка сцепляется с тяговым канатом и переходит с рельса 3 станции на несущий канат 1, двигаясь в направлении разгрузочной станции.

При входе на разгрузочную станцию вагонетка аналогичным образом автоматически отсоединяется от тягового каната в выключателе 10, проходит по рельсовым путям 3 через прямую стрелку 13 к пункту разгрузки 14, разгружается в бункера 16, проходит кривую стрелку 17, включатель 11 и вновь выпускается на линию дороги в направлении погрузочной станции.

Перемещение вагонеток по стационарным путям механизмуется путем устройства самоката или с помощью вспомогательного тягового органа, например толкающего подвесного конвейера.

Каждый натяжной участок несущих канатов (рис. 2) состоит из ряда отрезков каната 1, соединенных между собой линейными

соединительными муфтами 2. На одном конце участка (на якорной станции) несущий канат закреплен конечной муфтой 3 в анкерной плите 4 с шаровой подушкой 5. На линии канат поддерживается опорными башмаками 6. На натяжной станции установлено натяжное устройство, состоящее из груза 7, который висит на гибком натяжном канате 8, соединенном с несущим канатом 1 переходной муфтой 9. Натяжной канат 8 огибает блок 10. К месту закрепления и натяжения несущий канат отводится отклоняющими башмаками 11. В этих местах несущими являются подвесные рельсы 12.

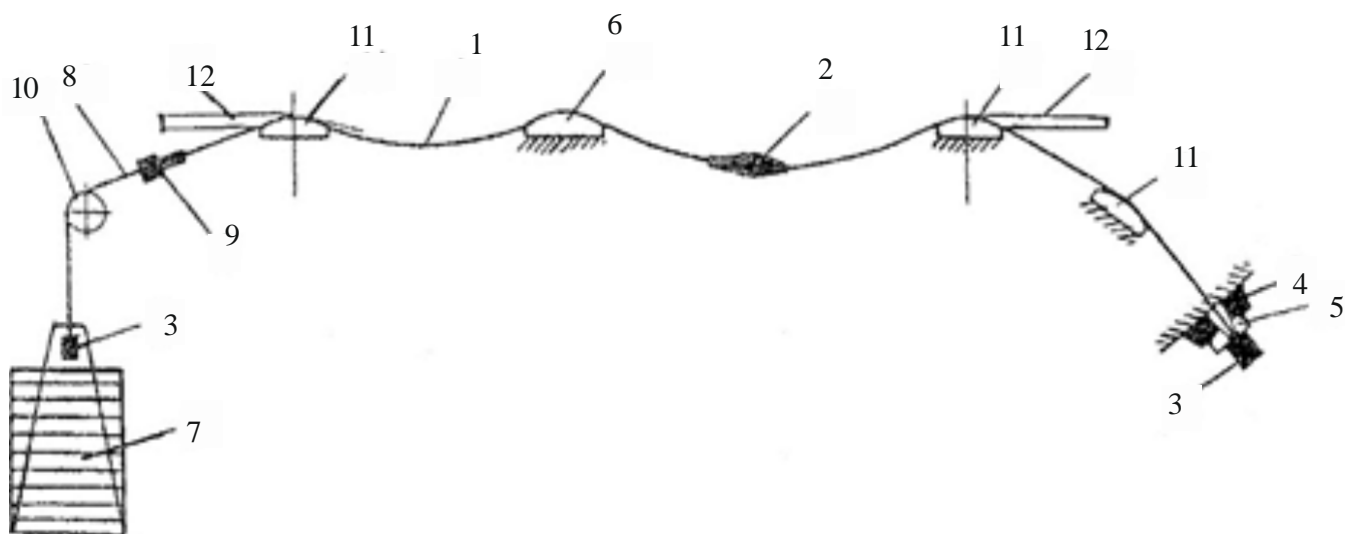


Рис.2. Схема натяжного участка несущего каната

План и продольный профиль

Трасса подвесной канатной дороги может иметь различные очертания в плане; в большинстве случаев она прямолинейна. При малом угле поворота имеется возможность устройства криволинейной трассы большого радиуса, порядка 10 километров. В этом случае угол излома трассы на опоре должен быть не более 1%. Посредством введения угловых станций трасса может быть проведена по ломанной линии. При разветвлении грузопотока по разным направлениям возникает сеть дорог состоящая из отдельных участков различной конфигурации, связанных между собой промежуточными станциями. Угловые станции могут быть автоматическими, неавтоматическими и полуавтоматическими. В неавтоматических станциях вагонетки расцепляются с тяговым канатом и

обводятся по рельсовому пути с использованием самоката или вспомогательной механической тяги. Автоматические станции не требуют обслуживающего персонала, так как обходятся вагонеткой без расцепления с тяговым канатом. Полуавтоматические станции имеют автоматический проход вагонеток только на одной линии и служат для промежуточной погрузки или разгрузки, осуществляемой на другой стороне станции. При небольшом угле поворота трассы иногда не прерывают несущего каната, обводя его на ряде башмаков.

Под профилем канатной дороги понимается линия, соединяющая вершины опор (опорных башмаков). Отдельные участки дороги могут иметь ровный, выпуклый или вогнутый характер, который с одной стороны зависти от профиля местности, а с другой от расположения опор. Построение профиля дороги состоит из двух этапов разработки общей линии профиля и расстановке на ней опор с учетом промежуточных линейных станций. При построении профиля выполняются следующие условия: 1).обеспечение требуемого свободного габарита под дорогой.2.) обеспечение надежности прилегания каната к опорным башмакам, 3).плавность профиля и отсутствие чрезмерных углов перегиба на опорах 4) обеспечение равномерной нагрузки привода независимо от кривой движения вагонеток в пролетах. Свободные габариты под канатной дорогой должны быть обеспечены: 1) При движении по канату груженых вагонеток с учетом опрокинутого кузова и продольного раскачивания его. 2) При максимальном провесе тягового каната. Надежность прилегания несущего каната к опорным башмакам при отсутствии вагонеток должна быть обеспечена на вогнутых участках профиля, где натяжение каната стремится оторвать его от башмака. Плавность профиля дороги имеет значение в отношении долговечности каната и спокойного хода вагонеток, поэтому следует избегать резких переломов профиля и и чрезвычайных углов перегиба на опорах. Равномерность нагрузки привода требует такой расстановки опор, чтобы на подходе к опорам находилось одновременно не более 20-25% общего числа вагонеток на приводном участке. Количество опор должно назначаться из такого расчета, чтобы высота их была полностью использована с учетом требуемого габарита под дорогой. Местоположение натяжных и якорных станций выбирают таким образом, чтобы дополнительное давление на башмаки, вызванное натяжением каната и сила трения были минимальными. С этой целью стремятся к уменьшению суммарного угла перегиба каната на участке.

Ровный профиль. На ровной местности (горизонтальной или с равномерными наклонами) опоры ставят на равных расстояниях, насколько это позволяют местные условия. Размер пролетов назначается

из соображения минимальной общей стоимости опор., с учетом ограничений, накладываемых величиной углов перегиба и расстояния между вагонетками.

Выпуклый профиль. На выпуклых участках профиля углы перегиба каната возрастают за счет угла перелома по хордам на каждой опоре. Поэтому в этом случае сближают опоры для обеспечения плавности профиля. Распределение опор на выпуклом участке зависит от рельефа и выполняется таким образом чтобы углы перегиба на всех опорах были примерно одинаковы.

Вогнутый профиль. При вогнутом профиле должно быть обеспечено прилегание несущего каната к опорным башмакам. Для этого вершины опор следует располагать по параболе, представляющей собой кривую провеса порожнего каната между крайними точками вогнутого участка, при этом натяжение каната берется выше действительного с некоторым запасом прочности

Лекция 2. Несущие и тяговые канаты подвесных канатных дорог.

Стальной канат является важнейшим элементом канатной дороги, от состояния которого зависит надежность и эффективность ее работы.

Основными характеристиками каната, определяющими его безопасность в работе, долговечность и экономичность, являются: прочность, достаточная для восприятия с необходимым коэффициентом запаса статических, динамических и ударных нагрузок; сопротивление усталости, позволяющее противостоять повторным перегибам и вибрациям без преждевременного усталостного разрушения; сопротивляемость абразивному изнашиванию на шкивах, блоках, опорных и станционных башмаках и т. п.; сопротивляемость деформированию в зажимах и при работе на шкивах, блоках и башмаках; сопротивляемость воздействию поперечной нагрузки от давления колес подвижного состава, вызывающей контактные напряжения и напряжения изгиба; коррозионная стойкость.

К основным параметрам каната, влияющим на эти характеристики, относятся: конструкция каната, прочность проволок, пределы упругости и выносливости каната, его упругое и остаточное удлинения, жесткость, разрывное усилие и вид смазки.

Конструкции канатов. Для подвесных канатных дорог преимущественно используют канаты прядевые (открытые), изготовляемые из круглой проволоки, и закрытые, двойной свивки, с точечным (ТК) или

линейным (ЛК) касанием проволок, с органическим или металлическим сердечником, нераскручивающиеся (Н) или раскручивающиеся (Р), крестовой или односторонней свивки, марки В, без покрытия (светлые) или с цинковым покрытием.

Повышенные требования к канатам, характеризующимся большими нагрузками и скоростями, а также компактностью, определяют преимущественное использование прядевых канатов двойной свивки с линейным касанием проволок. Такая конструкция обеспечивает высокую износостойкость и сопротивляемость деформированию.

Кроме того, широкое распространение получили закрытые многослойные несущие канаты, так как они имеют максимальное заполнение поперечного сечения металлом (до 90 %) и почти сплошную цилиндрическую поверхность. Это достигается использованием в наружном слое фасонной зетообразной проволоки, которая образует замок, не допускающий проникновения влаги и абразивных частиц внутрь каната и удерживающий проволоку от выхода наружу при обрыве.

Применение нераскручивающихся канатов предпочтительнее, чем раскручивающихся. Первые имеют следующие преимущества: большую гибкость, вследствие чего можно использовать шкивы меньшего диаметра; отсутствие стремления каната нарушать свою прямолинейность и создавать петли; малую изменчивость шага свивки при эксплуатации; более равномерное распределение растягивающих напряжений по прядям и проволокам; большую сопротивляемость усталостным напряжениям и изгибающим усилиям; меньшее число обрывов проволок за одинаковый срок службы; возможность большего числа перегибов на шкивах при эксплуатации; меньшую вибрацию при эксплуатации.

В раскручивающихся канатах действуют внутренние напряжения, возникающие при свивке проволок в пряди и прядей в канат. Положение проволок и прядей не сохраняется без закрепления концов каната специальными перевязками, что необходимо учитывать при ведении монтажных работ.

При выборе рода свивки каната принимают во внимание следующие обстоятельства. Канаты крестовой свивки по сравнению с канатами односторонней свивки характеризуются большими сопротивлением вращению под нагрузкой, стабильностью в работе, сопротивляемостью раздавливанию и поперечной деформации на шкивах малого диаметра. Легче выполняются их монтаж и обслуживание. Основным недостатком канатов крестовой свивки являются высокое давление между проволоками и соответственно большие контактные напряжения, особенно при перегибе каната на блоках. Это служит причиной меньшей

износостойкости, но большей жесткости канатов крестовой свивки. В канатах односторонней свивки длина открытой поверхности проволок приблизительно в 2,5 раза больше, чем в канатах крестовой свивки той же конструкции и с тем же шагом свивки. Увеличенная поверхность трения проволок обеспечивает уменьшение их износа, а также износа желобов шкивов. Гибкость канатов односторонней свивки на 25 % выше гибкости канатов крестовой, а срок службы при наличии перегибов противоположных направлений составляет около 75 % срока службы при перегибах одного направления, в то время как для канатов крестовой свивки он не превышает 60 %. Недостатком канатов односторонней свивки является склонность к образованию петель и узлов при внезапном уменьшении натяжения, поэтому они должны быть всегда натянутыми.

Применение канатов типа ЛК предпочтительнее, чем канатов типа ТК. Во-первых, несмотря на некоторое относительное увеличение нагрузки, воспринимаемой внутренними проволоками, достигаются ликвидация местного смятия в точках контакта, уменьшение давлений и внутреннего трения. Такие канаты лучше работают на изгиб. Кроме того, за счет более плотной укладки проволок увеличивается металлическое сечение, а следовательно, и прочность каната. В канатах типа ТК из-за различных шагов свивки в разных слоях увеличивается точечный контакт проволок, в результате чего их местное смятие отрицательно сказывается на изгибно-усталостных свойствах каната.

В канатных дорогах, как правило, применяют канаты с органическим сердечником, который служит радиальной опорой для прядей, не позволяющей им соприкасаться одна с другой. Распространенное мнение о том, что сердечник должен выполнять функции резерва для смазки, неверно, так как смазка постепенно выдавливается, приводя к уменьшению его массы и, следовательно, к потере опоры для прядей. Органические сердечники из натуральной пеньки или сизаля постепенно уступают место сердечникам из синтетического волокна, которые более износостойки, лучше противостоят воздействию влаги и имеют более стабильную массу.

Канаты с металлическим сердечником применяют при больших поперечных нагрузках, высоких натяжениях (более 0,25 от разрывного усилия), для работы при высоких температурах и при необходимости уменьшить вытяжку каната.

Лекция 3. Эксплуатационное обслуживание канатов.

Долговечность канатов во многом зависит от качества проволоки, которая должна обладать оптимальной прочностью при высоких пластических свойствах, иметь высокую стойкость против истирания и расплющивания, быть пригодной для сложных условий работы при динамических и знакопеременных нагрузках. На поверхности проволок не должно быть повреждений, ржавчины, трещин, раковин и т. п.

Наилучшее сочетание временного сопротивления, вязкости и износостойкости канатной проволоки достигается при ее изготовлении методом холодного волочения с термической обработкой патентированием, обеспечивающим сорбитную структуру металла. По мере увеличения временного сопротивления проволоки ее износостойкость и сопротивляемость раздавливанию возрастают, а гибкость и стойкость против повторных перегибов уменьшаются. Проволока с временным сопротивлением 1670—1860 МПа имеет наиболее оптимальное сочетание этих свойств.

