МИНИСТЕРСТВО УГОЛЬНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ СССР
Шахтопроект
Всесоюзный центральный государственный институт по проектированию
и технико- экономическим обоснованиям развития угольной промышленности
ЦЕНТРОГИПРОШАХТ

МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ

по применению и проектированию трубопроводного контейнерного пневмотранспорта на угольных предприятиях

Москва 1973

gost.e-ecolog.ru

МИНИСТЕРСТВО УГОЛЬНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ СССР

ШАХТОПРОЕКТ

Всесоюзный центральный государственный институт
по проектированию и технико-экономическим обоснованиям развития угольной промышленности
ЦЕНТРОГИПРОШАХТ

МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ПРИМЕНЕНИЮ И ПРОЕКТИРОВАНИЮ ТРУБОПРОВОДНОГО КОНТЕЙНЕРНОГО ПНЕВМОТРАНСПОРТА НА УГОЛЬНЫХ ПРЕДПРИЯТИЯХ

Москва 1973

В В Е Д Е Н И Е

Настоящие методические указания разработаны в соответствии с решением расширенного заседания секции промышленного транспорта Научно-технического Совета Министерства угольной промышленности СССР от 18 апреля 1972 г. и содержит: технические решения по основным конструкциям трубопроводного контейнерного пневмотранспорта; методические рекомендации по применению этого вида транспорта на угольных предприятиях и расчеты экономических показателей.

ОГЛАВЛЕНИЕ

стр.

Введение..... 1

1. Возможные области применения трубопроводного контейнерного пневмотранспорта..... 1

2. Принципиальные технологические схемы трубопроводного контейнерного пневмотранспорта..... 2

3. Технологические комплексы и их оборудование..... 4

комплекс погрузки..... 4

комплекс разгрузки..... 8

Трубопроводы..... 9

Подвижной состав..... 15

Компрессорные станции..... 16

Схемы воздухопроводных сетей и их расчет 21

Автоматизация работы установки..... 22

4. Расчет основных параметров установки..... 22

5. Расчет экономических показателей..... 41

1. Возможные области применения трубопроводного контейнерного пневмотранспорта

Трубопроводный контейнерный пневмотранспорт целесообразно рассматривать при перевозках: угля с шахт на обогатительные фабрики, породы с шахт и обогатительных фабрик в породные отвалы, строительных и закладочных материалов из карьеров на площадки шахт.

Ориентировочно, при равных местных условиях с другими видами транспорта, его следует считать конкурентно-способным при грузообороте от 500 до 5000 тыс.т в год.

При этом следует также учитывать следующие его преимущества по сравнению с другими распространенными видами внешнего транспорта:

независимость от климатических и сезонных условий;

большую безопасность в эксплуатации;

независимость работы от других видов внешнего транспорта;

сохранность груза при транспортировке;

возможность высокой степени механизации и автоматизации;

простота и высокая надежность в эксплуатации;

сравнительно малая трудоемкость;

большая индустриальность методов строительства

2. Принципиальные технологические схемы трубопроводного контейнерного пневмотранспорта

Трубопроводный контейнерный пневмотранспорт представляет собой систему трубопроводов, по которым с помощью давления воздуха /или вакуума/ создаваемого компрессорными установками, движутся в заданном направлении контейнеры /отдельные или в составах/.

Применение контейнеров на колесном ходу позволяет перемещать их сравнительно небольшими перепадами давления, что дает возможность использовать нивконапорные трубы из недифицитных малоуглеродистых сталей, железобетонные и др., а также воздуходувки и нагнетатели.

При этом виде транспорта перевозка грузов может осуществляться как по одной трубе в цикличском реверсивном режиме, так и по двухтрубной системе. Компрессорные станции в зависимости от расстояния перевозки и грузооборота могут быть головными и промежуточными.

Однотрубная схема конкуренто-способна при сравнительно небольших грузопотоках /до 600 тыс.т в год/.

В зависимости от грузооборота и расстояния транспортировки она может быть:

с одним фронтом погрузки и выгрузки /Рис.1а/;

с двумя фронтами погрузки и выгрузки /Рис.1б/;

с двумя фронтами погрузки и выгрузки и разминовками /Рис.1в/.

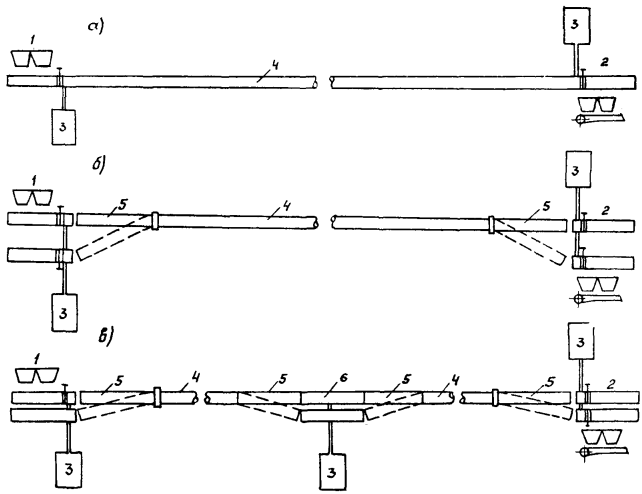


Рис. 1 Принципиальные схемы однотрубной установки

1-комплекс погрузки, 2-комплекс разгрузки,
3-компрессорные станции, 4-трубопровод,
5-стрелки, 6-разминовка.

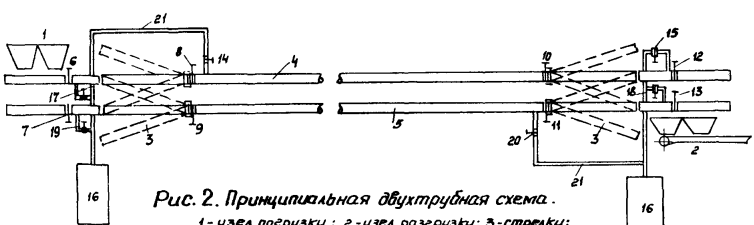


Рис. 2. Принципиальная двухтрубная схема.

1-узел погрузки; 2-узел разгрузки; 3-стрелки;
4-трубопровод грузовой; 5-трубопровод порожнего
направления; 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 17, 18, 19, 20 –
задвижки; 16-компрессорные станции;
21-воздухопроводы.

Двухтрубную систему, по сравнению с железнодорожным, автомобильным и конвейерным видами транспорта, наиболее эффективно применять при грузопотоках от 1 до 5 млн.т в год и расстояниях транспортировки от 2-х до 15 клм.

Принципиальная схема двухтрубной установки приведена на Рис.2.

Основными узлами технологической схемы являются: комплексы погрузки и выгрузки, стрелки, совмещенные с шлюзовым устройством, трубопровод, разминовки со стрелками и компрессорные станции.

При однотрубной схеме, показанной на Рис.1, работа осуществляется в следующей последовательности: состав или отдельные контейнеры после загрузки, маневровым устройством подаются в трубы стрелки. После установки состава, в трубу стрелки подается сжатый воздух и за счет перепада давления начинается движение состава или контейнеров по трубопроводу. В пункте выгрузки состав /контейнеры/ затормаживается, после остановки, маневровым устройством подается в разгрузочное устройство, опрокидом которого контейнеры опрокидываются и возвращаются в первоначальное положение. Разгруженный состав /контейнеры/ маневровым устройством подается в трубу стрелки пункта выгрузки куда подается сжатый воздух и под действием его состав возвращается в пункт погрузки.

При двухтрубной схеме один трубопровод предназначается для передвижения груженых, второй - порожних составов. Работа осуществляется в той же последовательности, что и при однотрубной схеме.

В трубопроводах однотрубной и двухтрубной схем одновременно могут находится один или несколько груженых и порожних составов.

В схемах с разминовками движение составов на двух смежных участках происходит одновременно. Количество и расположение компрессорных станций зависит от топографических условий, расстояния транспортировки и определяется расчетом /см.ниже/.

При небольших расстояниях, компрессорные станции располагаются в пунктах погрузки и разгрузки, а при значительных расстояниях не исключается возможность и целесообразность дополнительного их устройства в промежутке между ними.

В схеме с разминовками компрессорные станции располагаются в пунктах погрузки, выгрузки и разминовках.

2. Технологические комплексы и их оборудование.

Комплекс погрузки

На рис.4 приведена схема цепи аппаратов комплекса погрузки. Он располагается в цепи угольного и породного технологических комплексов шахт и обогатительных

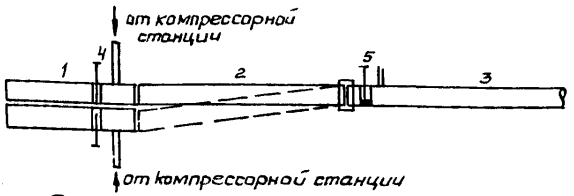


Рис. 3. Принципиальная схема узла погрузки и разгрузки при двух фронтах и однотрубной системе.
1-узел погрузки (разгрузки); 2-стрелка; 3-трубопровод; 4 и 5 - задвижки.

