

Министерство высшего и среднего специального  
образования Республики Узбекистан

Ташкентский государственный технический  
университет им. Беруни

Сборник

практических работ по курсу «Сборка и  
наладка электромеханического оборудования»  
для магистров специальности 5А521402  
«Горные машины и оборудование»

Ташкент - 2008

Сборник практических работ по курсу «Сборка и наладка электромеханического оборудования» для магистров специальности 5A521402 «Горные машины и оборудование»

Сост.: А.М. Исаходжаев, О.Х. Абдиев, Ташкент: ТашГТУ, 2008.

Сборник практических работ составлен в соответствии с программой курса «Сборка и наладка электромеханического оборудования».

Каждый пример расчета состоит из теоретической части, данных условия и расчета соответствующего электромеханического оборудования. По результатам расчета выбирается тип и устанавливаются основные параметры. По установленным параметрам подготавливаются место монтажа, вспомогательные оборудования для монтажа и производится монтаж.

Практические работы рассчитаны для магистров, обучающихся по направлению 5А521402 «Горные машины и оборудование».

Печатается по решению учебно-методического совета Ташкентского государственного технического университета им. Абу Райхана Бери.

Рецензенты:

проф. Юсупходжаев А.А.  
(ТашГТУ);

ст.преп. Махкамов А.  
(Ташкентский политехнический  
колледж)

В настоящее время на подземных открытых рудниках и шахтах используется множество различных типов ГШО с современными средствами их управления и контроля. Автоматизирована работа машин на добычных участках и в околоствольных дворах, конвейерного и локомотивного транспорта.

Повышение надежности и эффективности использования ГШО приобретает все более актуальное значение. В связи с этим одной из самых насущных задач является сокращение материальных и трудовых затрат на проведение монтажных работ, всех видов технического обслуживания, текущих и капитальных ремонтов.

Решение этой сложной задачи в значительной степени определяется как конструкцией ГШО, так и организацией монтажа, системой технического обслуживания и ремонта, наличием современной ремонтной базы и квалификацией обслуживающего и ремонтного персонала.

В связи с усложнением конструкции, увеличением массы и габаритов используемых машин вопросы их доставки и перемещения по выработкам приобретают особую значимость.

Правильно собранная машина, установленная в соответствии с проектом, а также тщательно налаженная машина, во многом увеличивает ремонтные сроки, обеспечивая тем самым достижение максимально возможной производительности ГШО.



- тип электродвигателя,
- мощность – кВт,
- число двигателей – шт.

## 2. Расчет параметров конвейера

1. Сечение груза в желобе для обеспечения заданной производительности.

$$F_{cp} = \frac{Q}{3600v\gamma}, \text{ м}^2,$$

где  $Q$  - заданная часовая производительность, т/час;

$v$  - скорость цепи, м/сек:

$\gamma$  - насыпная масса груза, т/м<sup>3</sup>.

2. Площадь сечения желоба  $F_0$  выбранного конвейера, при этом из технической характеристики известны параметры.

а) при унифицированном рештаке скребковых конвейеров.

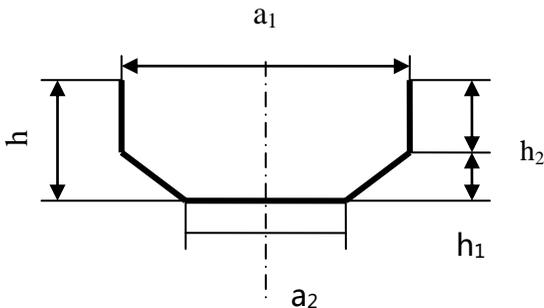
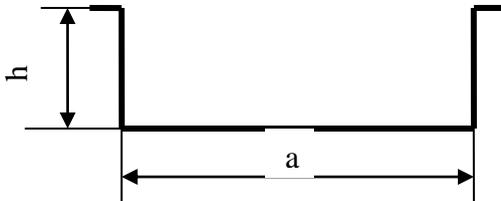


Рис. 1.

$$F_0 = \frac{a_1 + a_2}{2} h_1 + a_1 h_2 \text{ м}^2,$$

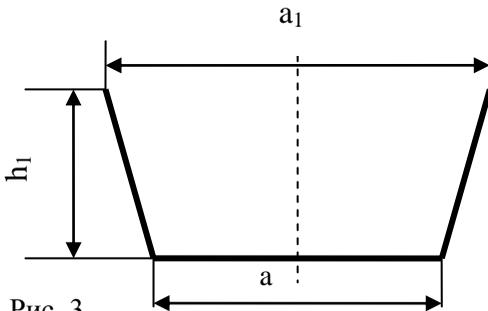
б) при прямоугольном сечении рештака.



$$F_0 = a \cdot h \text{ м}^2,$$

Рис. 2.