Следует отметить, что срок службы каната не увеличивается пропорционально росту временного сопротивления его проволок, так как увеличение глубины поверхности закалки проволок приводит к повышенному абразивному изнашиванию. Кроме того, увеличение временного сопротивления проволок приводит к уменьшению сопротивления усталости каната.

Разграничить упругие и остаточные деформации практически довольно трудно. За предел упругости σ_y каната принимают условное напряжение, при котором его остаточные удлинения не превышают 2 % расстояния между контрольными рисками, нанесенными на канат при замерах. Предел упругости определяется коэффициентом упругости $k_y = \sigma_y / \sigma_B$, значения которого приведены ниже:

σ_B , МПа	1370-1570	1570-1760	1760-1960	1960-2160
k_y для каната из проволоки				
без покрытия	0,65	0,7	0,75	0,8
с цинковым покрытием	0,6	0,65	0,7	0,75

Предел выносливости для стальных канатов можно принимать равным половине предела упругости, если последний не превышает 65 % временного сопротивления. При постоянной нагрузке предел выносливости растет с увеличением временного сопротивления, но до определенного значения (примерно до 1770—1960 МПа). С последу-

ющим увеличением временного сопротивления предел выносливости каната уменьшается.

Как следствие свивки, упругое удлинение каната значительно больше, чем металлического стержня. Модуль упругости E_k каната связан с модулем упругости E_c стали зависимостью $E_k = \alpha_c E_c = 2,1 \cdot 10^5 \alpha_c$, МПа, где $\alpha < 1$. При этом упругое удлинение каната $\Delta l = TL / (E_k F_k)$ (здесь T , L и F_k — соответственно натяжение каната, его длина и площадь сечения всех проволок).

Модуль упругости каната E_k является величиной переменной и зависит как от конструкции, так и от степени натяжения каната. Для закрытых спиральных канатов принимают $E_k = 1,6 \cdot 10^5$ МПа, для канатов двойной свивки с пеньковым сердечником $E_k = 1 \cdot 10^5$ МПа и с металлическим сердечником $E_k = 1,4 \cdot 10^5$ МПа. В начальный период работы по мере вытягивания и уплотнения каната его модуль упругости возрастает примерно на 20 %, достигая указанных величин. В этот же период у каната появляется остаточное удлинение. В зависимости от конструкции остаточное удлинение каната после его навешивания и приложения растягивающего усилия составляет 0,05 - 0,15 % от длины используемого каната.

Разрывное усилие каната в целом $T_{\text{разр}} = \alpha T_{\text{сум}}$ меньше суммарного разрывного усилия $T_{\text{сум}}$ входящих в него проволок. Коэффициент потерь α зависит от конструкции каната и качества его изготовления. При отсутствии точных данных о разрывном усилии каната принимают следующие значения коэффициента потерь: при одинарной свивке (спиральные канаты) $\alpha = 0,9$, при двойной свивке $\alpha = 0,82 \div 0,85$, при тройной свивке $\alpha = 0,8 \div 0,82$.

Срок службы канатов во многом зависит от наличия и качества наружной и внутренней смазки, что особенно существенно, когда канаты являются главным элементом всей системы дороги и замена их является весьма трудоемкой операцией.

Применяемые канатные смазки должны обладать хорошим сцеплением с металлом, обеспечивать защиту от внутренней и наружной коррозии, уменьшать трение и износ трущихся поверхностей, быть водостойкими, иметь стабильные свойства при высоких (быть достаточно твердыми) и низких (быть достаточно эластичными) температурах, не оказывать разрушающего действия на материалы футеровки шкивов и роликов, иметь достаточную прочность пленки при контакте с роликами, не иметь токсичных свойств, образованная защитная пленка должна быть стойкой против окисления и обладать хорошей адгезией (липкостью к поверхности проволоки).

Разработанные в последние годы специальные методы испытаний канатных смазок позволили установить, что масла на основе натуральных нефтепродуктов, битумов, гудрона не обеспечивают достаточной защиты от коррозии, причем первые при температуре свыше 30°C стекают. Недопустимо также смазывание канатов маслами общего назначения, применяемыми для редукторов, подшипников и т. п.

По назначению смазочные материалы можно разделить на консервирующие и эксплуатационные.

В качестве консервирующей смазки применяют масла 39У и 278, разработанные Всесоюзным научно-исследовательским институтом по переработке нефти (ВНИИНП).

Эксплуатационные смазки для несущих канатов должны обеспечивать малый коэффициент трения ходовых колес во избежание потерь тягового усилия. Для тяговых канатов смазывание должно способствовать максимальному сцеплению каната с приводным шкивом. Смазка, наносимая в период эксплуатации, должна хорошо сочетаться со смазкой, нанесенной при изготовлении каната. Это обеспечивает увеличение срока службы каната, повышает экономичность и безопасность эксплуатации дороги. Так, канаты, которые при изготовлении смазывались консистентными смазками, не должны при эксплуатации смазываться жидкими маслами. В отечественной практике используются смазки типа Торсиол-55, 265-5, разработанные во ВНИИНП.

Смазка для башмаков, поддерживающих канат на линейных опорах, должна иметь повышенную способность к восприятию больших давлений и увеличенный срок службы. Для этой цели применяют масла, содержащие микрочастицы распыленного дисульфида молибдена. На отечественных канатных дорогах для смазывания башмаков используют масла типа Торсиол-35. Нормы расхода смазочного материала в среднем составляют 20—30 г/м для нового каната и 15—20 г/м при повторном смазывании для канатов диаметром 20—28 мм.

Лекция 4. Муфты несущих канатов

Линейные соединительные муфты изготавливаются из качественной стали (сталь45, 18Х2Н4ВА), что позволяет получить минимальную толщину стенок и создать тем самым более плавный проход колес.

Муфта состоит из двух гильз (рис.4,а), соединенных винтовой стяжкой, которая закрепляется штифтами. Внутренняя полость каждой гильзы имеет коническую часть, в которой конец каната закрепляется посредством расклинивания или заливки.

Концевая муфта имеет цилиндрическую форму с внутренним конусом, аналогичным конусу соединительной муфты.

Переходная муфта (рис.4,б) состоит из двух гильз различного диаметра, соответствующих диаметрам несущего и натяжного канатов. Крепление натяжного каната производится по способу заливки.

На место обрыва проволоки несущего каната накладывают разрезную муфту-бинт, обе половины которой стягиваются проволоочной обмоткой.

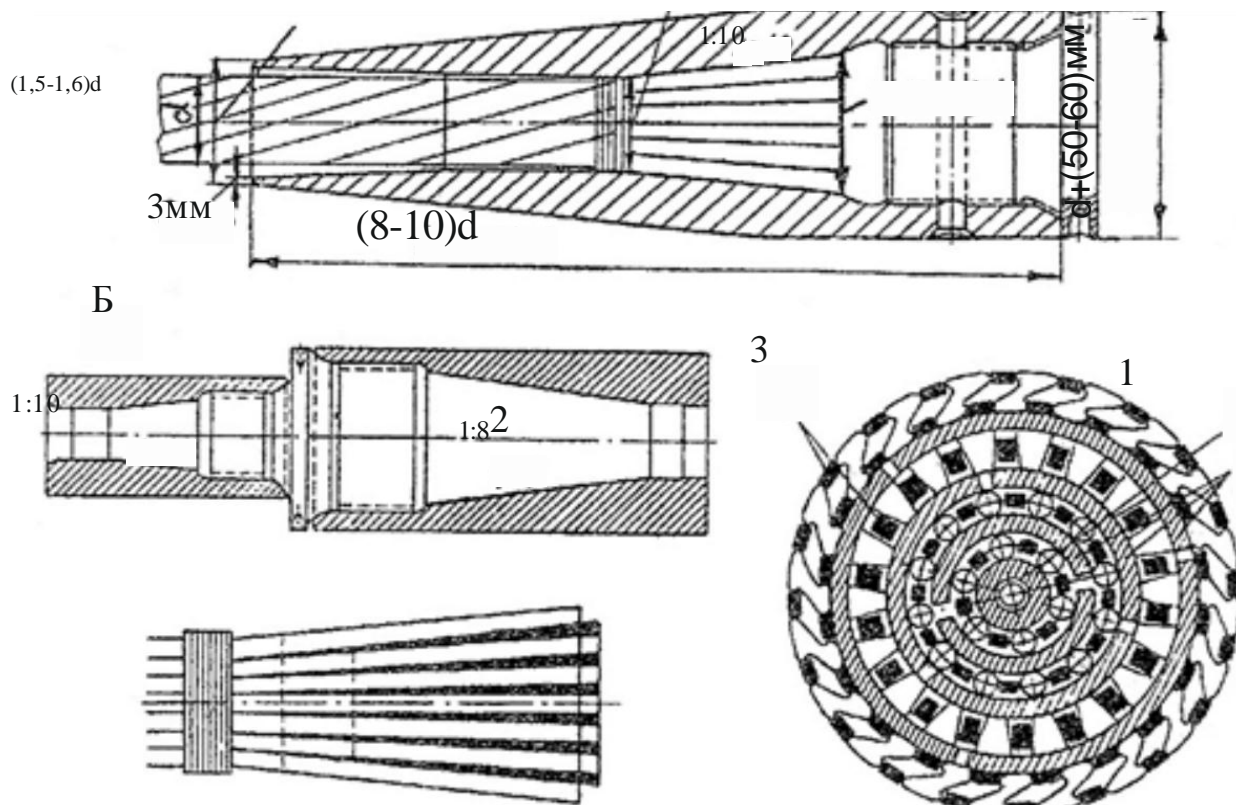


Рис.4. Муфты несущего каната

При закреплении каната в гильзе с помощью расклинивания в центр ядра каната забивается центральный конусный клин 1, а между слоями проволок забивают разрезные кольцевые (секторные) клинья 2. Затем между проволоками каждого слоя – отдельные прямые клинья 3, соответствующие конфигурации проволок.

Для упрощения и ускорения монтажа рекомендуется производить расклинивание в конической втулке, на которую затем надвигается гильза муфты; наличие втулки увеличивает сечение муфты. Как показывает опыт эксплуатации, для долговечности проволок внутри муфты важно, чтобы клинья доходили до вершины конуса, для чего они должны иметь достаточную длину и заострение. При закреплении канатов заливкой расплетенные, тщательно очищенные и оцинкованные проволоки заливаются в нагретой гильзе твердым сплавом из белых металлов, который содержит около 80% свинца или цинка с добавлением 3–6% меди и 12–16% сурьмы.

Крепление несущего каната с помощью заклинивания, принятое в качестве типового для грузовых дорог, является более дешевым и удобным в условиях монтажа способом, чем заливка; последняя требует дефицитных белых металлов и особой тщательности в работе, так как перегрев или недогрев гильзы может отразиться на прочности соединения. Некоторым

недостатком расклинивания является неравномерность распределения давления от кольцевых клиньев на отдельные проволоки.

При проходе муфты возникают инерционные силы от изменения направления движения вагонетки и толчки от удара об уступ муфты, что вызывает перегрузку заднего колеса, перенапряжение и усталостное разрушение проволок внутри муфт около вершины конуса. Поэтому следует периодически производить смазку муфт с вырезкой участка каната длиной не менее 2 метров с каждой стороны муфты. На грузовых дорогах установлены сроки смены муфт 5, 3 и 2 года при соответственно одно-, двух- и трехсменной работе дороги. В практике эксплуатации дорог смена муфт производится после прохода 700 тысяч вагонеток (четырёхколесных), что соответствует примерно одному году трехсменной работы. Расположение муфт вблизи опор (примерно до 15 метров) нежелательно, так как в этом районе повышается давление на колеса, вызванное перегибом тягового каната.

Муфта под действием натяжения каната испытывает радиально-распорную нагрузку, закон распределения которой по длине образующей конуса зависит от степени плотности прилегания каната к полости муфты. Экспериментальное определение деформаций стенки муфты при расклиненном конце каната и конусности 1:10 показало, что нагрузка приложена на небольшом участке конической полости гильзы, ближе к ее широкому краю; в результате этого стенки гильзы подвержены в основном не растяжению, а изгибу, который является наибольшим в опасных сечениях гильзы. При этом в ряде точек появляются пластические деформации задолго до исчерпания несущей способности муфты. Поэтому расчет следует вести из условия равнопрочности муфты и каната по методу предельных нагрузок с учетом пластических свойств материала.

Для муфт из стали с высокой пластичностью (сталь 45 и сталь 60 без термообработки) при расклиненном конце каната и конусности полости гильзы 1:10, разрушающее усилие на основании материалов исследования ВНИИПТмаша не превышает допускаемых. При проходе колеса муфты испытывают изгиб от поперечной нагрузки, однако величина этих изгибных напряжений незначительна и по расчетам не превышает 10% от изгибных напряжений несущего каната.

Лекция 5. Опоры канатных дорог

Опоры канатных дорог выполняются из металла, дерева и железобетона и в зависимости от местных условий имеют разнообразную форму и высоту, достигающую иногда 100 м и более. Выбор материала для опор диктуется преимущественно экономическими и производственными соображениями. Деревянные опоры применяют для дорог временного назначения. Железобетонные опоры встречаются редко из-за высокой стоимости производства работ на пересеченной местности. Наиболее распространены металлические опоры.

Металлические сварные опоры (рис.5) состоят из однотипной головной части 1 и соединяемой с ней четырехгранной подставки пирамидальной формы, которая выполняется из отдельных секций 2 различной высоты.