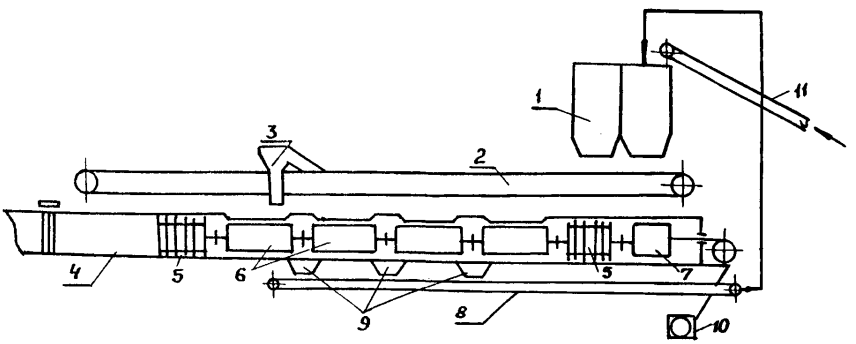


Рис. 4. Схема цепи аппаратов узла погрузки.
1-бункер, 2-погрузочный конвейер, 3-разгрузочная тележка с желобом, 4-трубопровод на фронте погрузки, 5-пневмодвижители, 6-состав контейнеров, 7-толкатель, 8-конвейер для просыпей, 9-направляющие желоба для просыпей, 10-маневровая лебедка, 11-ленточный конвейер.

фабрик и состоит из дробильно-сортировочной установки и погрузки.

Дробильно-сортировочная установка предназначается для дробления негабаритных /+300 мм/ кусков угля и породы.

При наличии дробильно-сортировочной установки в цепи аппаратов угольного и породного технологических комплексов шахты и ОФ, подготовку угля и породы к погрузке в контейнеры необходимо предусматривать на этих установках.

На Рис.5 приведена схема цепи аппаратов погрузки. Погрузка по этой схеме может производиться как на одном,так и двух фронтах.

Узел погрузки состоит из аккумулирующего бункера, погрузочного конвейера с разгрузочной тележкой,трубопровода, уложенных на эстакаде, ленточного конвейера с направляющими желобами для сбора просыпей и подачи их в аккумулирующий бункер и маневрового устройства.

Аккумулирующий бункер служит для накопления груза в количестве, обеспечивающем равномерную работу установки. Емкость его зависит на действующих угольных предприятиях от наличия на шахте или ОФ складов или бункеров, обеспечивающих бесперебойную работу предприятия, на проектируемых - она принимается на 1-2 часовую производительность предприятия.

Питатели, погрузочный ленточный конвейер, разгрузочная тележка должны иметь производительность обеспечивающую загрузку контейнеров при непрерывном движении разгрузочной тележки в заданных направлениях /вперед или назад/. Она определяется по формуле:

$$P = \frac{Q \cdot V}{\ell}, \quad \text{т/час}, \qquad /1/$$

где Q - вес груза одного контейнера, т

V - скорость передвижения разгрузочной тележки, м/час,

ℓ - длина кузова контейнера, м.

Производительность сборного ленточного конвейера определяется по формуле:

$$P_c = P \frac{\ell_1}{\ell} \qquad /2/$$

где ℓ_1 - расстояние в свету между загрузочными окнами, м.;

ℓ - длина загрузочного окна, м.

Трубопровод на пункте погрузки имеет сверху окна по ширине и длине на 20-30 мм меньше размера кузова контейнера в плане. Количество и расстояние между окнами должно соответствовать числу и расстановке контейнеров в составе.

В нижней части трубопровода по всей длине занимаемой составом, вырезаются прямоугольные отверстия в виде колосниковой решетки, для удаления случайно попавших кусков угля и породы.

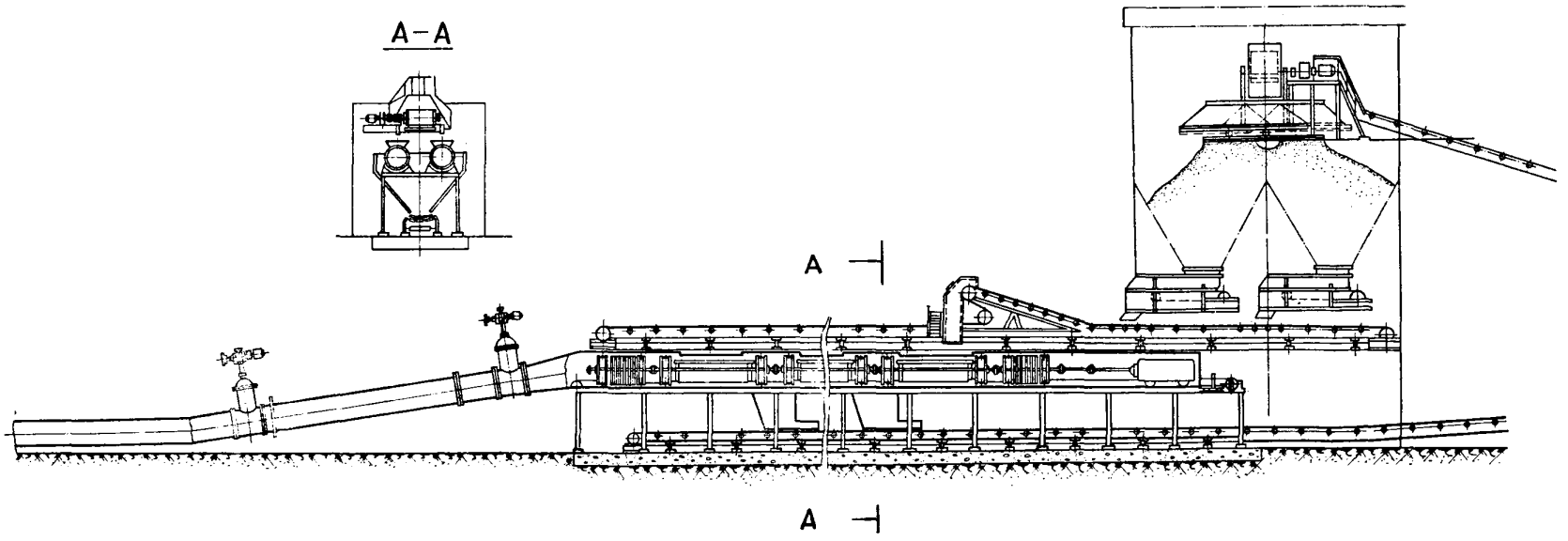


Рис.5 Технологическая схема с двумя фронтами погрузки

Высота эстакады под трубопровод должна обеспечивать размещение под трубой направляющих желобов и сборного конвейера.

Концы трубопровода со стороны стрелок должны иметь устройства для относительно плотного соединения с подвижными концами труб стрелки, а с противоположной стороны - глухие концы служащие пневмотормозом и для размещения толкателя маневрового устройства. Длина их определяется расчетом.

Маневровое устройство состоит из толкателя, лебедки и бесконечного каната. Должно обеспечивать передвижение загруженного состава на стрелку.

Стрелка служит для передачи груженых составов с фронтов погрузки в трубопровод и направления порожних составов на свободный фронт погрузки. Она состоит из одной трубы при однотрубной и двух- при двухтрубной схемах. Один конец трубы шарнирно закреплен к концу трубопровода, второй специальным приводом свободно перемещается в горизонтальной плоскости. между трубами фронта погрузки. Длина труб стрелки должна обеспе" чивать свободный проход состава в местах сопряжений с трубопроводом.

Работа погрузочного комплекса осуществляется в следующей последовательности: прибывающий порожний состав по инерции вкатывается на один из фронтов погрузки, за счет сжатия воздуха в конце трубы тормозится,

сцепляется автосцепкой с толкателем маневрового устройства, которым гасится остаточная инерционная сила. После остановки, маневровое устройство устанавливает состав в положение погрузки, Затем включаются приводы питателей, конвейера и разгрузочной тележки и начинается процесс погрузки. По окончании погрузки состав маневровым устройством подается на стрелку, откуда сжатым воздухом в трубопровод.

Комплекс разгрузки

На Рис.6 приведена схема цепи аппаратов узла разгрузки, а на рис.7 его технологическая схема. Она состоит из металлической эстакады, на которой устанавливаются один /при одном фронте/ или два /при двух фронтах/ специальных опрокидывателя и металлические или железобетонные приемные ячейки бункера, выпускные отверстия которых оборудуются затворами или питателями. Фронт разгрузки должен обеспечивать одновременную выгрузку всего состава.

Опрокидыватель представляет трубу с окнами в местах установки контейнеров. Размеры окон должны обеспечивать беспрепятственное истечение материала из кузова контейнеров. Труба по длине имеет ряд бандажей, на которых она вращается вокруг продольной оси системой зубчатых передач. Фиксирование кузова контейнера в период разгрузки осуществляется устройством расположенным в стенке трубы.

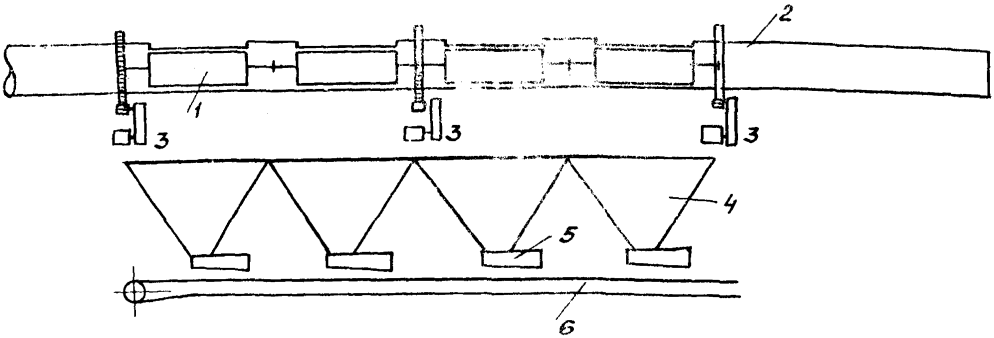


Рис.6. Схема цепи аппаратов узла разгрузки.