г) при трапециевидальном сечении рештака.



$$F_0 = \frac{a_1 + a_2}{2} h_1 \text{ м}^2,$$

Рис. 3.

где  $a$  - общая ширина рештака, м;  
 $a_1$  - ширина рештака по верху, м;  
 $a_2$  - ширина рештака по низу, м;

$h$  - общая высота рештака, м;

$h_1$  - высота трапецеидальной части рештака, м;

$h_2$  - высота прямоугольной части рештака, м.

3. Коэффициент наполнения желоба конвейера

$$\psi = \frac{F_{zp}}{F_0};$$

Коэффициент наполнения обычно должен находиться в пределах  $0,9 \div 1,4$

4. Погонный вес груза

$$q_{zp} = \frac{Q}{3,6 \cdot v}, \text{ кг/м,}$$

где  $Q$  - заданная часовая производительность конвейера, т/час;

$v$  - скорость движения цепи. м/сек;

5. Сопротивление движению нагруженной и порожней ветви конвейера.

а) для наклонных конвейеров.

$$W_{zp} = [(q_{zp} \cdot w^1 + q_0 f_1) \text{Cos} \beta \pm (q_{zp} + q_0) \text{Sin} \beta] L, \text{ кгс,}$$

$$W_{nop} = q_0 (f_1 \text{Cos} \beta \pm \text{Sin} \beta) L, \text{ кгс,}$$

б) для горизонтальных конвейеров

$$W_{zp} = (q_{zp} w^1 + q_0 f_1) L, \text{ кгс,}$$

$$W_{nop} = q_0 f_1 L, \text{ кгс,}$$

где  $w^1$  - коэффициент сопротивления перемещению по желобу насыпного груза.

При расчетах можно принимать значения коэффициента  $w^1$

- для одноцепных конвейеров без направляющих, у которых одна ветвь расположена над другой,  $w^1=0,55$ ;

- для одноцепных конвейеров без направляющих с двумя ветвями в горизонтальной плоскости,  $w^1=0,75$ ;

- для двухцепных конвейеров с направляющими для цепей, работающих при относительно прямолинейном стае,  $w^1=0,6$ ;

- для двухцепных конвейеров, работающих в лавах при волнистом профиле става,  $w^1=1,2$

$f_1$  - коэффициент трения цепей со скребками рекомендуется принимать:

-для одноцепных конвейеров без направляющих,  $f_1 = 0,25 \div 0,35$ ;

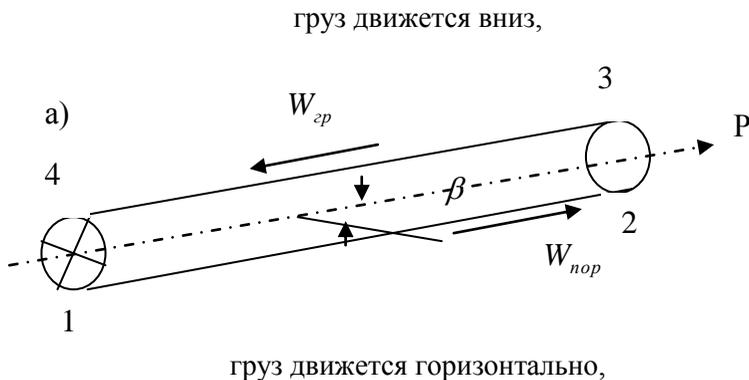
-для одноцепных конвейеров с направляющим,  $f_1 = 0,35 \div 0,4$ ;

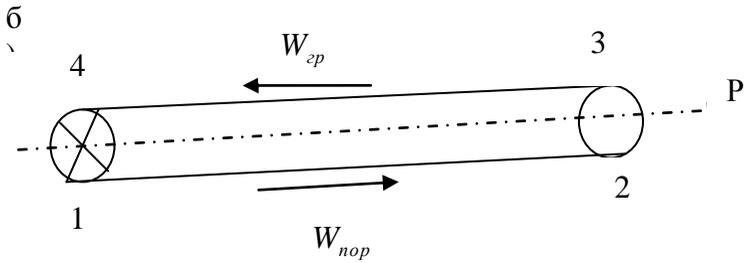
-для двухцепных конвейеров без направляющих,  $f_1 = 0,2 \div 0,25$ ;

-для двухцепных конвейеров с направляющим,  $f_1 = 0,25 \div 0,35$ ;

Знак (+) при определении  $W_{зр}$  принимается при транспортировке груза вверх, а при транспортировке груза вниз принимается знак (-); при определении  $W_{нор}$  наоборот: при транспортировке вверх (-); при транспортировке груза вниз принимается знак (+).