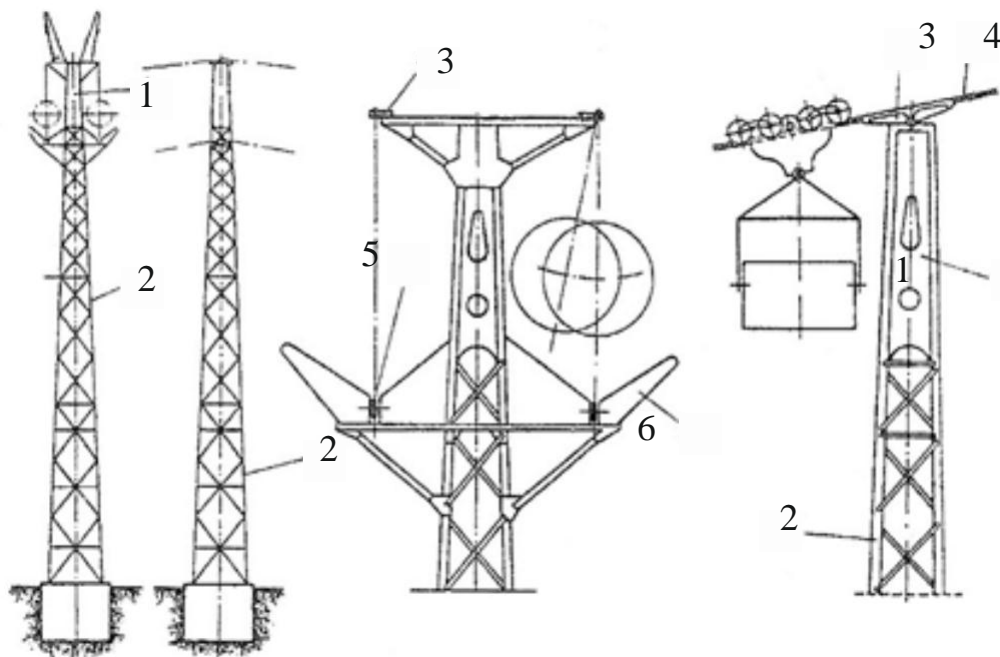


Рис.5. Нормальная металлическая опора

Оборудование опор состоит из башмаков 3 для несущего каната 4, поддерживающих роликов 5 и направляющих 6 для тягового каната.

Опорные башмаки закрепляются на опоре и имеют полукруглую канавку, в которой свободно лежит несущий канат.

Башмаки применяются неподвижные (жестко закрепленные на опорах) и качающиеся, посаженные на неподвижной или вращающейся оси.

Качающиеся башмаки (рис.6,а) короче неподвижных и более совершенные.

При больших углах обхвата ($>18^\circ$) применяются неподвижные секционные башмаки (рис.6,б), состоящие из ряда секций с радиусом кривизны 6–15м.

Для уменьшения сил трения башмаки могут быть снабжены бронзовой или пластмассовой маслястойкой футеровкой.

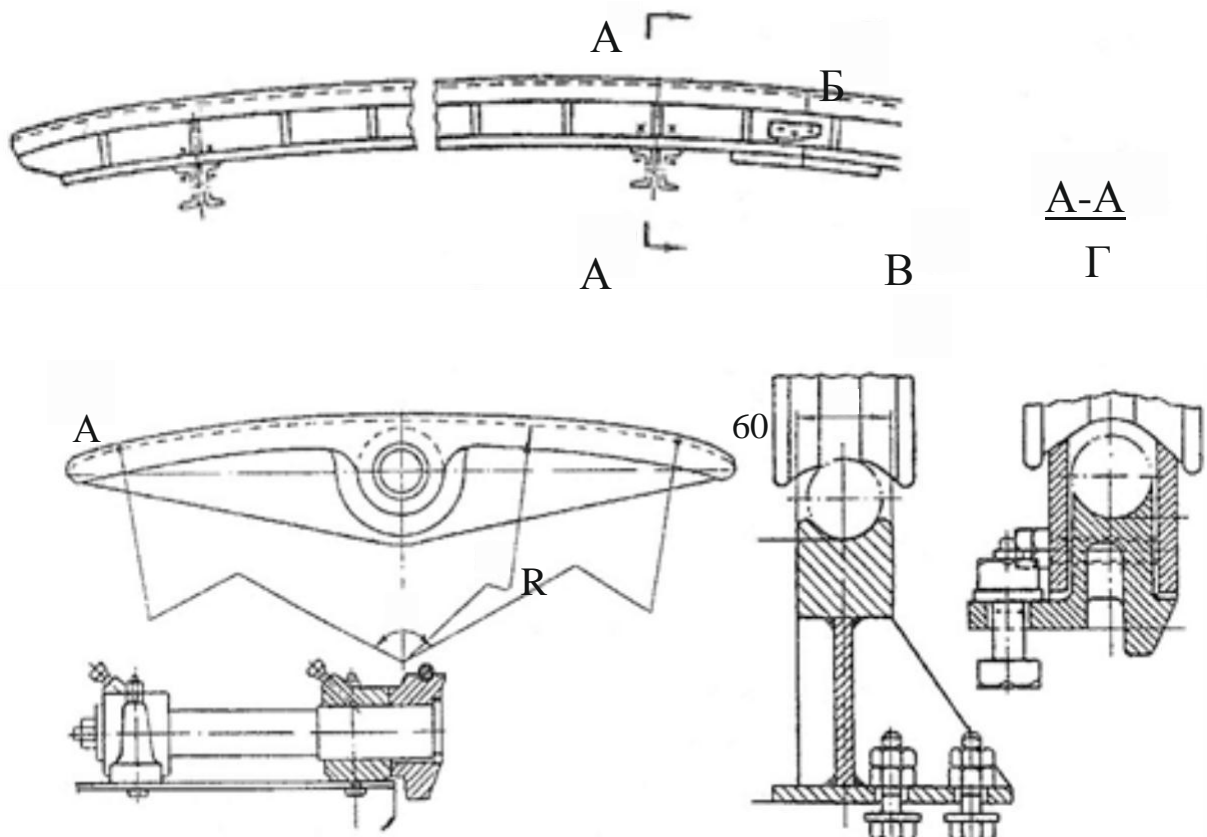


Рис.6. Башмаки несущих канатов

Канавка для несущего каната не обрабатывается и бывает с низкими (рис.6,в) и высокими (рис.6,г) бортами. Колесо вагонетки в первом случае продолжает катиться по несущему канату, во втором – по высоким бортам башмаков.

Деревянные опоры делаются порталного и консольного типа, а при большой высоте – также мачтовыми с оттяжками. Опоры высотой 5-25 метров требуют расхода материала в среднем: при консольном типе 0,55 и при порталном 0,85 кубометров. Железобетонные опоры имеют обычно форму колонны круглого, квадратного или двутаврового сечения, а иногда также рамную конструкцию с применением сборных элементов.

Колея дороги, т.е. расстояние между осями несущих канатов на опоре, выбирается в зависимости от габарита вагонетки с учетом поперечных качаний ее, а также бокового отклонения каната в пролете под действием ветра. При верхней тяге следует также учитывать влияние эксцентрично приложенного давления от тягового каната. В грузовых дорогах ширина колеи колеблется обычно в границах 2,0-3,0 м. Иногда при обслуживании открытых складов или автоматическом обходе больших блоков ее увеличивают до 5-6 м.

Давление ветра поперек дороги помимо отклонения вагонетки вызывает также отклонение от вертикали всей канатной системы, в результате чего при больших пролетах (порядка 300 м и более) возникает опасность захлестывания канатов обеих линий дороги, так как углы отклонения канатов различны.

Для предотвращения соприкосновения вагонеток и канатов в больших пролетах дороги делается провес каната с порожними вагонетками меньше провеса каната с грузовыми вагонетками с тем, чтобы порожняя вагонетка при сближении канатов под действием ветра могла пройти выше. Аналогичным образом поступают и при маятниковом движении вагонеток.

Лекция 6. Направляющие блоки тягового каната

Направляющие блоки на станциях представляют собой металлические обода диаметром до 3,0 м, к которым канат прилегает постоянно и не снимается с цепным прибором вагонетки.

Форма канавки направляющих блоков должна быть полукруглой и обеспечивать хорошее прилегание каната.

На рис.7 показаны направляющие блоки с различными видами футеровки: а–металлический, б–сварной с заливкой капрона, в–с резиновым закладным шнуром, г–разъемный с резиновым закладным кольцом.

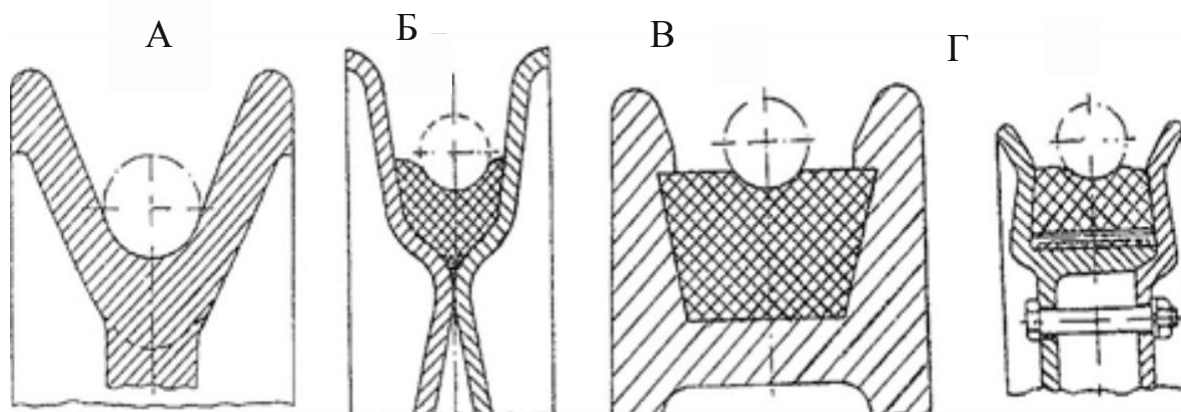


Рис.7.Формы обода блоков

Грузовое натяжное устройство имеет груз (рис.8,а), который висит на натяжном канате 1, огибающем натяжной блок 2 (обычно чугунный), и движется в направляющих, препятствующих его кручению. Натяжной канат соединяется с несущим канатом 3 при помощи переходной муфты 4. Груз представляет собой ящик или каркас 5, заполненный блоками или камнями, или же железобетонную плиту 6 с установленными на ней бетонными фасонными блоками.

В дорогах с кольцевым движением груз перемещается изредка, совершая установочное движение только при существенном изменении температуры или числа вагонеток, поэтому запас прочности натяжного каната принимается $n = 3,5$ (при учете потерь на блоке) и диаметр натяжного блока $D > 20d$ (d – диаметр каната).

Натяжной блок 2 устанавливается на неподвижной оси 7 с упорными планками 8.

В пассажирских дорогах груз иногда подвешивается непосредственно к несущему канату 1 (рис.8,б). При этом последний лежит на бесконечной роликовой цепи 2, огибающей направляющий башмак 3 радиусом 100–150м.

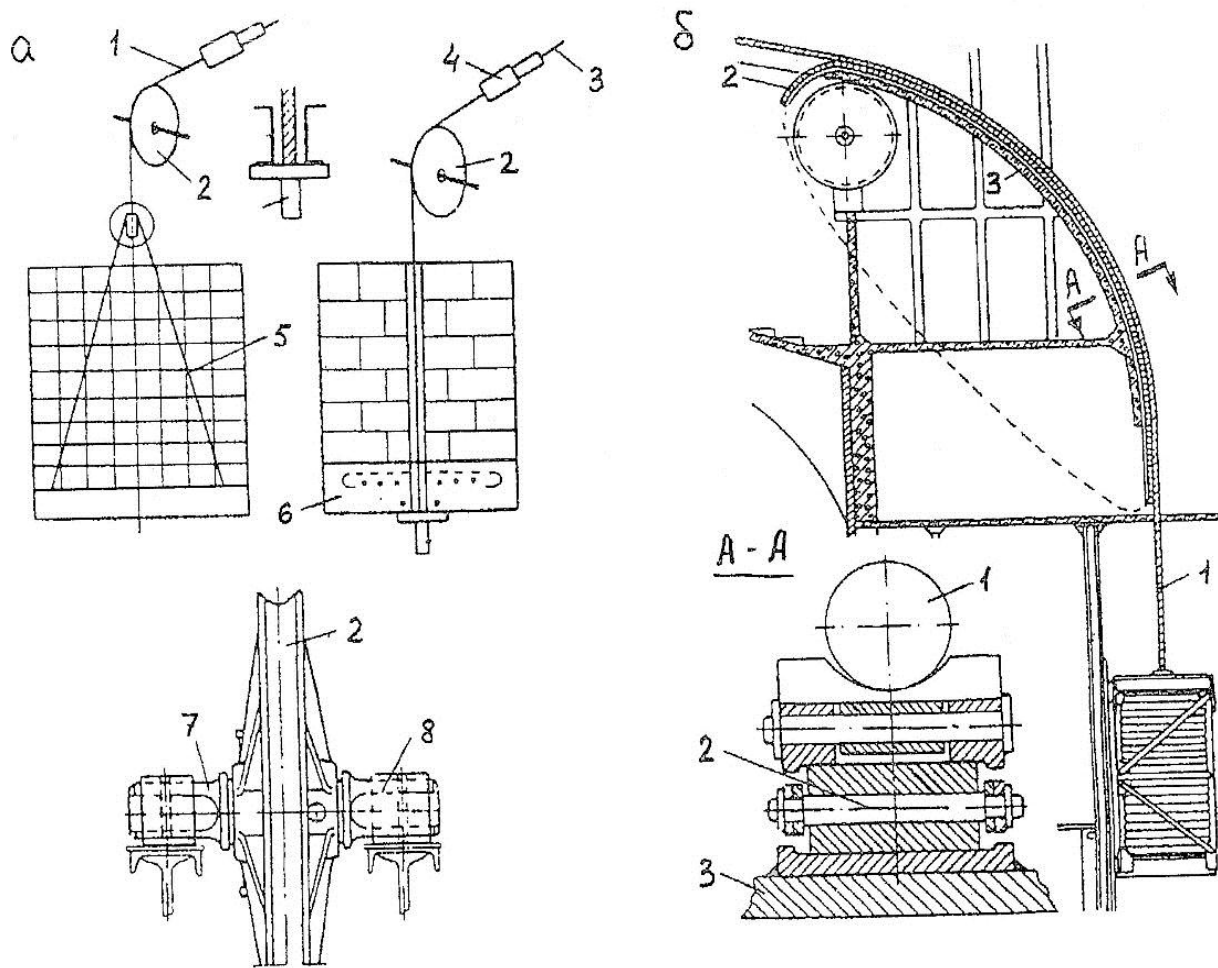


Рис.8. Грузовые натяжные устройства несущего каната

Анкеровка канатов может производиться либо к конструкции станции, либо к отдельным фундаментам, в которые закладываются анкерная рама и тяга.

В канатах с закрепленными концами предусматривают домкратное или иногда полиспастное устройство для регулирования натяжения каната. В последнем случае конец каната крепится в обойме полиспаста. Встречается также упругое (рычажно-пружинное) анкерное устройство. Для анкеровки сетевых канатов и оттяжек пользуются простейшим устройством с хомутом.