1- контейнеры; 2 - опрокидыватель; 3-приводы опрокидывателя; 4-ячейки приемного бункера; 5-питатели; 6-сборный конвейер.

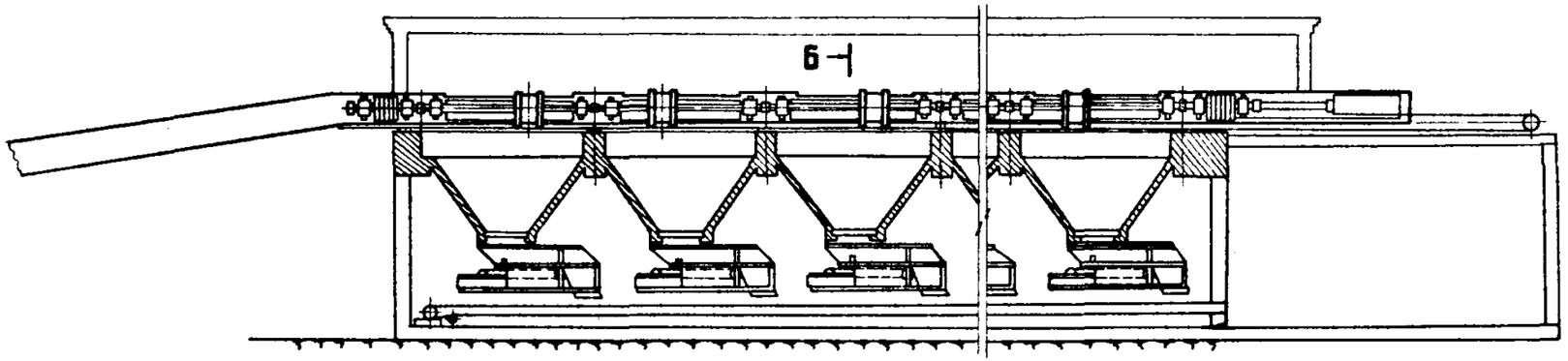


Рис 7 Технологическая схема узла разгрузки

Фиксатор постоянно находится в среднем положении и свободно вращаться в горизонтальной плоскости. Со стороны трубопровода разгрузочная труба имеет устройства для соединения с концами трубы стрелки, с противоположной стороны - свободный участок трубы с глухим торцом, служащим пневмотормозом и для размещения толкателя маневрового устройства. Маневровое устройство аналогично предусмотренному в пункте погрузки.

Прибывший состав по инерции вкатывается на один из фронтов разгрузки. За счет сжатия воздуха в конце трубы состав тормозится и сцепляется автосцепкой с толкателем маневрового устройства, которым гасится остаточная инерционная сила. После остановки включается маневровое устройство, которым состав устанавливается в положение для разгрузки, затем включаются приводы системы зубчатых передач, которой труба вращается вокруг продольной оси, разгружая контейнеры. По окончании разгрузки, труба-опрокидыватель устанавливается в исходное положение и состав маневровым устройством выталкивается в трубопровод. Дальнейшее выполнение операций аналогично пункту погрузки.

Трубопроводы

Трубопроводы для транспорта материалов в контейнерах относятся к классу низкого давления с низкотемпературным воздухом.

Трубопровод состоит из труб, арматуры и различного рода креплений.

Для трубопровода применяются стальные электросварные трубы больших диаметров из стали 1 КП и 4 КП с минимальной толщиной стенок и железобетонные П класса.

В табл.1 приведены размеры выпускаемых стальных труб, рекомендуемых для применения /ГОСТ 10704-63/.

Таблица 1

Наружный диаметр, мм	Толщина стенки, мм	Теоретический вес 1 м трубы кг	Допускаемое отклонение по внутреннему диаметру, мм
1020	6	150,0	±8
1020	7	174,9	±8
1020	8	199,7	±8
1120	8	219,4	±8
1220	9	268,8	±8
1320	9	291,0	±9
1420	10	347,7	±10

В табл.2 приведены размеры выпускаемых железобетонных напорных гидропрессованных труб /ГОСТ 12586-67/.

Таблица 2

Марка труб	Диаметр условного прохода, мм	Толщина стенки цилиндрической части трубы, мм	Длина трубы /полезная/, мм	Справочный вес, т	Допускаемые отклонения по внутреннему диаметру трубы, мм
РТН 100-П	1000	75	5000	3,55	±5
РТН-120-П	1200	85	5000	4,95	±5
РТН 140-П	1400	95	5000	6,65	±5
РТН 160-П	1600	105	5000	8,2	±5

Стальной трубопровод укладывается как на поверхности, так и в траншее. На поверхности, в зависимости от местных условий, он может укладываться на сплошное песчаное основание толщиною 25-30 см, на железобетонных подкладках, бутобетонных фундаментах и свайных основаниях, устанавливаемых через 6-8 м.

Трубопровод из железобетонных труб должен укладываться, как правило, в траншее на сплошное бетонное основание /рис.8/.

По территории городов и населенных пунктов прокладка трубопроводов, как правило, должна быть подземной с глубиной заложения не менее 0,8 м до верха трубы. На участках сильно пересеченным рельефом местности и в заболоченных местах трубопровод может укладываться на земляную насыпь по железобетонным подкладкам. За пределами населенных пунктов и в местах горных подра-

боток трубопровод укладывается также по поверхности на железобетонные подкладки. Из всех пониженных мест необходимо обеспечивать водоотвод путем устройства простейших искусственных сооружений.

На закруглениях трубопровода в плане, для восприятия центробежных сил от движения контейнеров необходимо предусматривать упор со стороны выпуклой его части.

Закругления трубопроводов в плане и профиле должны обеспечивать свободное передвижение контейнеров с зазором между внутренней стенкой трубы и наружной стенкой кузова контейнера не менее 10 мм.

При трубопроводах из железобетонных труб закругления в плане и профиле выполняются из стальных труб соответствующего диаметра.

Максимальный под'ем не должен превышать 30^{0}.

Защита от размыва траншей предусматривается устройством водоотводных канав, укрепления участков подверженных размывам, устройством глиняных или каменных перемычек, предотвращающих распространение воды по траншее.

Для избежания продольных деформаций от изменения температуры стенок трубы предусматривается устройство компенсаторов. Удлинение /укорочение/ трубопровода от изменения температуры стенок определяется по формуле:

$$\Delta_t = \pm \alpha \Delta t L, м \qquad /3/$$

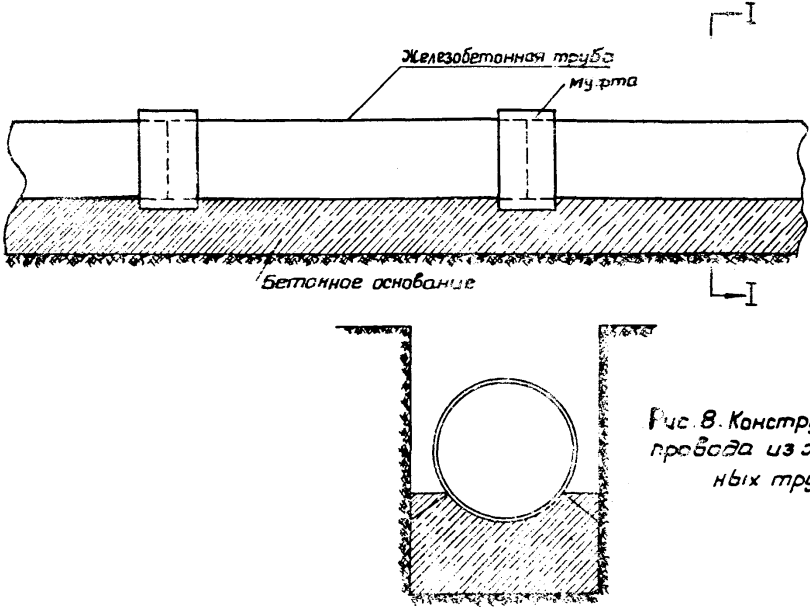


Рис. 8. Конструкция трубопровода из железобетонных труб.

где:

α - коэффициент линейного расширения;

Δt - расчетный перепад температур;

L - длина компенсируемого участка трубопровода.

Деформация компенсатора должна быть не более 10мм. Расстояние между компенсаторами устанавливается расчетом с обязательными их устройством. В местах выхода трубопровода на поверхность.

Переходы через естественные или искусственные препятствия предусматриваются подземными /подводными/ или надземными. Глубина заложения трубопровода при пересечениях водотоков должна быть не менее 0,5 м от уровня возможного размыва дна. В отдельных случаях при соответствующем обосновании укладка трубопровода может производится непосредственно по дну.

Переходы через железные и автомобильные дороги, как правило, выбираются в местах прохождения дорог в насыпи. При переходе через железные и автомобильные дороги общего пользования на этих участках предусматривается устройство защитного кожуха и защитных труб, внутренний диаметр которых должен быть на 100-200 мм больше наружного диаметра трубопровода. Глубина заложения трубопровода /от верха трубы/ в местах пересечения должна быть не менее 1,3 м до подошвы рельса, 0,3 м от дна кювета и 1 м от бровки полотна автомобильной дороги.

Расстояние между параллельными трубопроводами устанавливается в зависимости от условий производства работ и грунтовых условий.

В пониженных местах трубопроводов, предусматривается устройство конденсационных горшков для сбора и выпуска конденсата.

Для удаления из трубопровода случайно попавших кусков угля и породы, а также пыли и посторонних предметов, в нижней части трубы предусматриваются отверстия, на расстоянии 1-1,5 км друг от друга, через которые они сбрасываются в герметический мусоросборник, щетками установленными на пневмодвижителе. Очистка мусоросборников осуществляется переодически.