6. Для определения статического сопротивления скребковой цепи приводится, согласно заданных условий, схема конвейера.





груз движется вверх,

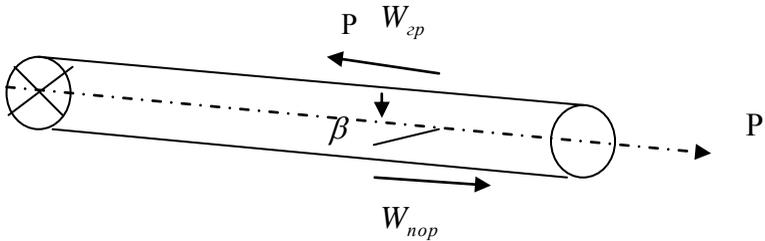


Рис. 4

Производится нумерация характерных точек по контуру. Наименьшее значение натяжения тягового органа находится в точке сбегания тягового органа с приводной звездочки, откуда и начинается нумерация точек по ходу движения скребковой цепи или против хода движения цепи в зависимости от соотношения  $W_{зп}$  и  $W_{нор}$ .

Определяем натяжение в характерных точках замкнутого контура. При этом в зависимости от количества цепи значением  $S_1$  задается в пределах  $250 \div 600$  кгс.

Для рис 4, а.  $S_0 = S_{\min} = S_{сб} = S_1$

$$S_2 = S_1 + W_{нор} \text{ кгс};$$

$$S_3 = KS_2 = KS_1 + KW_{нор}, \text{ кгс};$$

$$S_4 = S_{\max} = S_{нб} = S_3 + W_{зп} = KS_1 + KW_{нор} + W_{зп}, \text{ кгс};$$

где  $K$  - коэффициент, учитывающий величину сопротивления на блоках и барабанах, обычно составляет 5-7% т.е.  $K=1,05-1,07$ .

Определив значение натяжения на сбегающей  $S_{сб}$  и на набегающей ветви (точки), определяется тяговая сила

$$W_0 = S_{нб} - S_{сб}, \text{ кгс};$$

или с учетом сопротивления на приводном валу

$$W_0 = S_{нб} - S_{сб} + W_{np}, \text{ кгс};$$

где  $W_{np}$  - сопротивление движению на приводном валу

$$W_{np} = K_{np} (S_{нб} + S_{сб}), \text{ кгс};$$

где  $K_{np}$  - коэффициент сопротивления на приводном валу обычно

$$K_{np} = 0,03 \div 0,05;$$

7. Усилие на натяжном устройстве

$$P = S_2 + S_3, \text{ кгс},$$

8. Динамическое составляющее натяжения

$$S_g = 3(q_{zp} + Cq_0)L \cdot a_{\max}, \text{ кгс},$$

где  $C$  - коэффициент, определяющий степень участия цепи в неравномерном движении.  $C=0,3 \div 0,5$ ;

$a_{\max}$  - максимальное ускорение скребковой цепи.

$$a_{\max} = 2\pi^2 \frac{v^2}{z^2 \cdot l}, \text{ м/сек}^2;$$

где  $v$  - скорость движения цепи, м/с;

$z$  - число граней приводной звездочки,

$l$  - шаг звеньев тяговой цепи.

9. Расчетное натяжение скребковой цепи.

$$S_p = S_{\max} + S_g, \text{ кгс}$$

где  $S_{\max}$  - максимальное статическое натяжение по контуру конвейера

10. Коэффициент запаса прочности скребковой цепи.

$$K = \frac{S_{pазр}}{S_p} \geq (4 \div 5),$$

где  $S_{pазр}$  - разрывное усилие цепи

11. Установочная мощность двигателя

$$N_{ycm} = K_m \frac{W_0 \cdot v}{102 \cdot \eta}, \text{ кВт};$$

где  $K_m$  -коэффициент запаса мощности привода,  $K_m = 1,1 \div 1,2$ ,  
 $\eta$  -КПД привода,  $\eta = 0,8 - 0,95$ ;

12. Максимально возможная длина одного става конвейера, исходя из установочной мощности привода  $N_{ycm}$ .

$$L_{max} = \frac{102 \cdot N_{ycm} \cdot \eta}{1,1 [2q_0 f_1 \text{Cos} \beta + q_{zp} (w^1 \text{Cos} \beta \pm \text{Sin} \beta)]}, \text{ м};$$