Для создания резервной длины несущего каната (с целью периодического перемещения его на опорах) осуществляют так называемое крепление на консольном барабане, на который навивается 3-4 витка каната, после чего резко ослабленный канат удерживается зажимом. Барабан обычно консольный имеет диаметр не менее $60d$ и снабжен деревянной обшивкой. Подобное устройство применяют в пассажирских подвесных дорогах, где несущий канат должен состоять из одного куска (без муфт).

Лекция 7. Натяжные и якорные станции

В местах стыка натяжных участков несущего каната устанавливаются промежуточные, так называемые линейные станции

– двойные натяжные и якорные, а также якорно-натяжные (рис.9), которые проходятся вагонетками автоматически.

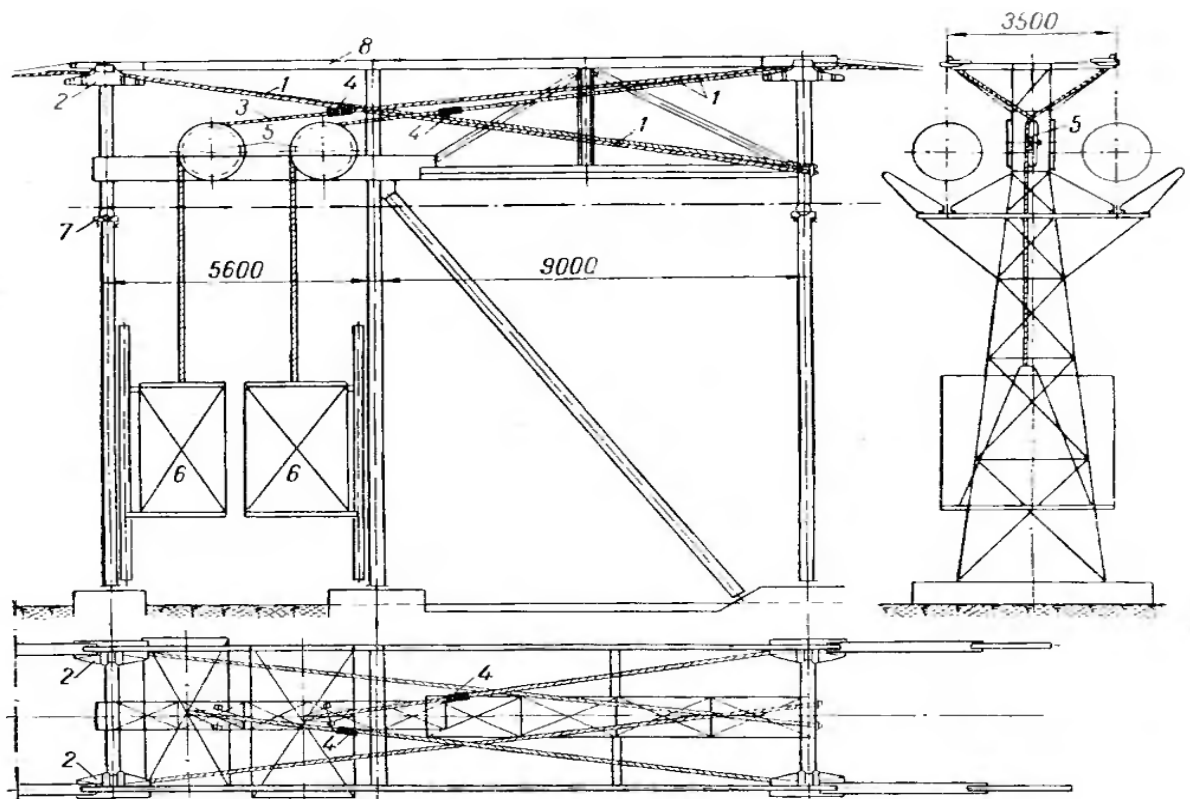


Рис. 9 Линейная станция

При входе на станцию несущие канаты 1 отводятся при помощи отклоняющих башмаков 2 внутрь колеи дороги и заменяются рельсами 3. Концы канатов 1 закрепляются в конструкции станции 4 или натягиваются грузами 5, подвешенными к натяжным канатам 6, огибающим блоки 7.

Станции выполняются металлическими, железобетонными или деревянными обычно соответственно материалу, выбранному для опор. Деревянные станции имеют форму порталного типа, аналогично деревянным опорам, но с боковыми подкосами.

Иногда прогоны под натяжными блоками делают в виде металлической балки, что позволяет сократить число фундаментов.

Двойные анкерные станции малой высоты (порядка 4 м) целесообразно выполнять бетонными в виде бетонного блока, к которому крепятся металлические рамы для поддержки башмаков каната и рельса. При почти одинаковом объеме бетона вес металла в них примерно в три раза меньше, чем в металлических; иногда крепление канатов выносится за пределы ее и устанавливается в отдельно стоящих фундаментах.

При расчете натяжных и якорных станций предусматривается возможность обрыва каната и одностороннего натяжения канатов во время монтажа. В симметричных станциях неуравновешенные горизонтальные силы обычно воспринимаются подкосами среднего пролета; иногда вместо средних ставят внешние подкосы.

При недостаточной высоте натяжных станций приходится сооружать дорогостоящие колодцы для натяжных грузов, которые должны быть защищены от скопления в них воды.

При расположении натяжных блоков следует иметь в виду, что переходная соединительная муфта несущего каната передвигается на величину хода натяжного груза, и это иногда определяет длину станции.

Длина станции зависит также от колеи дороги и возможного угла отклонения несущих канатов на отклоняющих башмаках, которые в натяжных устройствах желательно брать небольшими, чтобы свести к минимуму силу трения, погашающую регулировочную способность натяжного груза.

Металлические станции при высоте 3,0 м и высоте 9,0 м имеют длину от 6 до 18 м и вес от 5 до 12 тонн, причем меньшие цифры относятся к двойным якорным, большие – к двойным натяжным станциям. Рельсовый путь двойных якорных станций может быть выпуклый, а двойных натяжных- вогнутый, причем тяговый канат направляется роликовыми батареями.

Радиусы кривых определяются давлением от тягового каната на вагонетку, которое ограничивается в одном случае прочностью ходовых частей (выпуклый рельс), а в другом случае- вырыванием каната из зажима (вогнутый рельс). При вогнутом рельсе необходимо тщательно проверять прилегание тягового каната при различной загрузке дороги.

Лекция 8. Натяжение тягового каната

Для определения натяжения тягового каната в любом пункте дороги необходимо знать вес натяжного груза и потери тягового усилия на отдельных участках дороги

Натяжение должно быть выбрано таким образом, чтобы обеспечить надежную работу привода при все возможных в эксплуатации случаях загрузки дороги вагонетками как при установившемся движении, так и при пуске в ход и торможении. Исследованию подлежат три варианта загрузки:

- 1) Полная равномерная загрузка обеих линий (нормальные условия).
- 2) Частичная загрузка, когда отсутствует часть спускающихся вагонеток, что вызывает наиболее тяжелый силовой режим привода или возможность появления силового режима, если нормальный режим тормозной;
- 3) Частичная загрузка, когда отсутствует часть поднимающихся вагонеток, что вызывает наиболее тяжелый тормозной режим привода или возможность возникновения тормозного режима, если нормальный режим силовой.

В некоторых случаях (например, горизонтальная дорога) достаточно рассмотреть один или два варианта загрузки.

Для дорог, перевозящих грузы в обоих направлениях, необходимо принимать во внимание возможность временного отсутствия перевозки грузов в одном направлении, что имеет особое значение для дорог с тормозным проводом. Весьма желательно также иметь возможность кратковременной работы дороги и пусковой период с порожними вагонетками на обеих линиях.

Частичное отсутствие вагонеток на линии может быть вызвано случайными задержками в выпуске вагонеток со станции дороги, которая в этом случае должна быть остановлена. При правильной эксплуатации перерыв в выпуске вагонеток, включая время на остановку дороги не должна превышать 2-4 мин и зависит от способа управления приводами.

При наличии автоматики следует предусмотреть блокировку, останавливающую дорогу, при 1-2 мин (разрыв на две-три вагонетки). Соответственно с этим определяется возможная длина разрыва между вагонетками. Этот разрыв обойдет все кольцо дороги как по линии гружевых, так и по линии порожних

вагонеток и будет вызывать увеличение статистического сопротивления дороги на величину L , которая будет достигать максимума на наиболее круглых участках пути; поэтому может оказаться, что в одних случаях L возникает при расположении разрыва на линии груженых, а в других случаях - на линии порожних вагонеток. Кроме того следует обращать внимание, как будет отражаться величина L на минимальном натяжении каната у приводного блока, от которого зависит сила сцепления. Так при силовом режиме снятие части спускающих вагонеток не изменит натяжение определяющего силу сцепления в данном случае; если же снять часть спускающихся вагонеток на обратной линии, то натяжение повысится, что увеличит силу сцепления. Поэтому в каждом частном случае следует выявить наиболее неблагоприятное положение разрыва, как для силового так и для тормозного режима.

При анализе возможных неблагоприятных комбинаций загрузки линии необходимо проверять, не будет ли силовой режим переходить в тормозной и наоборот, такой переход, как показывает практика, может привести к неожиданным авариям, если не приняты специальные меры.

Натяжные устройства тягового каната применяются исключительно грузового типа, т.к. длина каната на линии значительно меняется в зависимости от числа и расположения вагонеток.

Обычно пользуются катушим натяжным устройством (рис.10,а). Висячее подвесное устройство (рис.10,б) применяется главным образом для маятниковых дорог.

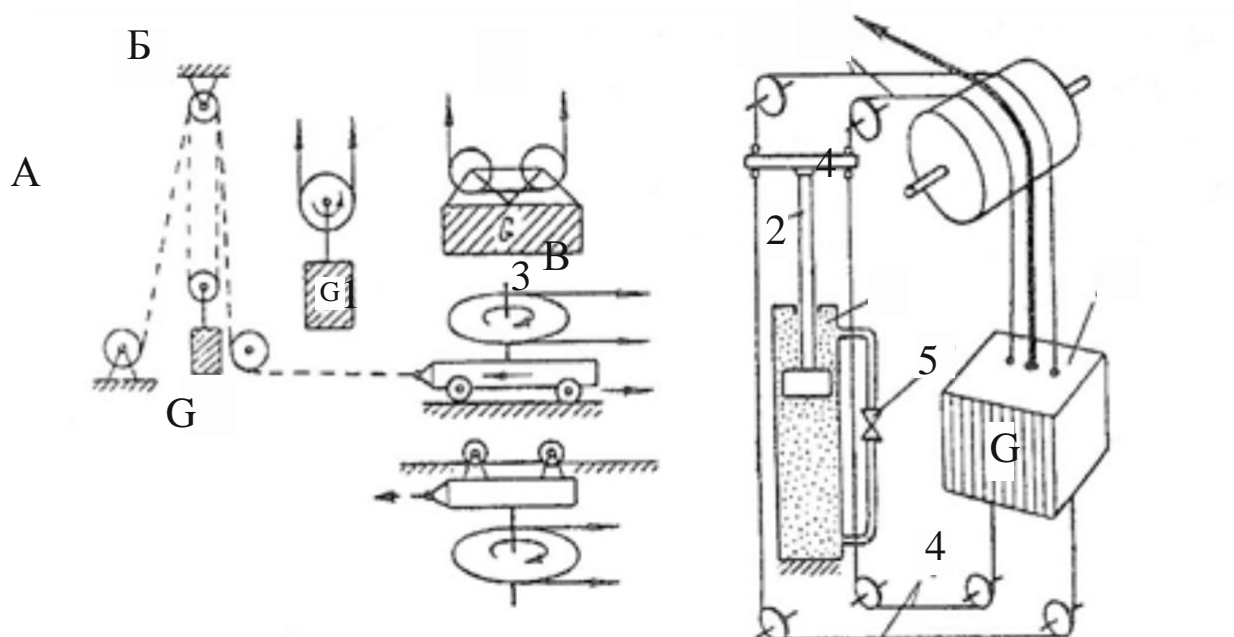


Рис.10. Натяжные устройства тягового каната

Для гашения колебаний груза, особенно ощутимых в маятниковых быстроходных дорогах, применяется демпферное устройство (рис.10,в). В качестве демпфера используется гидравлический цилиндр 1, шток 2 которого связан с грузом 3 вспомогательными канатами 4, а поршневая и штоковая полости соединены трубопроводом через дроссель 5.

Блок натяжной тележки (рис.11) устанавливается горизонтально или наклонно с таким расчетом, чтобы канат набегал на его канавку без перекоса

.