Средства защиты стальных трубопроводов от почвенной коррозии должны предусматриваться в соответствие с требованиями СНиП-Д-В.7-62 и действующими нормативными документами по защите подземных металлических сооружений от коррозии.

Катодная защита от почвенной коррозии и электрическая защита от воздействия блуждающих токов предусматривается в соответствие с указаниями СНиП-П-Б.7-62

Раздельные пункты

Раздельные пункты предусматриваются с целью увеличения пропускной способности однотрубных схем.

Схема раздельного пункта показана на рис.9.

Длина трубопровода пункта $L_п$ должна позволять размещать состав и обеспечивать его торможение до полной остановки. Длина стрелки ℓ находится как сумма тангенсов кривой ~~радиуса~~ в плане, определенной исходя из беспрепятственного прохода контейнеров.

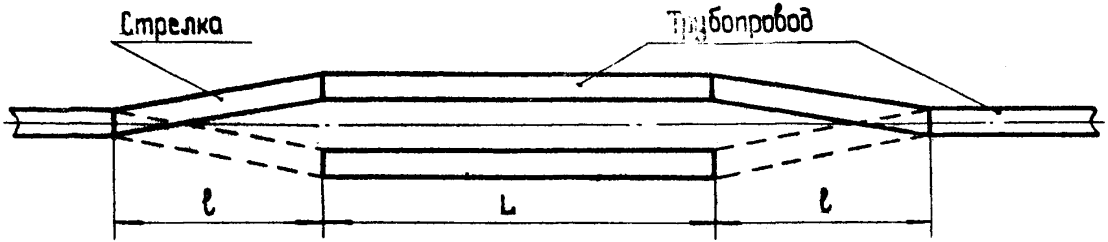


Рис. 9. Схема раздельного пункта

Расстояние между трубами должно обеспечивать размещение арматуры /задвижек/.

Подвижной состав

В зависимости от количества и расстояния перевозимого груза, транспортировка его может производится отдельными контейнерами и составами. При перевозках грузов отдельными контейнерами конструкция их должна обеспечивать восприятие давления сжатого воздуха и его минимальный переток.

Контейнер состоит из кузова и двух тележек с пятью радиально расположенными обрезиненными подпружиненными колесами. Тележки имеют независимую подвеску к кузову и могут свободно вращаться в вертикальной плоскости. Это позволяет, на поворотах, избежать опрокидывания кузова контейнера. Ось вращения кузова контейнера смещена вниз по отношению к геометрической оси трубы, это смещение вместе с грузом значительно понижает центр тяжести контейнера, делая его устойчивым при движении. Для исключения возможного перемещения материала по кузову контейнера в последнем устраиваются продольная и поперечная перегородки. Контейнеры оборудованы сцепными устройствами.

При перевозках грузов составами, в хвосте и голове устанавливаются ~~как показано~~ пневмодвижители, обеспечивающие восприятие давления сжатого воздуха и его минимальный переток.

У пневмодвижителей вместо кузова предусмотрен барабан, на котором крепятся щетки для очистки трубы. Тележки имеют по пять радиально расположенных подпружиненных обрезиненных колес. Между колесами устраивается подвижное уплотняющее устройство, которое в процессе движения сохраняет постоянным зазор между внутренней стенкой трубы и уплотняющим устройством, снижая этим переток сжатого воздуха.

Общий вид контейнера и пневмодвижителя приведен на рис.10.

Для расчетов принимаются следующие примерные параметры контейнеров и пневмодвижителей /табл.3/.

Таблица 3

Диаметр трубопровода, мм	Основные параметры контейнера				Вес пневмодвижителя, т
	Длина между осями сцепок, мм	Длина контейнера, мм	Об"ем контейнера, м³	Вес контейнера, т	
1020	5000	3800	2,0	1,5	1,5
1220	5000	3800	2,9	2,0	2,0
1420	5000	3800	4,1	2,5	2,5

Компрессорные станции

Основным оборудованием для получения сжатого воздуха являются нагнетатели и трубовоздуходувки.

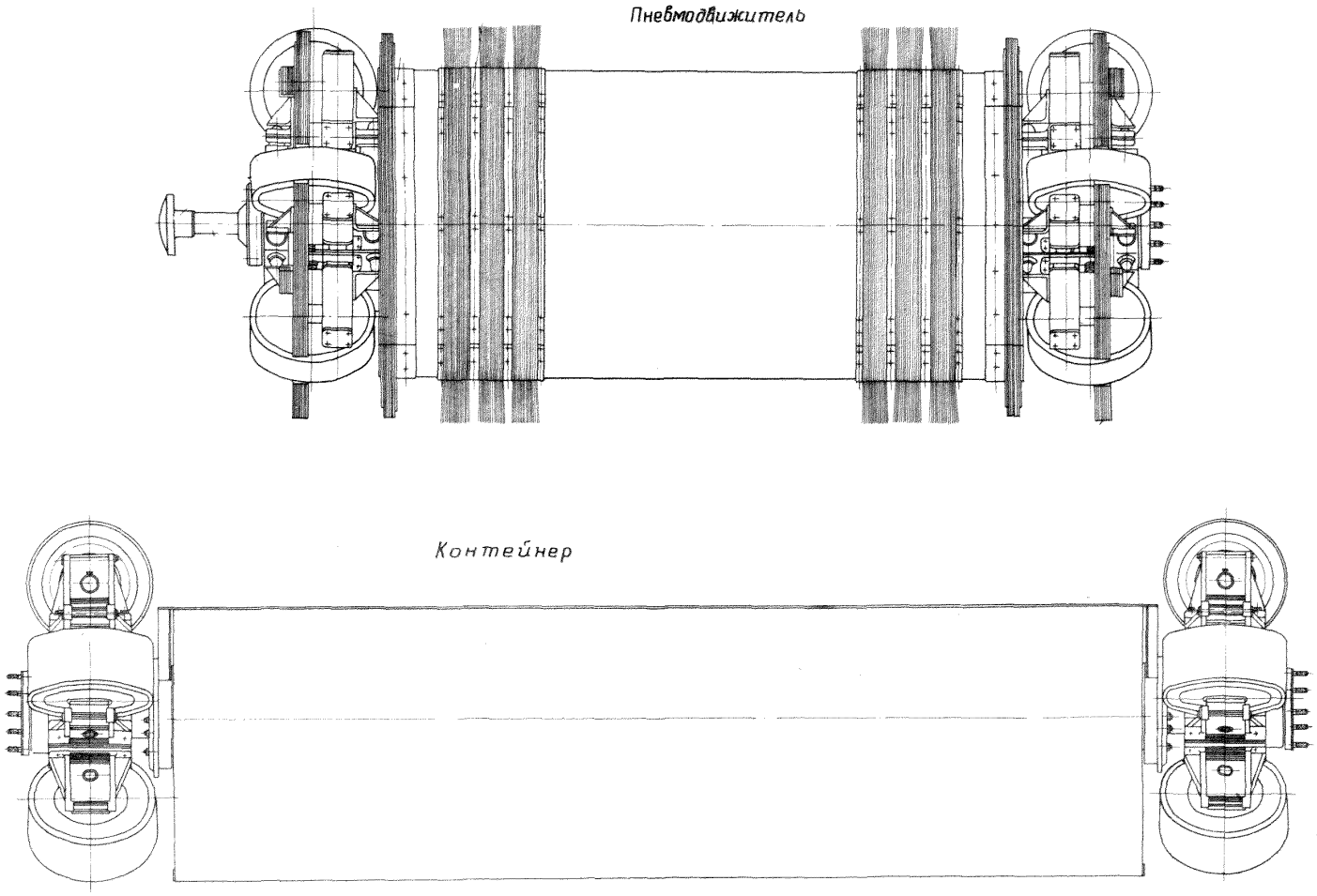


Рис. 10. Подвижной состав

В связи с тем, что нагнетатели не приспособлены к работе в кратковременно-повторном режиме они должны применяться только в исключительных случаях, когда по условиям потребного давления сжатого воздуха исключается возможность применения воздуходувок.

Исследования показали, что во всех случаях при двухтрубной схеме установки, экономичнее применять подкачивающие компрессорные станции с турбовоздуходувками, по сравнению с устройством головных компрессорных станций с нагнетателями. Это обусловлено тем, что параметры сжатого воздуха /давление, температура, расход/ нагнетателей во многом зависят от температуры засасываемого воздуха, поэтому для получения стабильных их величин необходимо предусматривать специальные устройства для поддержания постоянной температуры засасываемого воздуха. Кроме этого, нагнетатели вырабатывают сжатый воздух высокой температуры, который в трубопроводе будет вызывать интенсивное образование конденсата, оказывать влияние на техническое состояние подвижного состава и трубопровода. Для избежания этого явления между нагнетателями и трубопроводом необходимо предусматривать установку последующего холодильника. Количество влаги, которое будет выделяться в трубопроводе при отсутствии последующего холодильника определяется по формуле:

$$\Delta d = 1000 \left(\gamma_{1п} \varphi_1 V_1 - \gamma_{2п} \varphi_2 V_2 \right), \quad г/м^3 \qquad /4/$$

где $\gamma_{1п}$ - вес 1 м^3 пара при температуре t_1;

φ_1 - относительная влажность всасываемого воздуха;

V_1 - об"ем всасываемого воздуха, м^3;

$\gamma_{2п}$ - вес 1 м^3 пара при температуре t_2;

V_2 - об"ем полученный после сжатия 1 м^3 воздуха;

$$V_2 = V_1 \frac{P_1 t_2}{P_2 t_1}$$

t_1 и t_2 - соответственно температура всасываемого и сжатого воздуха

P_1 и P_2 - начальное и конечное давление сжатого воздуха;

φ_2 - относительная влажность воздуха в трубопроводе.