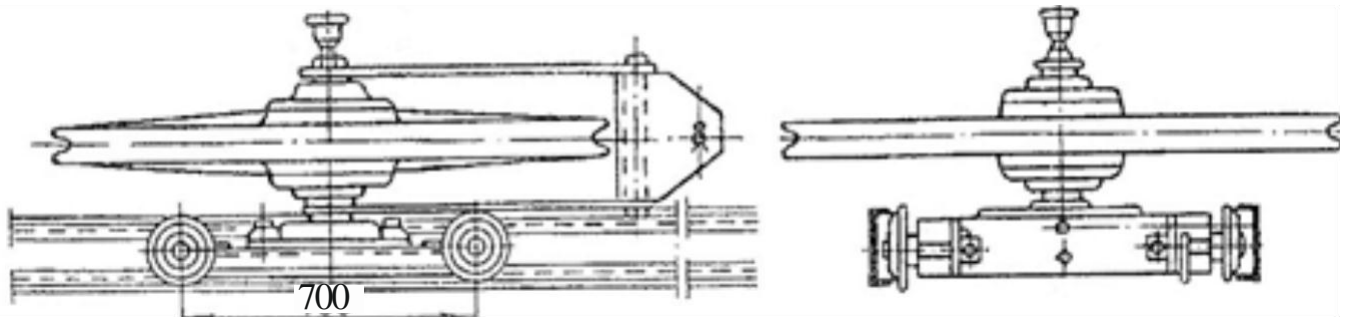
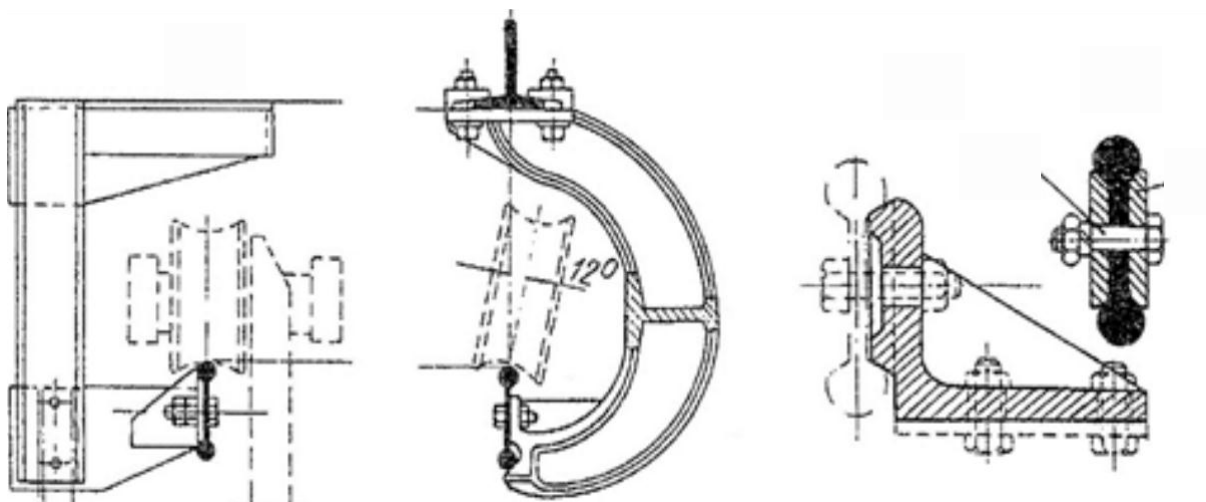


Рис.11.Катучая натяжная тележка

Лекция 9. Приводы

Нормальные желобчатые приводы (рис.13) имеют металлическую раму 1, на которой установлены приводной 2 и направляющие блоки 3, электродвигатель 4, редуктор 5, рабочий тормоз 6 колодочного типа и аварийный тормоз 7 ленточного типа. Последний, автоматический включается центробежным устройством 8, а также может быть включен машинистом.



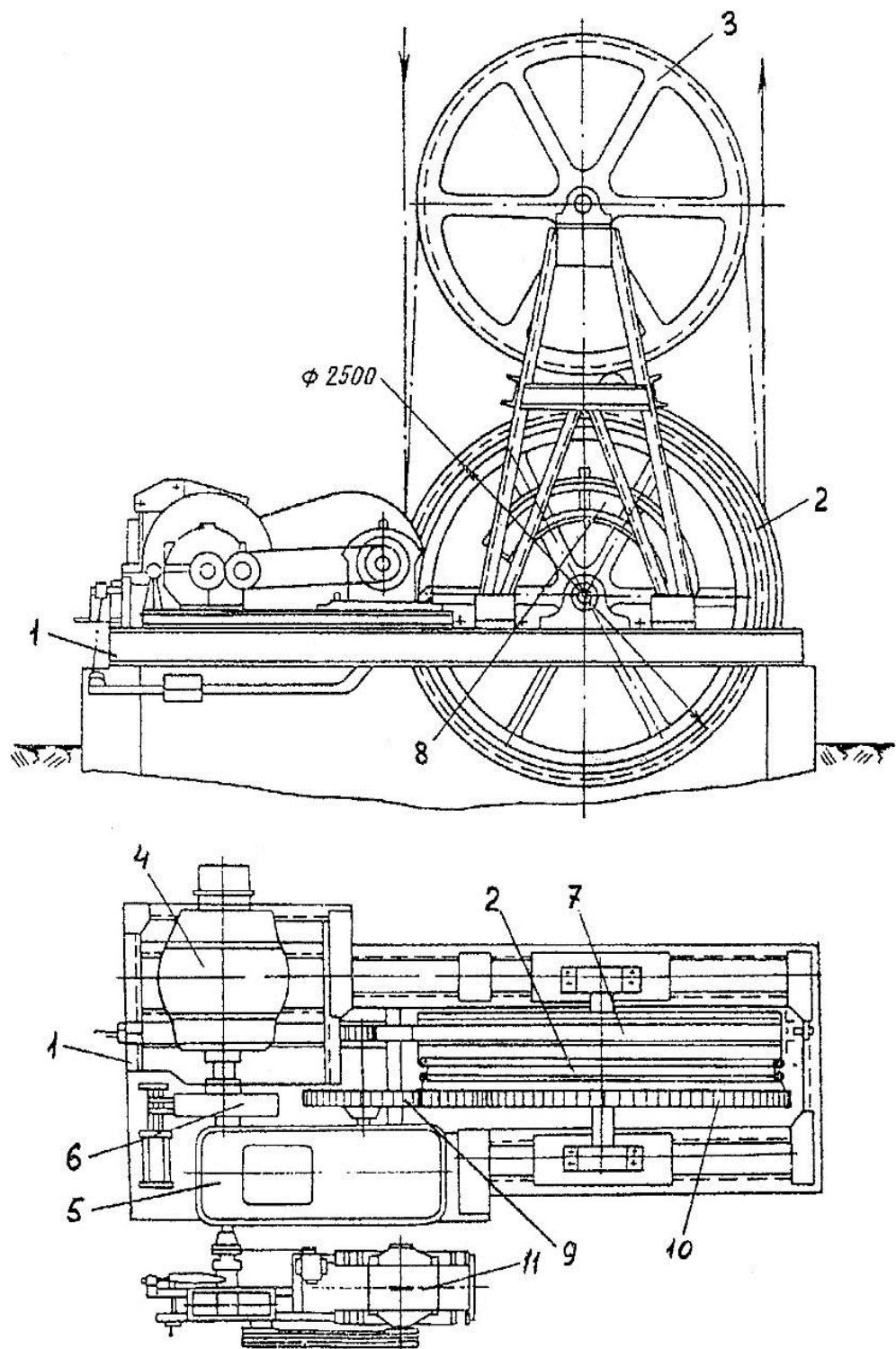


Рис.13. Двухжелобчатый тормозной привод

Приводной блок 2 соединен с редуктором 5 через открытую пару зубчатых колес 9 и 10. Для ревизионной скорости имеется вспомогательный двигатель 11.

Уравнительный привод состоит из ряда одножелобчатых приводных блоков, которые приводятся во вращение от одного общего двигателя и связаны между собой дифференциальными передачами, позволяющими каждому блоку вращаться с разным числом оборотов. Благодаря этому происходит выравнивание линейных скоростей канатов на всех приводных блоках независимо от диаметра и исключается, следовательно, возможность проскальзывания каната на блоке и перенапряжения ветвей каната внутри привода.

В уравнительном приводе с коническим симметричным дифференциалом (рис.14) двигатель через шестерню 4 и вал 5 приводит во вращение водило 6, которое через сателлиты 7 распределяет поровну крутящий момент между коническими шестернями 8 и 9. Последние жестко соединены с цилиндрическими шестернями 12 и 10, которые через колеса 11 и 13 передают вращение приводным блокам 1 и 2, между которыми расположен направляющий блок 3. Приводные блоки 1,2 и зубчатые колеса 11, 13 установлены на вертикальном валу 16.

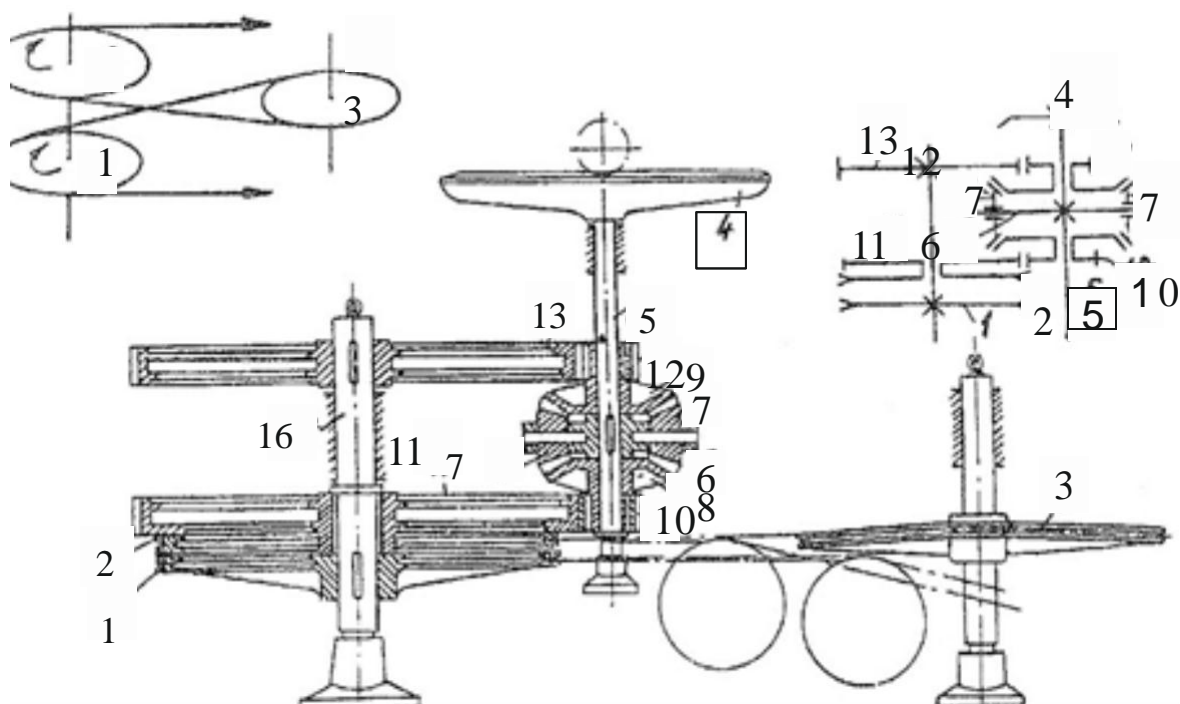


Рис.14.Уравнительный привод

Если блоки вращаются с одинаковой угловой скоростью, то конические шестерни 8 и 9, а вместе с ними и водило 6 имеют одинаковое число оборотов, равное числу оборотов приводного вала 5; при этом сидящие на водиле шестерни 7 не вращаются. Дифференциал начинает работать, выравнивая окружные скорости блоков, только тогда, когда блоки и жестко связанные с ними конические шестерни 8 и 9 получают разное число оборотов, причем шестерни 7 начинают вращаться вокруг своей оси.

При одинаковом передаточном числе между шестернями 12, 13 и 10, 11 и одинаковом радиусе приводных блоков крутящие моменты и окружные усилия их также будут равны между собой.

Приводы с повышенным сцеплением. Повышение сцепления в приводах этого типа достигается путем увеличения силы давления между канатом и блоком посредством зажимов или прижимов, расположенных на ободу блока.

Приводные блоки с зажимами имеют зажимы ножничного типа, в которых канат расклинивается под действием радиального давления, вызываемого натяжением каната.

Ножничные зажимы стоячего типа (рис.15,а) представляют собой два связанных между собой пружиной 1 двухплечих рычага 2, которые соединены шарнирно (ось 6) и опираются нижними концами на поверхность обода 3.

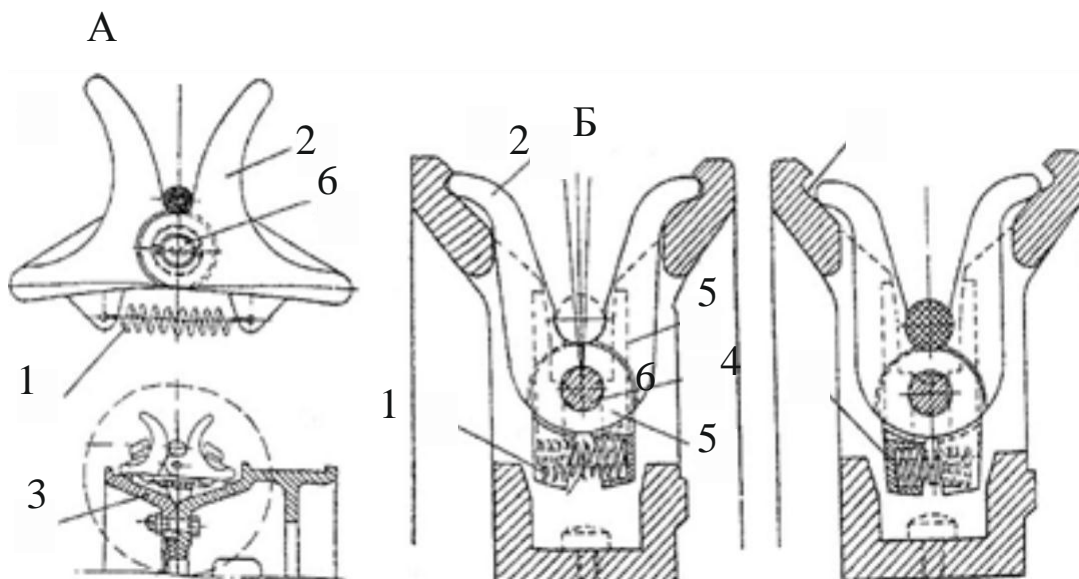


Рис.15.Блоки с ножничными зажимами

При зажимах висячего типа (рис.15,б) удлиненные концы рычагов 2 опираются на боковые криволинейные поверхности обода 3, а в полостях коротких плеч 4 расположена пружина 1. Во всех случаях пружина служит для раскрытия щек зажима.

При замыкании зажимы опускаются к центру блока, перемещаясь в направляющих 5.

Повышенную силу сцепления возможно достигнуть путем устройства блоков с прижимами, которые создают боковые поджатия каната (рис.16). Прижимы 1 отжимаются для освобождения каната 2 посредством рычажной системы 3 с роликами 4, катящимися по направляющим 5. Направляющие 5 имеют зону включения 6 и зону выключения 7. Сцепление каната 8 с блоком возникает в результате действий радиального давления g , вызванного натяжением каната, бокового давления p от действия пружин 8 и реактивного бокового усилия $(p-\mu q)$.

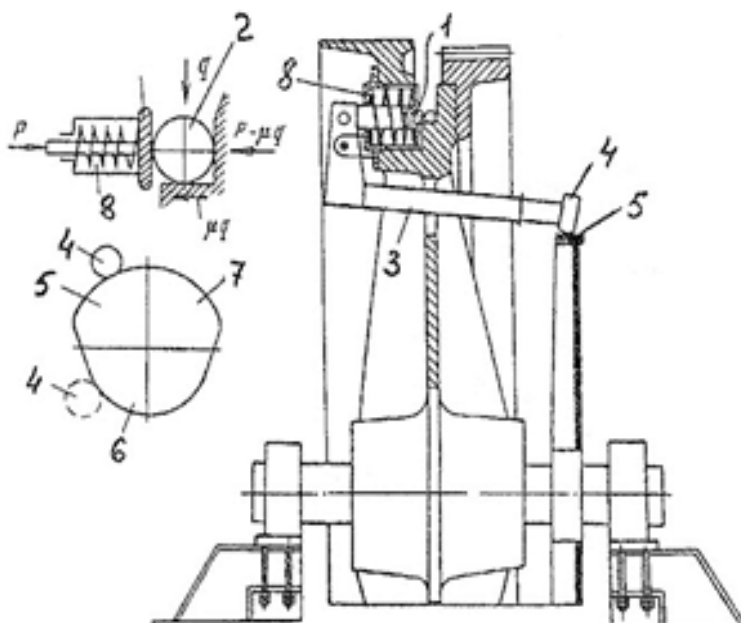


Рис.16.Блок с прижимами

Лекция 10. Вагонетки канатных дорог.

Вагонетки канатных дорог (рис.17) состоят из ходовой тележки 1, подвески 2 и кузова 3. Подвеска шарнирно подвешивается к ходовой тележке, сохраняя постоянно вертикальное положение.

Для соединения с тяговым канатом 4 вагонетки снабжаются сцепными приборами 5, которые обычно помещаются на ходовой тележке, составляя с ней одно целое (рис.17,а). В некоторых конструкциях сцепное устройство располагается на подвеске в виде прикрепленного к ней самостоятельного прибора (рис.17,б).

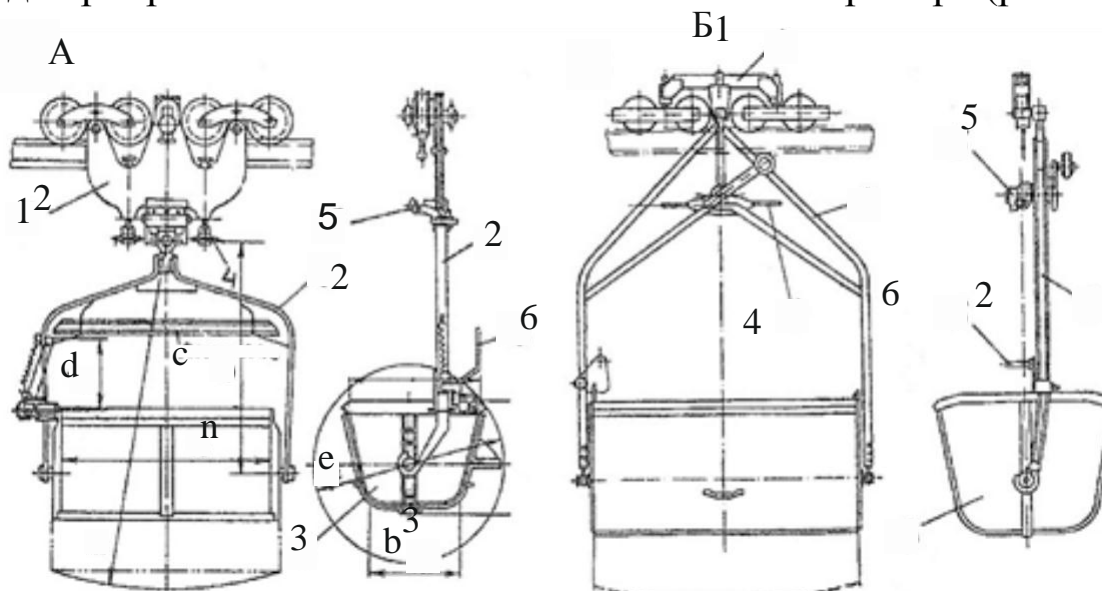


Рис.17.Вагонетки с опрокидными кузовами

Кузов для сыпучих материалов обычно применяется опрокидной, с трапециевидным сечением, выполненным из листовой стали толщиной 3–5мм. Кузов 3 удерживается концом двухплечего рычага-задвижки 6, который ударяется при разгрузке вагонеток об упор. Для опрокидывания ось цапфы размещают эксцентрично на 10–20мм, причем центр тяжести груженого кузова должен быть выше, а порожнего ниже оси вращения, что обеспечивает возврат порожнего кузова в исходное положение.

При больших емкостях часто применяется кузов с раскрывающимся днищем.

Для перевозки штучных грузов вагонетки снабжаются платформами, которые прикрепляются к подвеске. Для облегчения разгрузки штучных грузов, допускающих скатывание или сбрасывание, платформа может быть сделана опрокидной (рис.18,а). Вместо платформы вагонетка может быть снабжена захватами, охватывающими груз снизу, раскрытию которых производится направляющей шиной.

Лесные материалы небольшой длины укладываются непосредственно на подвеску изогнутой формы. Бревна, доски,

рельсы, трубы и другие длинные грузы перевозятся на двухспаренных вагонетках (рис.18,б); при этом подвески должны иметь вертикальные шарниры, позволяющие обеим ходовым тележкам свободно поворачиваться при подходе горизонтальных кривых. В спаренных вагонетках расстояние между осями ходовых тележек должно быть не менее 3.0м из условия последовательности прохождения ими зоны включения и выключения.

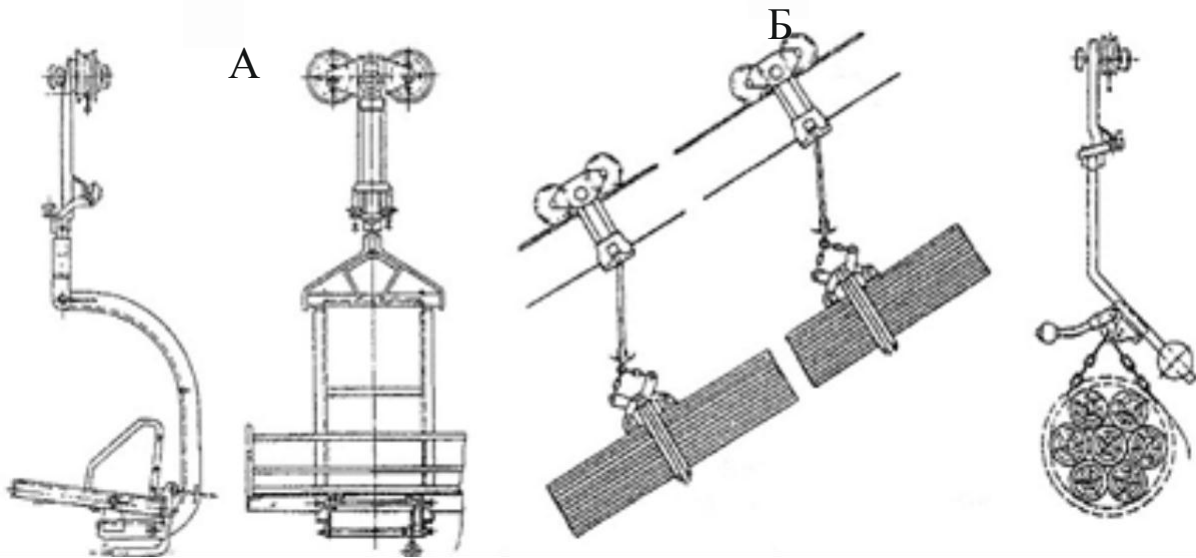


Рис.18.Вагонетки для кип, досок и бревен

Для смазки несущих канатов применяются специальные смазочные вагонетки, которые периодически выпускаются на линию и подают на канат тонкую струю масла из расположенных на них масляных баков.

Для осмотра линии целесообразны специальные служебные вагонетки, представляющие собой огражденную платформу для перевозки двух человек.

Подвески выполняются обычно сварными из полосовой стали.

Ходовые тележки имеют сварной или литой стальной корпус с четырьмя или двумя ходовыми колесами на опорах качения.

В четырехколесных тележках (рис.19) колеса 1 посажены попарно на балансирах 2, которые соединяются с корпусом посредством двух шарниров, горизонтального 3 и вертикального 4, что позволяет проходить вертикальные и горизонтальные кривые

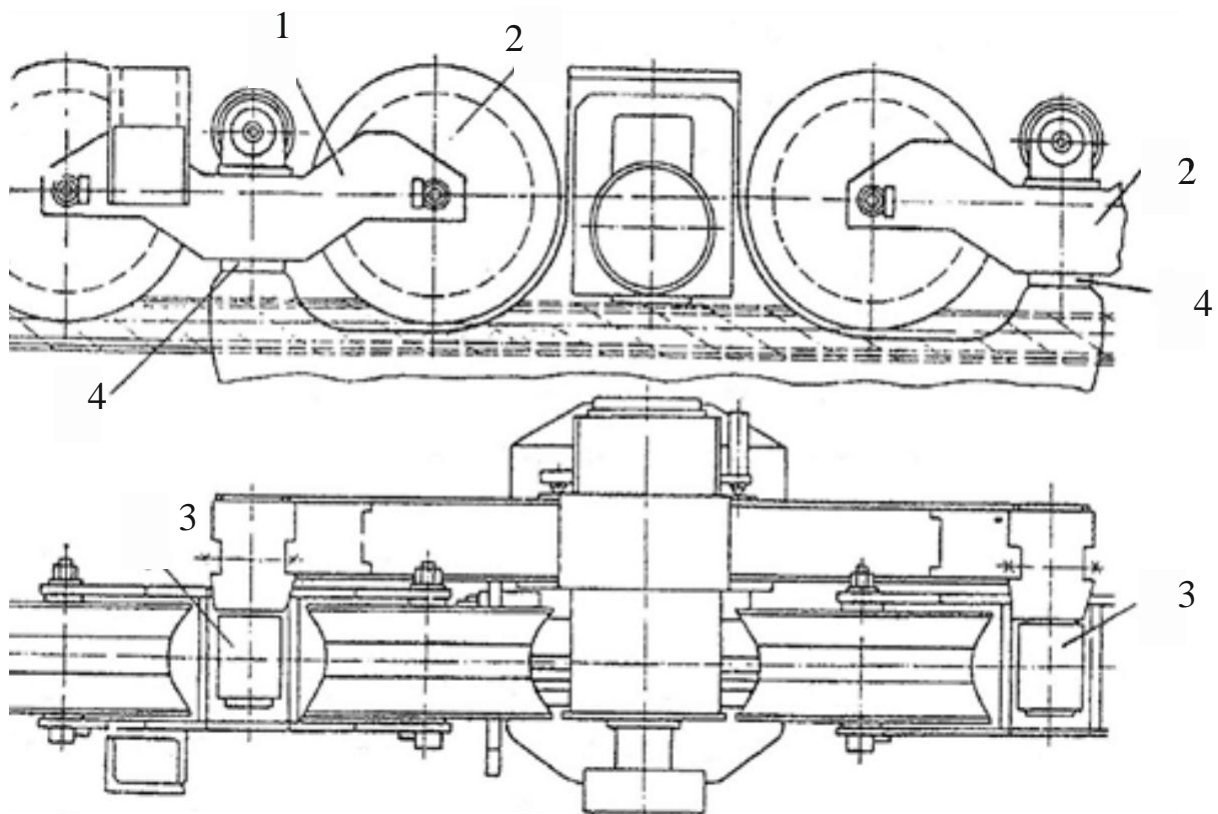


Рис.19.Ходовая тележка вагонетки

Профиль обода колеса (рис.20) зависит от диаметра соединительной муфты. На средней части обода делается канавка 1 соответственно диаметру несущего каната 2 для уменьшения контактных напряжений.

Колеса изготавливаются стальными. Применение чугунных колес способствует повышению долговечности каната, однако чугунные колеса быстро истираются и это препятствует их использованию.

Ходовое колесо вращается на двух шарикоподшипниках 3, внутренние обоймы которых упираются в буртик втулки 4, а внешние зажимаются между кольцом 5 и крышкой 6 торцевого лабиринтного уплотнения. Смазка к подшипникам подводится через пресс-масленки 7.

При отсутствии соединительных муфт несущего каната и особенно при маятниковом движении используют колеса с резиновым или полиамидным ободом (рис.20,б), который значительно повышает срок службы каната.

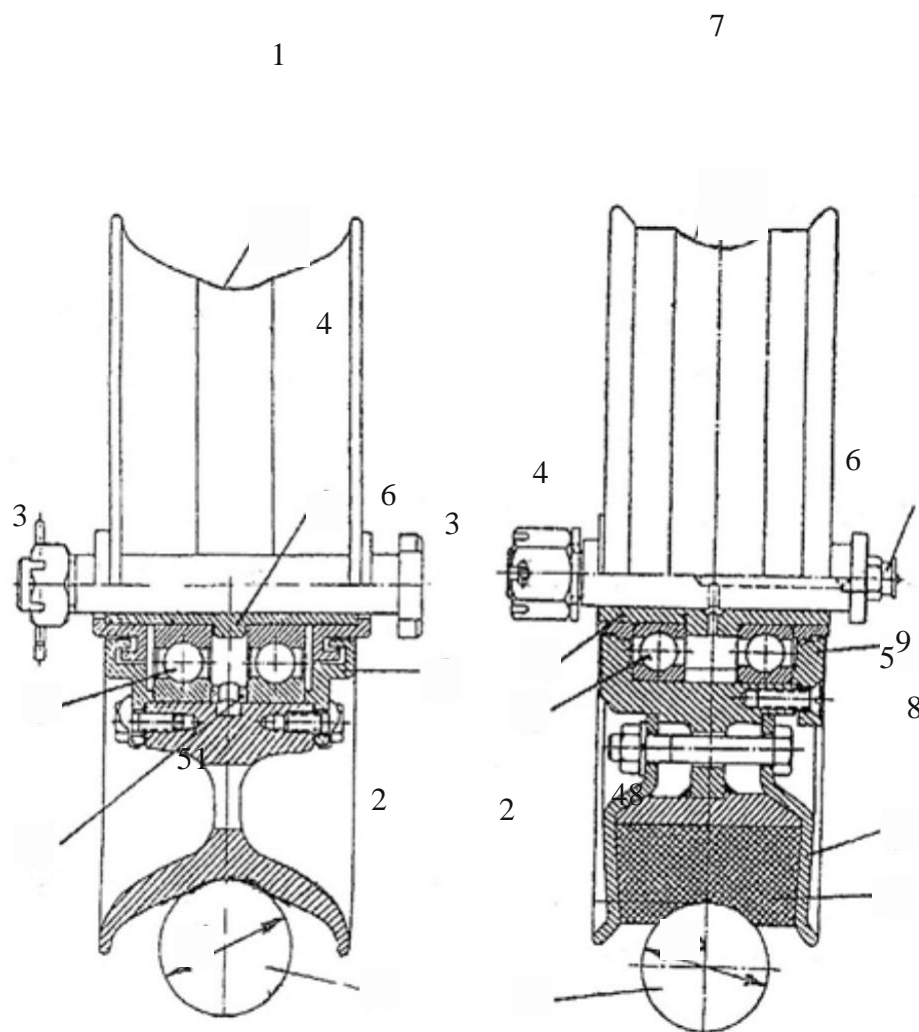


Рис.20.Ходовые колеса вагонеток

Обод 8 выполняется в виде съемного резинового кольца или путем заливки. Кольцо ставится с натягом в размере 5% и сжимается боковыми щеками 9.