Схема размещения компрессорных станций определяется технико-экономическими расчетами.

Число устанавливаемых на станции агрегатов определяется исходя из необходимого количества сжатого воздуха. Число резервных агрегатов принимается так, чтобы производительность их составляла не менее 25% от расчетной производительности станции. Необходимо избегать применения разнотипного оборудования.

Здание компрессорной станции определяется габаритами и количеством устанавливаемого оборудования, необходимых проходов и монтажных заворов.

В помещении должны быть предусмотрены: под"емно-транспортное оборудование, телефонная связь, освещение и противопожарный инвентарь. Для снижения уровня шума рекомендуется применять звукоизоляцию.

Таблица 5

Плотность /вес насыщенного водяного пара в г/м³

t°C	Плотность 1 м³пара, /г/м³/
-20	0,88
-18	1,05
-16	1,27
-12	1,80
-8	2,54
-4	3,51
0	4,84
4	6,40
8	8,3
12	10,7
16	13,6
20	17,3
24	21,8
28	27,2
32	33,8
36	41,7
40	51,2
45	65,6
50	83,2
55	104,6
60	130,5

Таблица 6

Плотность воздуха /на всасе/ в зависимости от температуры и атмосферного давления, кг/м³

Температура воздуха атмосферы, t°C	Атмосферное давление H, мм рт.ст.				
	720	730	740	750	760
0	1,225	1,242	1,259	1,276	1,293
5	1,203	1,220	1,236	1,253	1,270
10	1,182	1,198	1,215	1,231	1,247
15	1,161	1,177	1,193	1,210	1,226
20	1,141	1,157	1,173	1,189	1,205
25	1,122	1,138	1,153	1,169	1,185
30	1,104	1,119	1,134	1,150	1,165
35	1,085	1,001	1,112	1,130	1,145

Схемы воздухопроводных сетей и их расчет

Воздухопроводная сеть служит для питания трубопровода сжатым воздухом. Для канализации сжатого воздуха применяют трубы стальные электросварные. Соединение стальных труб между собой производится сваркой.

Воздухопроводы, как правило, прокладываются в траншеях или на опорах. При прокладке в траншеях они должны иметь противокоррозийную защиту, а в местах выхода на поверхность и при прокладке на опорах также и теплоизоляцию.

На рис.11 приведены схемы воздухопроводов в пунктах погрузки и выгрузки при однотрубной и двухтрубной установках и раздельном пункте.

Диаметр воздухопроводов принимается равным диаметру нагнетательного патрубка компрессорного оборудования.

На трубопроводе и воздухопроводах при необходимости устанавливаются задвижки шиберного типа с электроприводом.

Автоматизация работы установки

Все процессы работы узлов погрузки, разгрузки и компрессорных станций должны быть максимально автоматизированы. На трубопроводе должна быть предусмотрена установка датчиков контроля положения составов.

4. Расчет основных параметров установки

Исходными данными для проектирования установки трубопроводного контейнерного пневмотранспорта являются: суточное количество перевозимого груза, технологические схемы угольного и породного технологических комплексов, топографическая карта района возможного прохождения трассы трубопровода.

Последовательность производства расчетов следующая:

4.1. Потребная среднечасовая производительность трубопроводной установки определяется по формуле.

$$q = \frac{Q}{t} \quad , \text{ т/час} \qquad /5/$$

где:

Q - среднесуточное количество перевозимого груза, т;

t - время работы шахтного под"ема или машинное время работы обогатительной фабрики, час.

4.2. По топографической карте производится трассирование трубопровода. Трасса должна иметь по возможности иметь минимум поворотов в плане и профиле, а также минимальную длину между конечным и начальным пунктами. По выбранной трассе по характерным ее точкам составляется продольный профиль. Пример такого продольного профиля показан на рис.12.

4.3. Назначается технологическая схема и диаметр трубопровода исходя из следующих ориентировочных положений: производительность однотрубной установки при диаметре трубопровода 1020 мм до 110 т/час; производительность двухтрубной установки при диаметре 1020 мм от 110 до 500 т/час; свыше 500 т/час рассматривать двухтрубную схему с диаметрами трубопроводов 1220-1420 мм.

4.4. Принимается технологическая схема погрузки и выгрузки, для которой устанавливаются следующие параметры:

производительность погрузки - т/час;

скорость передвижения состава при установке на фронт погрузки, м/сек;

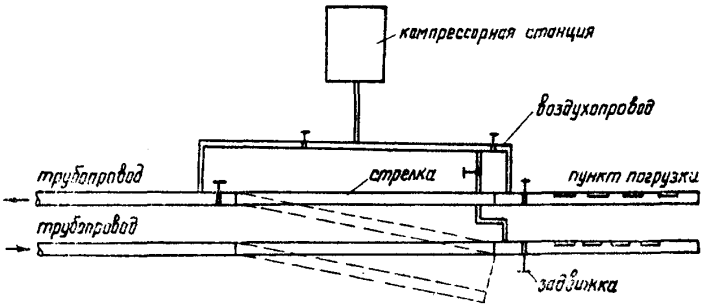


Рис. 11-а Схема воздухопровода пункта погрузки и выгрузки двухтрубной установки.

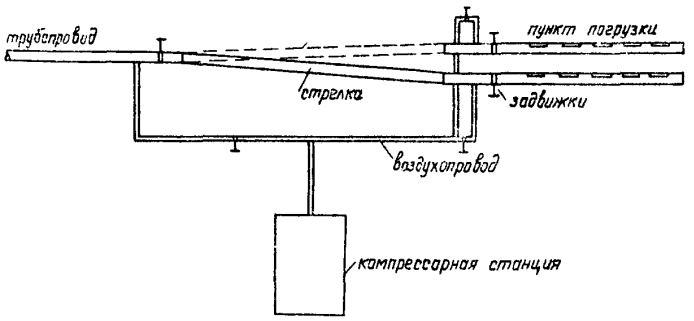


Рис. 11б. Схема воздухопровода пункта погрузки и выгрузки при однотрубной установке с двумя фронтами погрузки и выгрузки.

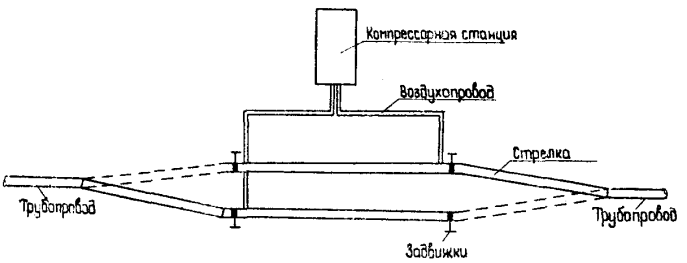


Рис.11б. Схема воздухопровода раздельного пункта однотрубной установки

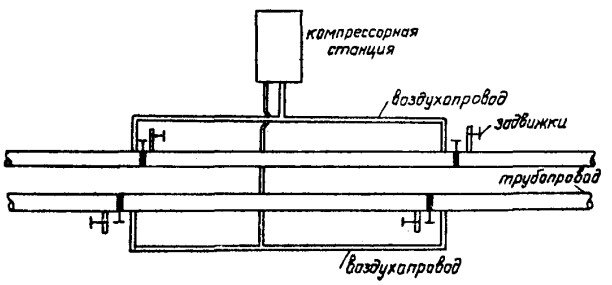


Рис. 11-г. Схема воздухопровода на промежуточных компрессорных станциях двухтрубной установки.