Лекция 11. Сцепные приборы

Сцепные приборы являются одной из наиболее ответственных деталей канатных дорог. Их конструкция должна обеспечивать надежность и плавность автоматического сцепления и расцепления вагонеток с тяговым канатом, достаточную силу сцепления для преодоления крутых подъемов пути (до 30–40°) и возможность автоматического обхода горизонтальных блоков и вертикальных роликовых батарей с минимальной величиной снятия тягового каната.

По принципу устройства современные конструкции сцепных приборов можно разделить на две группы:

-цепные приборы грузового действия, в которых зажатие каната производится весом подвески и кузова;

-цепные приборы принудительного действия—винтовые и пружинные,—зажимающие канат посредством пружинного или винтового устройства, на которое воздействует давление направляющей шины.

Во всех случаях необходимо, чтобы к моменту начала зажатия каната в губках цепного прибора вагонетка приобрела скорость движения каната. Это достигается на наклонном участке самоката или посредством механического толкателя. Закрытие и открытие губок зажима протекает автоматически под действием включающих шин. Выключение вагонетки также происходит автоматически.

Грузовые цепные приборы

Характерным представителем грузового цепного прибора с ползунами рычажной передачей является тележка Союзпром-механизации (рис.21). Подвеска 1 с кузовом шарнирно (ось2) крепится к ползуну 3. В верхней части ползуна закреплена ось 4 с выключающими роликами 5. Ползун 3 скользит в направляющих 6 сварной рамы тележки 7 и опирается на конец двухплечевого рычага 8, являющегося подвижной щекой зажима. Неподвижная щека 9 прикреплена к раме 6. Под действием веса подвески с кузовом ползун 3, опускаясь, поворачивает щеку 8 относительно оси 10 и сжимает тяговый канат 11. Раскрытие зажима происходит при подъеме выключающих роликов 5, набегающих на наклонную шину12. От поперечного смещения при закрытии и открытии цепного прибора тележка 7 удерживается направляющими роликами 13 и горизонтальными блоками 14. Направление тягового каната фиксируется двумя близко расположенными роликами 15.

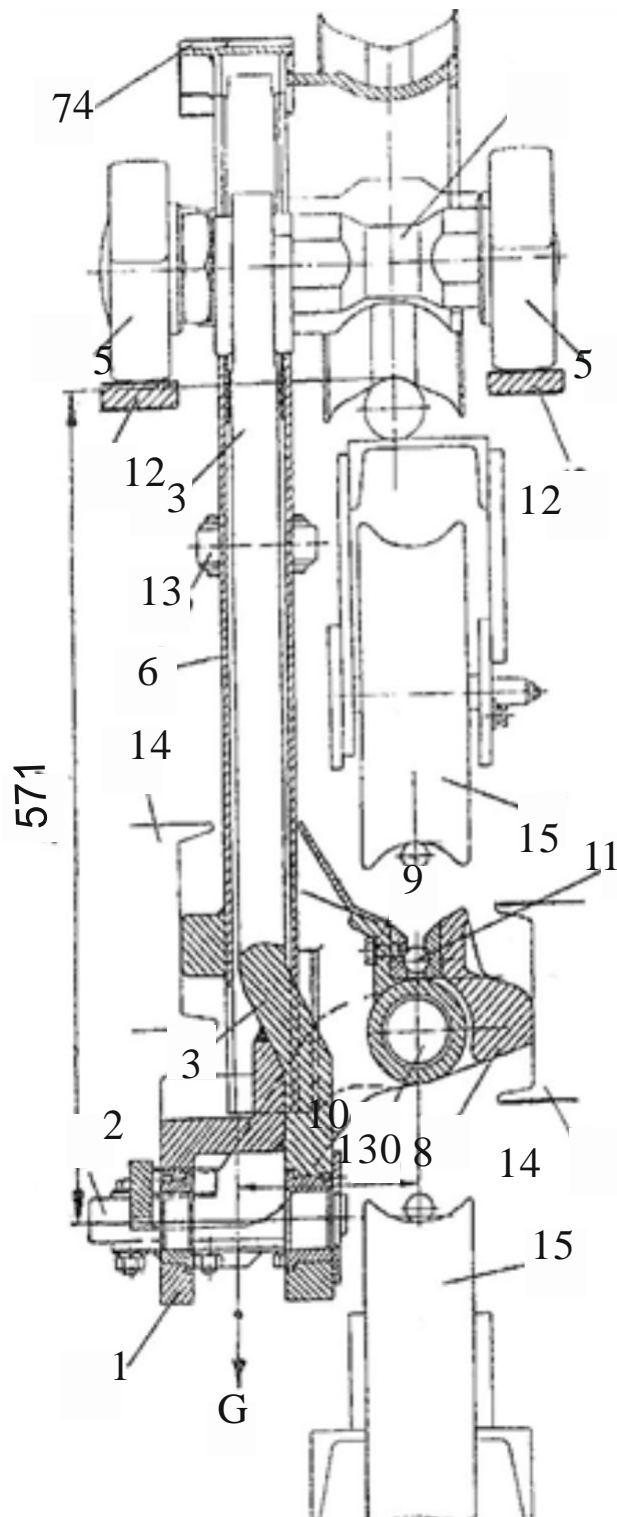


Рис.21.Тележка с грузовым сцепным прибором

Винтовые сцепные приборы

Винтовой прибор, (рис.22) прикрепляется шарнирно к подвеске 1 вагонетки. Прибор состоит из винта 2 с участками мелкой 3 (угол $2-3^\circ$) и крупной 4 (угол 45°) резьбы с двумя гайками 5 и 6

–щеками зажима, которые перемещаются при повороте рычага 7. гайка 6 зажима в начале быстро приближается к тяговому канату, пока не пройдет короткий участок крупной резьбы, соответствующий выбору зазора между тяговым канатом и щеками, после чего она останавливается. При дальнейшем вращении рычага 7 вторая гайка 5, посаженная на мелкой резьбе, продолжает медленное движение и постепенно прижимает с большой силой тяговый канат 8 к остановившейся гайке 6.

При обратном повороте рычага гайка 6 быстро отходит по крупной резьбе, освобождая тяговый канат. Благодаря различной скорости движения обеих щек достигаются быстрое и большое раскрытие щек зажима и вместе с тем медленное и сильное сжатие каната в момент включения. Точная регулировка зажима по диаметру каната выполняется с помощью втулки 9. Вертикальное перемещение тягового каната ограничено роликами 10.

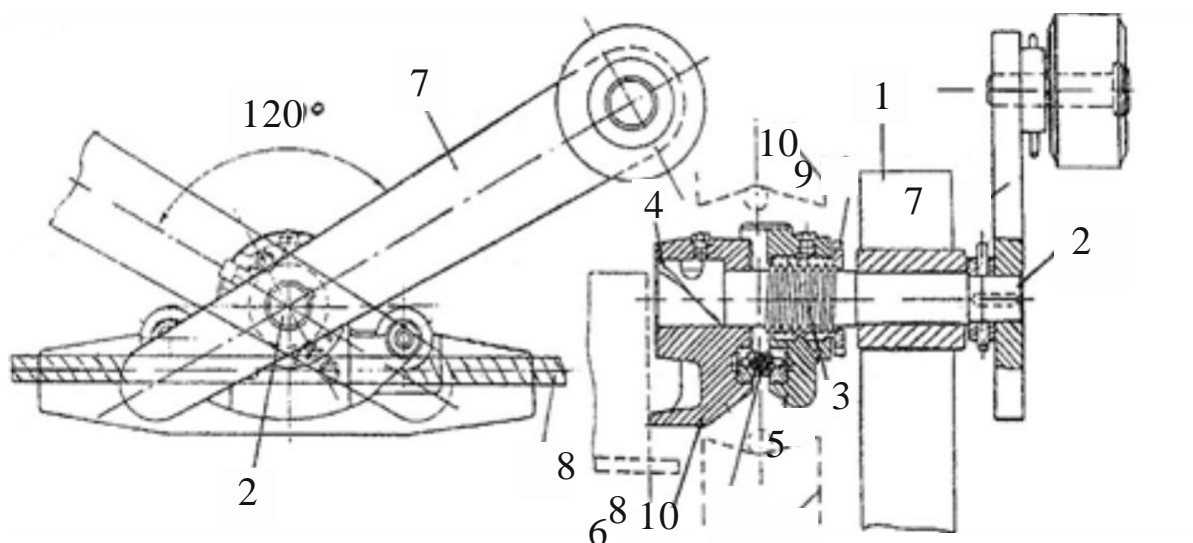


Рис.22.Винтовой сцепной прибор

Сцепление и расцепление вагонетки с канатом происходят автоматически при помощи направляющих шин. Вагонетка подвозится к месту включения (рис.23,а), где рельсу 1дается наклон для увеличения скорости вагонетки 2 до скорости движения каната 3. Груз 4, находящийся на рычаге 5 сцепного прибора, катясь по направляющей шине 6, поворачивает рычаг 5 и доводит его почти до вертикального положения 5', которое соответствует началу соприкосновения щек зажима с тяговым канатом. В этот момент Рычаг 5' ударяется нижним плечом об упор 7 и отбрасывается в крайнее положение 5'', сжимая канат

в щеках с большой силой. Резьба зажима выполняется самотормозящейся, вследствие чего зажатие каната в щеках, полученное в месте включения, сохраняется неизменным во время движения по линии дороги.

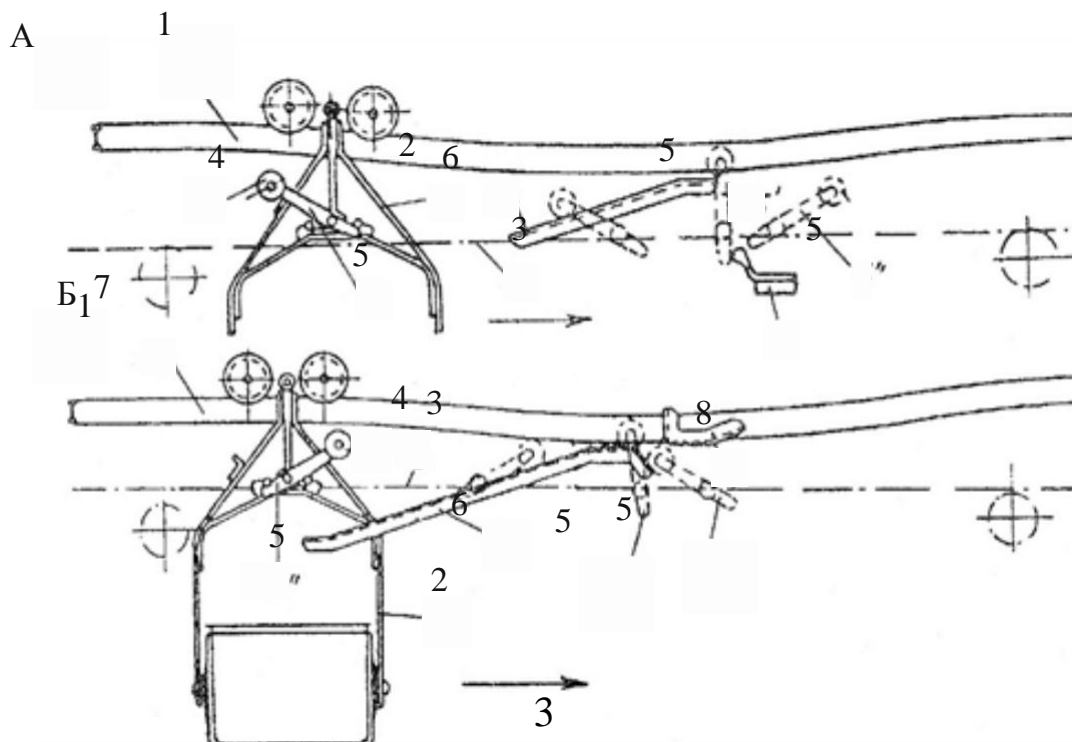


Рис.23.Схема работы винтового сцепного прибора

При расцеплении вагонетки с тяговым канатом (рис.23,б) груз 4 рычага 5" зажима набегает на направляющую шину 6, которая поворачивает рычаг в первоначальное положение 5,соответствующее полному раскрытию щек зажима, причем для перехода через мертвое положение 5' служит вторая направляющая шина 8.

Лекция 12. Концевые станции

Концевые станции могут быть погрузочными, разгрузочными и обводными. В последнем случае разгрузка вагонеток происходит на линии, и они и обходят концевой путь станции без погрузочно-разгрузочных операций.

Погрузочные станции имеют устройство для загрузки вагонеток.

Автоматическая погрузка вагонеток из бункеров может производиться с отключением и без отключения вагонеток от тягового каната.