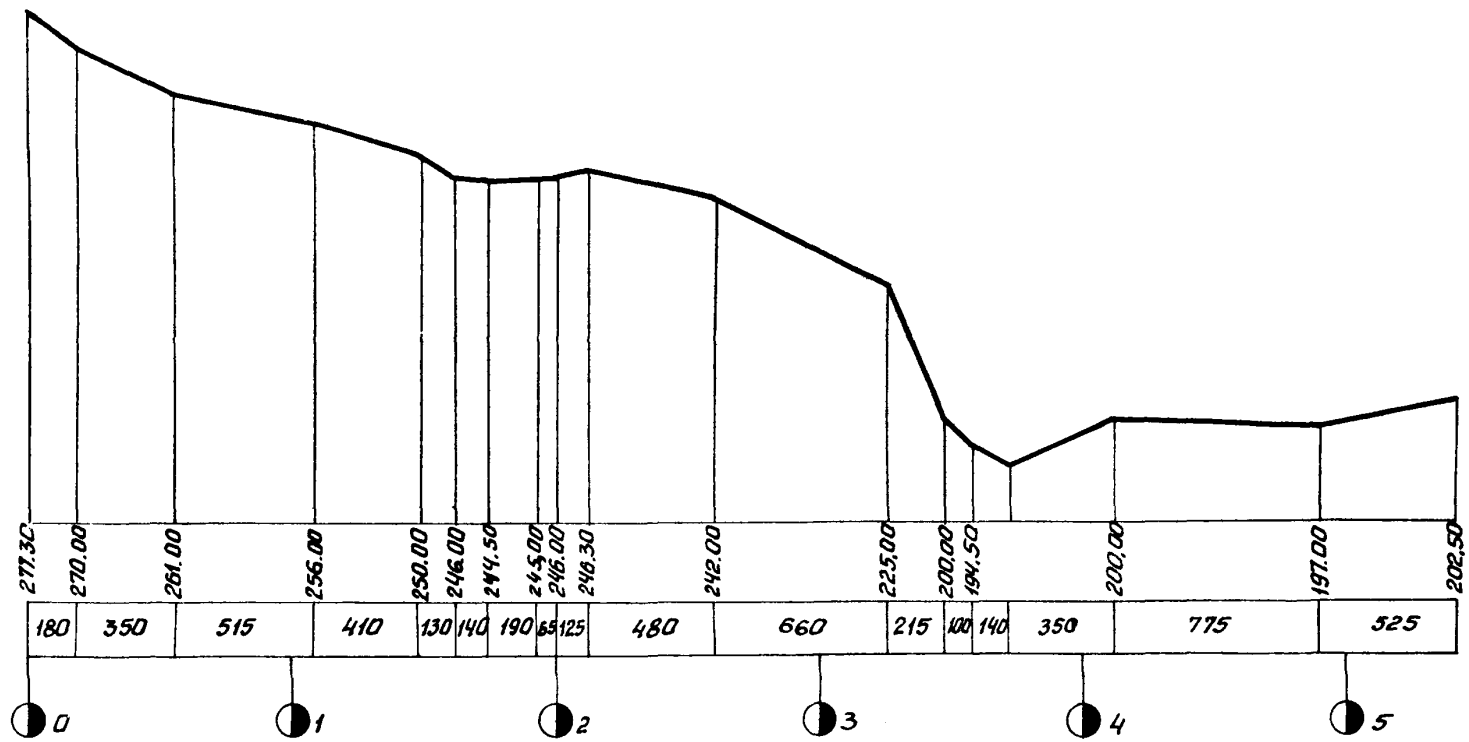

277.30
270.00
261.00
256.00
250.00
246.00
244.50
245.00
246.00
248.30
242.00
225.00
200.00
194.50
200,00
197.00
202,50
180
350
515
410
130
140
190
65
125
480
660
215
100
140
350
775
525
0
1
2
3
4
5

Рис. 12.

скорость передвижения состава при установке на фронт выгрузки, м/сек;
время прохождения состава от входа его на фронт погрузки и выгрузки до полной остановки;
скорость передвижения состава при подаче его к шлюзовые устройства /стрелки/;
время на включение механизмов, сек;
время перевода стрелки, сек;
время открытия и закрытия шиберных задвижек трубопровода и воздухопровода;
время на опрокидывание состава и возврат в первоначальное положение.

4.5. В первом приближении назначается два три варианта количества контейнеров в составе /например 6,10,12 шт./.

Задается скорость движения составов по трубопроводу. Оптимальная ее величина находится в пределах 15-25 км/час. При этом необходимо учитывать, что увеличение скорости движения составов будет вызывать увеличение потребности в сжатом воздухе и применение более мощного воздухонагнетательного оборудования.

4.6. Для принятых параметров технологических схем узлов погрузки и разгрузки определяется продолжительность цикла этих операций. Перечень операций цикла погрузки приведен в табл.7.

Для примера рассмотрен состав из 10 контейнеров.

Таблица 7

Наименование операций	Продолжительность в секундах
а. Продолжительность перемещения состава на фронт погрузки $t_1 = \frac{\ell + L}{V} = \frac{20+55}{4}$	20
где ℓ - длина стрелки, м L - длина фронта погрузки включая пневмотормоз, м V - скорость передвижения состава, м/час.	
б. Установка состава под погрузку $t_2 = \frac{\ell_t}{V_м} = \frac{20}{1,0}$	20
где ℓ_t - длина пневмотормоза, м $V_м$ - скорость передвижения маневрового устройства /примерно 1,0 м/сек./	
в. Включение механизмов погрузки	5
г. Погрузка состава $t_3 \frac{\ell_c}{V_р} = \frac{55}{0,5}$	110
где ℓ_c - длина состава, м $V_р$ - скорость передвижения разгрузочной тележки, м/сек.	
д. Перемещение состава в шлюзовое устройство $t_4 = \frac{\ell_ш}{V_м} = \frac{90}{1,0}$	90
где $\ell_ш$ - расстояние перемещения состава	
е. Перевод стрелки	30
ж. Закрытие и открытие задвижек трубопровода и воздухопровода	30
Итого	305 или 5,0 мин.

Перечень операций цикла разгрузки приведен в табл.8

Таблица 8

Наименование операций	Продолжительность, сек.
а. Перемещение состава на фронт разгрузки $t'_1 = \frac{\ell + L}{V} = \frac{20 + 55}{4}$	20
б. Установка состава под выгрузку $t'_2 = \frac{\ell_t}{V_м}$	20
в. Включение механизмов выгрузки	5
г. Разгрузка	20
д. Перемещение состава в шлюзовое устройство	90
е. Перевод стрелки	30
Итого	185 или 3,1 мин.

На основании перечня и продолжительности операций на пунктах погрузки и выгрузки разрабатываются циклограммы, по которым устанавливаются допустимые интервалы пуска составов.

В качестве примера такие циклограммы показаны на рис.13 и 14.

Одновременно интервал пуска составов определяется по формуле:

$$\Delta t = \frac{\gamma V_к n}{q} \cdot 60, \text{ мин.} \qquad /6/$$

где γ - насыпной вес груза, т/м^3;

$V_к$ - полезный об"ем одного контейнера, м^3;

n - число контейнеров в составе.

На основании сравнения интервалов пуска составов, определенных по формуле 6 и по циклограммам для различного количества в них контейнеров определяется расчетное их количество.

Состав из контейнеров, имеющий интервал пуска определенный по формуле незначительно превышающий интервал пуска полученный по циклограмме принимается за расчетный.

4.7. Тяговое усилие /Т/ на преодоление сил трения одного состава определяется по формуле:

$$T = (2q_п + nq_к)(f + tg\alpha) \quad ,кг \quad /12/$$

где n - количество контейнеров в составе, шт;

$q_к$ - полный вес контейнера /брутто/, кг;

$q_п$ - полный вес пневмодвижителя, кг;

f - общий приведенный коэффициент трения:

$$f = \frac{\mu d + 2K}{2R}$$

где μ - приведенный коэффициент трения в подшипниках качения;

d - диаметр оси колеса, см;

R - радиус колеса, см;

k - коэффициент сопротивления перекатыванию контейнеров.

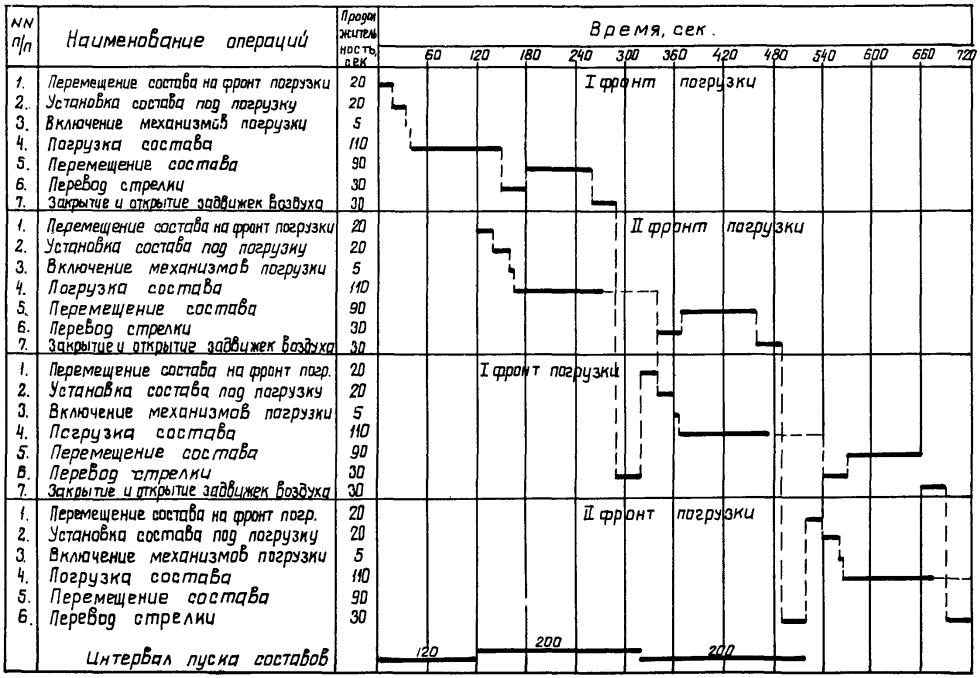


Рис. 13

Циклограмма погрузки состава из 10 контейнеров. (схема двухтрубная с двумя фронтами погрузки).

№№ п/п	Наименование операций	Продолжительность, сек
1.	Перемещение состава на фронт выгрузки	20
2.	Установка состава под выгрузку	20
3.	Включение механизмов выгрузки	5
4.	Выгрузка состава	20
5.	Перевод стрелки	30
6.	Перемещение состава	90
7.	Закрытие и открытие задвижек возд.	30
1.	Перемещение состава на фронт выгрузки	20
2.	Установка состава под выгрузку	20
3.	Включение механизмов выгрузки	5
4.	Выгрузка состава	20
5.	Перевод стрелки	30
6.	Перемещение состава	90
7.	Закрытие и открытие задвиж. возд.	30
	Интервал пуска	

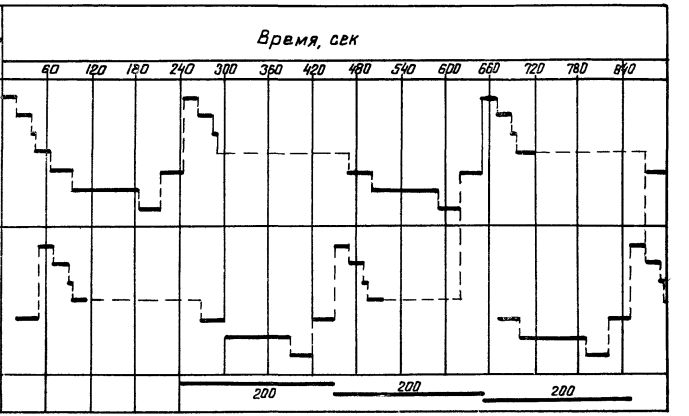


Рис. 14

Циклограмма разгрузки состава из 10 контейнеров.

Приведенный коэффициент трения "μ" принимается в пределах 0,008-0,015, а коэффициент сопротивления перекатыванию контейнеров "К" - 0,014-0,016.

$tg\alpha$ - величина под"ема или уклона трассы в месте нахождения состава или контейнера.

При одновременном нахождении в трубопроводе нескольких составов общее тяговое усилие определяется суммой тяговых усилий, необходимых для движения каждого из них.

Для определения этих усилий, исходя из расчетного интервала пуска составов и скорости их движения, определяется расстояние между составами, по которым составляется схема их расстановки.

Схема расстановки накладывается на профиль пути.

Путем перемещения схемы по профилю пути отыскивается такое положение составов, при котором сумма "$tg\alpha$" будет максимальной.

Она и будет являться расчетной. Суммарное тяговое усилие потребное для перемещения составов определяется по формуле:

$$T_c = \sum_1^m (2g_n + ng_к)(f \pm tg\alpha) \quad , кг \quad /13/$$

где m - количество составов одновременно находящихся в трубопроводе;

g_n - вес одного пневмодвижителя, кг.

4.8. Определение величины избыточного давления, требуемого на перемещение контейнеров, определяется по формуле:

$$\Delta P_1 = \frac{T_c}{S_g} \qquad /14/$$

где S_g - площадь уплотняющего диска, $см^2$

$$S_g = \frac{\pi (D - 2\delta)^2}{4}$$

где D - условный диаметр трубопровода, см

δ - величина зазора между внутренней стенкой трубы и уплотняющим диском, см. Она принимается для стальных труб, равной: допускаемому отклонению по внутреннему диаметру, для железобетонных труб не менее 8 мм.

4.9. Величина избыточного давления, потребная на перекачку воздуха / ΔP_2 /, принимается в пределах 80-100 кг/ $м^2$ на 1 км длины трубопровода.

4.10. Потребное давление компрессорной станции определяется по формуле:

$$P_{кс} = \Delta P_1 + \Delta P_2 + P_н \ , \quad кг/см^2 \qquad /15/$$

где $P_н$ - атмосферное давление, кг/см2

4.11. Производительность компрессорной станции определяется по формуле:

$$Q_{кс} = V S_g P_{кс} + Q_{пер} \qquad /16/$$

где V - средняя скорость движения составов /контейнеров/, м/сек;

$Q_{пер}$ - переток воздуха через составы контейнеров,

$$Q_{пер} = \frac{a\pi [D^2 - (D - 2\delta)^2]}{4} \cdot \sqrt{\frac{2g \cdot \Delta P_1 \cdot \gamma_{ср}}{\Sigma \gamma_н^2}}, \ м^3/сек$$

$м^в$/сек.

где α - коэффициент расхода, равный 1,05

g - ускорение силы тяжести, м/сек^2

$\gamma_{ср}$ - средний об"емный вес воздуха, кг/м^3

$$\gamma_{ср} = \frac{P_н + P_{кс}}{2} \cdot \gamma_н$$

где $\gamma_н$ - об"емный вес кубометра нормального воздуха, равный 1,293 кг/м^3

P - нормальное давление воздуха, ат

H - давление компрессорной станции, ат

Z - количество уплотняющих устройств, пневмодвижителя, учитывая и щетки. Например, для пневмодвижителя показанного на рис.7 $Z = 4$.

4.12. На основании потребной производительности и давления сжатого воздуха производится выбор оборудования.

В случае, если потребное давление сжатого воздуха требует установки нагнетателей, необходимо рассмотреть возможность и целесообразность устройства промежуточных станций, позволяющих использовать воздуходувки. Для этого трасса трубопровода разбивается на участки; находится самое невыгодное расположение составов по каждому участку, исходя из общей схемы расстановки составов; определяется потребное давление для перемещения составов по участку, по которому устанавливается возможность применения воздуходувок.

4.13. Ориентировочная мощность электродвигателей компрессорной станции

$$N = 374 \cdot Q_{кс} \left(P_{кс}^{0,336} - 1\right), \quad \text{квт} \qquad /17/$$

4.14. Потребное количество составов для эксплуатации:

$$M = 1{,}1\left(m_{гр} + m_{пор.} + N_р + N_г\right), \quad \text{шт.}$$

где: $m_{гр}$ - количество составов, находящихся в трубопроводе с грузом;

$m_{пор}$ - количество порожних составов, находящихся в трубопроводе;

$N_г$ - количество составов, находящихся под грузовыми операциями в пункте погрузки;

$N_п$ - количество составов, находящихся под грузовыми операциями в пункте разгрузки.

4.15. Расчет участка торможения составов на фронтах погрузки и выгрузки.

При проходе составом последней задвижки, она закрывается и состав начинает двигаться по инерции. Кинетическая энергия, приобретенная составов от давления сжатого воздуха, определяется по формуле:

$$K = \frac{MV^2}{2}, \quad \text{кг/м} \qquad /18/$$

где: M - масса состава, равная $\frac{P}{g}$ кг сек^2/м

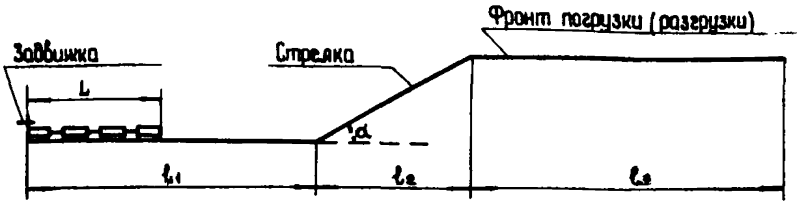
V - скорость движения состава, м/сек.

Дальнейшее движение состава будет тормозиться силой трения и остановка произойдет, когда состав пройдет путь " S ", на котором его кинетическая энергия полностью израсходуется на преодоление работы силы трения.

Работа силы трения для принятых схем трубопровода в пунктах погрузки и выгрузки определяется по формуле:

$$T = P\left[\left(\frac{Md}{D} + K\right)(\ell_1 + \ell_2 + \ell_3 - L) + \ell_2 \operatorname{tg}\alpha\right], \qquad \text{кгм /19/}$$

где: P - вес состава груженного /порожнего/, кг



В случае, если K>T состав при заданной скорости движения пройдет весь фронт погрузки и для полной его остановки необходимо дополнительное торможение путем устройства пневмотормоза.

Длина этого участка трубы / ℓ_4 / определяется по формуле:

$$\ell_4 = \ell_5\left(1 - \frac{P_1}{P_2}\right) + \ell_6 \qquad \text{/20/}$$

где: ℓ_5 - конструктивная длина трубы пневмотормоза, м;

P_1 - нормальное давление воздуха, ата;

P_2 - конечное давление воздуха в конце трубы после остановки состава, ата

$$P_2 = \left(P_1 + \frac{\mathcal{F}}{S}\right) \quad 1{,}2 \text{ ата}$$

где: $\mathcal{F}$ - остаточная инерционная сила действующая на состав; $\mathcal{F} = \frac{MV^2}{2} - T$, кг

S - площадь сечения уплотняющего устройства пневмодвижителя, $м^2$;

$\ell_б$ - длина трубы потребная для размещения толкателя маневрового устройства, м.

В случае, если К < Т состав при заданной скорости движения не дойдет до конца фронта погрузки/выгрузки/.

Пример расчета

Исходные данные

1 Количество перевозимого угля 1800 тыс.т в год

2 Расстояние перевозки 5,7 км

3 Насыпной вес угля 0,9 $т/м^3$

4 Режим работы - 300 дней в году, 3 смены по 7 часов каждая.

1. Среднечасовая производительность трубопроводной установки:

$$Q = \frac{1800000}{300.21} = 286 \text{ т/час.}$$

2. Исходя из ориентировочных областей применения принимается двухтрубная схема с трубами диаметром 1020 мм.

3. Основные параметры подвижного состава для принятого диаметра трубопровода.

Контейнер: об"ем 2 $м^3$, общая длина 5500 мм, длина кузова - 3800 мм, вес /тара/ - 1,5 т; пневмодвижитель: общая длина 1500 мм, вес - 1,5 т.

4. В соответствии с таблицами 5 и 6 принимаются: продолжительность цикла погрузки - 5 мин., разгрузки - 3,1 мин.

Интервал пуска составов по графику рис.13 определен в размере 3,4 мин.

5. Определяется интервал пуска составов

$$\Delta t = \frac{\gamma V_к n}{q} \cdot 60$$

при $\gamma = 0,9$ т/м^3, $V_к = 2$ м^3, $n = 10$

$$\Delta t = \frac{0,9 \cdot 2 \cdot 10}{286} \cdot 60 = 3,9 \text{ мин.}$$

принимается $\Delta t = 3,9$ мин.

6. Скорость движения составов принимается 20км/час или 5,6 м/сек.

7. Потребное тяговое усилие на преодоление силы трения определится исходя из схемы расстановки составов по трассе трубопровода.