Погрузка без отключения от каната (на ходу) может выполняться двумя способами:

- посредством плужка (косого щита), прикрепленного к вагонетке и сгребующего материал с горизонтальной полки щелевого бункера;

- с помощью катучего мерного бункера, увлекаемого движущейся вагонеткой в течение короткого времени, за которое происходит пересыпание груза в кузов вагонетки.

В виду значительных трудностей выполнения последних способов в настоящее время применяется автоматическая погрузка с отключением вагонеток от каната.

Погрузка вагонеток в этом случае производится при помощи затворов, объемных или весовых дозаторов и питателей.

Объемный дозатор (рис.24) представляет собой поворотный ковш 1 емкостью на одну вагонетку с секторным затвором 2. Затвор осью 3 связан с ковшом 1, а тягой 4—со станиной затвора 5. При повороте ковша 1 относительно оси 6 затвор 2 скользит по тяге 4 и начинает открываться только после того, как конец тяги 4 упрется в цапфу 7 затвора; этому моменту соответствует полное перекрытие отверстия бункера 8 хвостовой частью ковша. Около дозатора расположены нормально открытый аншлаг 9 с выключающей шиной 20 и переключатель 10, который переводится вагонеткой и тем самым закрывает аншлаг и пускает в ход привод дозатора. Привод дозатора имеет двигатель 11, редуктор 12 и кривошипный механизм 13, шарнирно прикрепленный к днищу 14 ковша 1.

К моменту остановки вагонетки аншлагом 9 (через 5 секунд после прохода переключателя) ковш поворачивается на 30° , открывается затвор 2 и происходит высыпание материала. Лучшей разгрузке ковша способствует вибратор 15, установленный снизу на днище 14 ковша 1. По окончании загрузки вагонетки (закрытие затвора) командо-аппарат 16, связанный с дозатором, открывает аншлаг 9, и вагонетка 17 увлекается подвесным конвейером 8, в то время как продолжается опускание ковша. Во время смены вагонеток у дозатора происходит загрузка ковша 1 из бункера 8. Для успокоения потока материала установлен цепной отражатель 19 с резиновым полотном

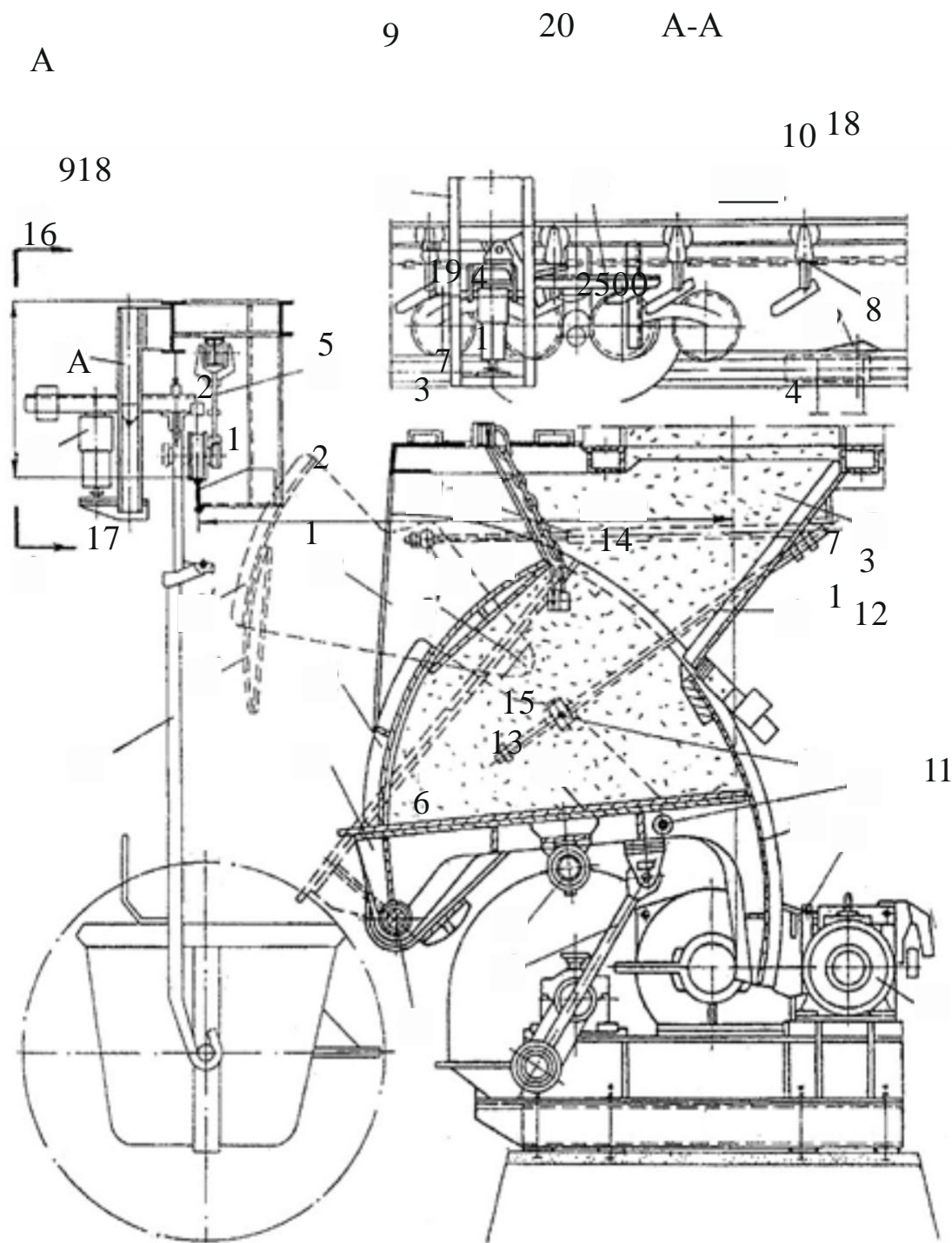


Рис.24.Объемный дозатор

Автоматическая разгрузка кузовов может производиться во время движения вагонетки по несущему канату или рельсу без расцепления вагонетки с тяговым канатом. Для этого в соответствующих местах устанавливаются неподвижные

и передвижные упоры. При ударе рычага вагонетки об упор задвижка открывается и кузов опрокидывается. Упоры часто выполняются управляемыми с помощью электромагнитов.

Автоматический возврат опрокидных кузовов в исходное положение может осуществляться гравитационными или принудительным путем. В первом случае центр тяжести порожнего кузова должен лежать значительно ниже центра его вращения. Во втором случае к днищу прикрепляется палец, который скользит по расположенной на станции направляющей шине. В обоих случаях задвижка кузова снабжается пружиной или противовесом для автоматического запираения кузова.

Лекция 13. Защитные устройства

Основным назначением защитных устройств является ограждение расположенного под ними пространства от возможного падения кусков груза из вагонеток. Они также должны служить защитой на случай аварийного падения всей вагонетки.

В качестве последних, нашли применение предохранительные мосты и предохранительные сети.

Предохранительные мосты выполняются металлическими или деревянными имеют различную форму и размеры в зависимости от условий пересечения. В тех случаях, когда они служили ограждением от падения только отдельных кусков груза, падение небольших масс не будет оказывать существенного влияния на прочность моста, который может быть сделан невысоким даже при высоком расположении несущих канатов. При расчете предохранительного моста на возможность падения вагонетки высота падения будет играть значительную роль для прочности сооружения. Поэтому необходимо по возможности приблизить ограждающую платформу моста к габариту вагонетки (на канате), сохраняя минимальный зазор между ними в размере 0,3 мм. С этой целью по краям моста ставят одну или две опоры для несущего каната, а пролетное строение часто делают наклонным. При длине моста свыше 20 метров целесообразно устройство промежуточных опор.

Предохранительные мосты большой длины иногда снабжаются подвесным рельсовым путем, по которому происходит движение вагонеток. Они могут быть выполнены также в виде висячих

мостов. Для смягчения удара в зоне падения ставится двойной или тройной деревянный настил с зазорами между слоями. Кроме того, пролетное металлическое строение полезно выполнять на пружинных опорах, частично поглощающих энергию удара. Ширина моста назначается из условия, чтобы вагонетка с учетом поперечного отклонения ее на 14% не выходила за пределы мостового настила. При большой высоте несущего каната над землей применяют мосты с остроугольным верхом, секция такого моста длиной 6,0 м требует затраты 7,0 тс металла и 18 м дерева.

Предохранительная сеть представляет собой металлическую проволочную сетку 1 (рис.25), с ячейками такой величины, чтобы они не пропускали кусков перевозимого груза за исключением небольших частиц, падение которых не может нанести никакого вреда. При мелких материалах для увеличения прочности ставят также двойную сетку, в этом случае рекомендуется поверх сетки 100х100 мм укладывать сетку с ячейками от 20 до 40 мм. В особых случаях, когда требуется полная непроницаемость, поверх сетки (или взамен ее) может быть уложено волнистое железо.

Сеть поддерживается сетевым и канатами 2, которые через 3–4 м соединены между собой уголковыми поперечинами 3. Сети следует делать корытообразной формы, так как при плоских сетях существует опасность скатывания вагонетки на землю.

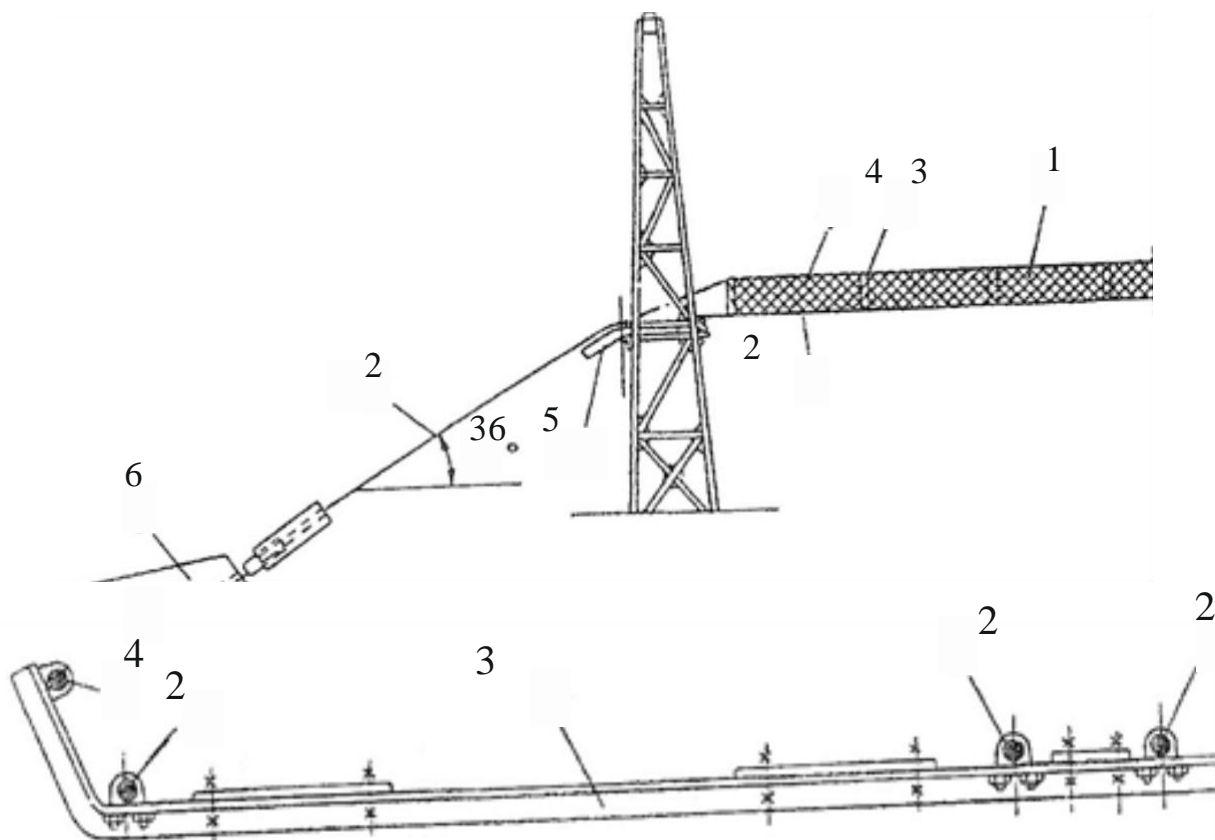


Рис.25.Предохранительная сеть

Ширина сети должна превышать колею дороги не менее чем на 4,0м, кроме того, в больших пролетах (более 250 м) следует проверить, чтобы вагонетки не выходили за границу сети при отклонении их под действием ветра рабочего состояния. Расстояние между средними канатами назначается более 1300 мм при металлических и более 350 мм при деревянных опорах. В качестве сетевых канатов применяются спиральные канаты открытого типа (желательно оцинкованные) диаметром 25-45 мм с толщиной проволоки не менее 3 мм. Загнутые края корытообразной сети окаймляются бортовыми канатами 4 или круглой сталью. Количество сетевых канатов—четыре или три в зависимости от нагрузки и колеи дороги. Сетевые канаты поддерживаются на опорах сетевыми башмаками 5. Концы канатов отводятся к поверхности земли и анкеруются в отдельных фундаментах 6.

Для уменьшения ударной нагрузки расстояние между сетью и габаритом вагонетки должно быть минимальным.

Использованная литература

1. Дукельский А.И. Подвесные канатные дороги и кабельные краны.-М.:Машиностроение,1966.
2. Беркман М.Б. Подвесные канатные дороги.-М.:Машиностроение,1984.
3. Климов М.Е., Устройство и эксплуатация подвесных канатных дорог.-М.:Гортехиздат,1960.

Содержание

Лекция 1. Назначение, область характеристика, общее устройство подвесных канатных дорог	1
Лекция 2. Несущие и тяговые канаты подвесных канатных дорог	4
Лекция 3. Эксплуатационное обслуживание канатов	7
Лекция 4. Муфты несущих канатов	10
Лекция 5. Опоры канатных дорог	13
Лекция 6. Направляющие блоки тягового каната и якорно-натяжные устройства несущих канатов	15
Лекция 7. Натяжные якорные станции	19
Лекция 8. Натяжение тягового каната	21
Лекция 9. Приводы	24
Лекция 10. Вагонетки канатных дорог	28
Лекция 11. Сцепные приборы	32
Лекция 12. Концевые станции	36
Лекция 13. Защитные устройства	39