Расстояние между составами

$$\ell = \Delta t \cdot V$$

$$\ell_c = 3,9 \cdot 60 \cdot 5,6 = 1310 \text{ м.}$$

Наибольшая сумма под"емов трубопровода при самой невыгодной расстановке составов в грузовом направлении составляет:

$$\Sigma tg\alpha = -0,01 - 0,007 + 0,05 = 0,033$$

Тяговое усилие потребное для перемещения составов

$$T = (2q_п + nq_к)(f + \Sigma tg\alpha); \quad f = \frac{Md + 2K}{2R}$$

принимается $\mu = 0.01$, $d = 50$ мм, $R = 135$ мм, $K = 0.015$

$$f = \frac{0.01 \cdot 5 + 0.015}{27} = 0,003$$

При указанных значениях потребное тяговое усилие определяется:

№№ составов	$2n_n + ng_k$	$f + tg\alpha$	T т
I	36	-0,007	-0,252
2	36	-0,004	-0,144
3	36	+0,003	+0,108

Итого усилий с положительным знаком 2,018

Площадь уплотняющего диска:

$$S_g = \frac{\pi (D - 2\delta)^2}{4}$$

при $D = 1000$ мм и $\delta = 8$ мм $S_g = 7620$ см2

$$\Delta P_1 = \frac{2018}{7620} = 0,27 \text{ кг/см2}$$

Избыточное давление потребное для перекачки воздуха

$$\Delta P_2 = \frac{100 \cdot 5,7}{10000} = 0,057 \text{ кг/ см2}$$

Потребное давление компрессорной станции на шахте

$$P_{кс} = 0,27 + 0,057 + 1 = 1,327 \text{ ата.}$$

Принимается для компрессорной станции на шахте воздуходув-

ки типа ТВ-200-I,4.

Потребное тяговое усилие для порожнего направления при невыгодной расстановки составов и весеодного состава:

$$2g_n + ng_к = 2 \cdot I,5 + I0 \cdot I,5 = I8 \text{ т}$$

№№ составов	$2g_n+ng_к$	$f + tg\alpha$	$T_т$
4	I8	+0,028	0,505
3	I8	+0,073	I,3I0
2	I8	+0,0I3	0,234
I	I8	+0,II3	2,04
Итого			4,089

Потребное давление

$$\Delta P_1 = \frac{4089}{7620} = 0,54 \text{ кг/см2}$$

Избыточное давление на перекачку воздуха будет таким же как и в грузовом направлении и равно $\Delta P_2 = 0,057$ кг/см2.

Потребное давление компрессорной:

На ОФ $P'_{кс} = 0,54 + 0,057 + I,0 = I,597$ кг/см.2

Принимаются для компрессорной на ОФ воздуходувки –

ТВ – I75 – I,6

8. Производительность компрессорных станций:

Грузовое направление

Компрессорная станция на шахте: $Q_{кс} = VS_g P_{кс} + Q_{пер}$

$V = 5,6 \cdot 60 = 336\ м^3/мин$ $S_g = 0,762\ м^2$ $P_{кс} = 1,33\ ата$

$$Q_{пер} = \frac{a\pi\left[D^2-(D-2\delta)^2\right]}{4}\sqrt{\frac{2g\cdot\Delta P_1\,\gamma_{ср}}{Z\cdot\gamma_н^2}}$$

$a = 1,05$, $D = 1,0м$ $\delta = 0,008м$ $g = 9,81\ м/сек^2$ $\Delta P_1 = 1,27 ата$

Z – два уплотняющих диска и четыре щетки /4 х 2/, т.е.

$$Z = 10$$

$$Q_{пер} = \frac{1,05 \cdot 3,14\,(1-0,984^2)}{4}\sqrt{\frac{2\cdot9,81\cdot1230\cdot1,53}{10\cdot1,2932}} = 1,21 м^3/сек.$$

$Q_{кс} = 336 \cdot 0,762 \cdot 1,33 + 1,21 \cdot 60 = 413\ м3/мин.$

Потребное количество рабочих воздуходувок типа ТВ-200-1.4 2 шт. Резерв – 1 шт.

Порожнее направление

Компрессорная станция на ОФ

$V = 336\ м/мин$, $S_g = 0,762\ м2$, $P_{кс} = 1,6\ ата$

$$Q_{пер} = \frac{1,05 \cdot 3,14\,(1-0,984^2)}{4}\sqrt{\frac{2\cdot9,81\cdot1410\cdot1,68}{10\cdot1,67}} = 1,57\ м3/сек.$$

$$\gamma_{ср} = 1,293 \cdot \frac{1+1,60}{2} = 1,68\ кг./м^3$$

$Q_{кс} = 336 \cdot 0,762 \cdot 1.6 + 1,57 \cdot 60 = 504\ м^3/мин.$

Принимается три рабочих воздуходувки типа ТВ-175-1,6. Резерв – 1.

9. Потребное количество составов для эксплуатации

$$M = 1,1\ /4+4+2+2/ = 14 \text{ составов}$$

10. Проверка необходимости устройства пневмотормоза; кинетическая энергия груженого состава

$$K_{(гр)} = \frac{PV^2}{2g} = \frac{36000 \cdot 5,6^2}{19,6} = 57500 \text{ кгм}$$

Кинетическая энергия порожнего состава:

$$K_{(пор)} = \frac{18 \cdot 5,6^2}{19,6} \cdot 1000 = 28800 \text{ кгм}$$

Для принятой схемы трубопровода в пунктах погрузки и выгрузки работа силы трения составляет:

Груженого состава

$$T = P\left[\left(\frac{\mu d}{2R} + k\right)(\ell_1 + \ell_2 + \ell_3 - L) + \ell_2 \operatorname{tg}\alpha\right]$$

$\ell_1 = 70$м, $\ell_2 = 30$ м, $\ell_3 = 80$ м, $L = 55$ м, $\operatorname{tg}\alpha = 0,1$

$$T = 36000\ [0,033/70+30+80-55/ + 30 \cdot 0,1] = 25600 \text{ кгм}$$

Пневмотормов не нужен, так как $T > K$

Порожнего состава

$$T = 18\ /\ 0,033 \cdot 125+3\ /\ \cdot 1000 = 12800 \text{ кгм}$$

Пневмотормов не нужен, так как $T > K$

5. Расчет экономических показателей

Капитальные затраты

Капитальные затраты включают стоимость строительства: пунктов погрузки и разгрузки, трубопровода, компрессорных станций, электроснабжения, водоснабжения, благоустройства, приобретение подвижного состава, а также прочие и непредвиденные затраты.

Для условий строительства первого района примерная стоимость отдельных узлов установки для трубы диаметром 1020 мм составляет:

	Общая стоимость, т.р.	в т.ч.оборудование, т.р.
1 Пункт погрузки	176	135
2 Пункт разгрузки	64	36

3 Трубопровод на 1 км

а/стоимость труб-по прейскуранту 01-04

б/строительные работы без накладных расходов и плановых накоплений 1020 мм - 7,7 тыс.руб.

Стоимость строительных работ для других диаметров определяется умножением на коэффициенты

при = 1220 мм - 1,2, = 1420 мм - 1,39

4 Подвижной состав:

а/контейнер шт - 1,2 т руб.

б/пневмодвижитель шт - 1,5 т.руб.

Затраты по электроснабжению, связи, водоснабжению и благоустройству определяется исходя из местных усло-

вий по действующим стоимостным параметрам или укрупненным показателям.

Для средних условий они ориентировочно составляют для условий:
Донбасса - 19 т.р., Кузбасса - 22 т.р. и Караганды - 21 т.р. 1 км трассы.

Эксплуатационные расходы

Годовые эксплуатационные расходы определяются по следующим элементам затрат:

а/амортизационные отчисления - по "Нормам амортизационных отчислений по основным фондам народного хозяйства СССР".

Укрупненные нормы амортизационных отчислений принимаются следующие:

Узел погрузки и разгрузки	- 11,1%
Подвижной состав	- 17%
Связь, водоснабжение, теплоснабжение, электроснабжение и благоустройство площадок	- 6%
Трубопроводы	- 2,9%
Компрессорные станции	- 5%
Прочие работы и затраты, непредвиденные расходы	по среднему проценту, полученному по всем узлам

б/ Заработная плата - исходя из численности рабочих, режима работы и дневных расчётных ставок.

Численность обслуживающего персонала /примерная/

Наименование профессий	Явочная численность в сутки, чел.	Дневной расчетный заработок, руб.		
		Донбасс	Кузбасс	Караганда
Оператор погрузки	3	6,13	7,05	7,35
-"- разгрузки	3	6,13	7,05	7,35
Электрослесари /на 1 компрессорную станцию/	3	5,16	5,93	6,19
Слесари по ремонту и содержанию пневмопровода	1,6 чел. на 1 км.			
Электросварщик	0,2 чел. на 1 км.			

в/ Содержание и ремонт трубопроводов компрессорных станций, линий электропередач /без амортизационных отчислений/

Наименование затрат	Единица измерения	Количество	Цены за единицу для условий, тыс.руб.		
			Донбасс	Кузбасс	Караганда
Содержание и ремонт стального трубопровода = 1020 мм	км.	1	3,5	3,9	4,1
Содержание и ремонт компрессорной станции на 4 воздуходувки типа ТВ	станция	1	2,1	2,4	2,5
Ремонт и содержание объектов электроснабжения и связи	км	1	1,2	1,3	1,4

г/ Стоимость электроэнергии определяется по двухставочному тарифу по прейскуранту 0,9-0,1 исходя из максимальной нагрузки и годового расхода электроэнергии.

Отпечатано ротапринтной мастерской ЦГШ. Москва К-64
ул.Казакова,8. Заказ....14..... Л. ..... Тир. ....100.....

gost.e-ecolog.ru