13. Необходимое количество ставов конвейера для данной длины транспортирования

$$n = \frac{L}{L_{max}};$$

14. Часовой расход энергии на валу двигателя, отнесенный к 1т перемешавшегося груза

$$\mathcal{E}_m = \frac{N_{ycm}}{Q}, \text{ кВт.ч/т};$$

Удельный расход энергии

$$\mathcal{E}_{т.км} = \frac{\mathcal{E}_m}{L}, \text{ кВт.ч/т.км.}$$

### Пример

#### Определения параметров основных элементов стационарного скребкового конвейера для монтажа.

Произвести поверочный расчет скребкового конвейера СКР-11 и определить потребное количество их при доставки угля по падению: если длина доставки  $L = 160$  м;

угол падения пласта  $\beta = 7^0$  (вниз)

производительность  $Q = 60$  т/час;

плотность угля  $\gamma = 0,9$  т/м<sup>3</sup>;

1. Определяем сечение груза в желобе конвейера

$$F = \frac{Q}{3600 \cdot v \cdot \gamma}, \text{ м}^2;$$

где  $v$  - скорость движения тягового органа конвейера,  $v = 0,525$  м/сек

$$F = \frac{60}{3600 \cdot 0,525 \cdot 0,9} = 0,0352 \text{ м}^2;$$

2. Определяем сечение желоба рештака

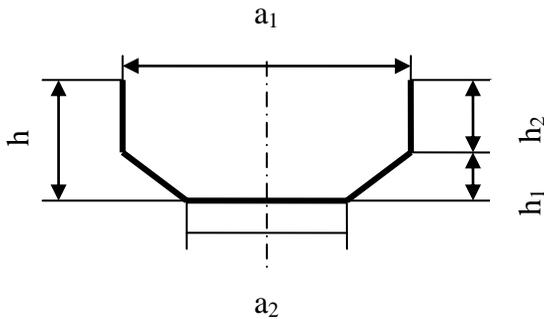


Рис.5

$$F_0 = \frac{a_1 + a_2}{2} h_1 + a_1 h_2, \text{ м}^2;$$

$a_1$  - общая ширина поверху рештака конвейера, м;

$a_2$  - ширина по низу рештака, м;

$h$  - общая высота рештака, м;

$h_1$  - высота трапецидальной части рештака, м;

$h_2$  - высота прямоугольной части рештака, м;

По технической характеристике:  $a_1 = 0,50$  м,  $a_2 = 0,350$  м,  
 $h = 0,150$  м,  $h_1 = 0,070$  м,  $h_2 = 0,080$  м.

$$F_0 = \frac{0,50 + 0,350}{2} 0,070 + 0,50 \cdot 0,080 = 0,069 \text{ м}^2;$$

3. Определяем коэффициент наполнения желоба

$$\psi = \frac{F}{F_0} = \frac{0,0352}{0,069} = 0,51$$

Сечение желоба принято с запасом.

4. Определяем погонный вес груза в желобе

$$q = \frac{Q}{3,6 \cdot v} = \frac{60}{3,6 \cdot 0,525} = 31,7 \text{ кг/м};$$

5. Определяем сопротивление движению:

а) на грузовой ветви, при коэффициенте трения цепи по желобу (открытый без направляющих)  $f_1 = 0,3$  и коэффициенте сопротивления движению угля по желобу  $w^1 = 0,4$ , погонный вес скребковой цепи по технической характеристике конвейера  $q_0 = 15,2$  кг/м,

$W_{cp} = [(qw^1 + q_0 f_1) \text{Cos} \beta \pm (q + q_0) \text{Sin} \beta] L$ , т.к. у нас движение груза направлено в низ;

$$W_{cp} = \left[ \begin{array}{l} (31,7 \cdot 0,4 + 15,2 \cdot 0,3) 0,9925 - \\ (31,7 + 15,2) 0,1219 \end{array} \right] \cdot 160 = 1835 \text{ кг.к};$$

б) на порожней ветви

$$W_{nop} = q_0 (f_1 \text{Cos} \beta \mp \text{Sin} \beta) L =$$

$$= 15,2 (0,3 \cdot 0,9925 + 0,1219) \cdot 160 = 1021, \text{ кг.к};$$

Так как  $W_{cp} > W_{nop}$ , т.е.  $1835 > 1021$ , принимаем обычную схему с расположением привода в головной части конвейера и пронумеруем характерные точки в замкнутом контуре цепи

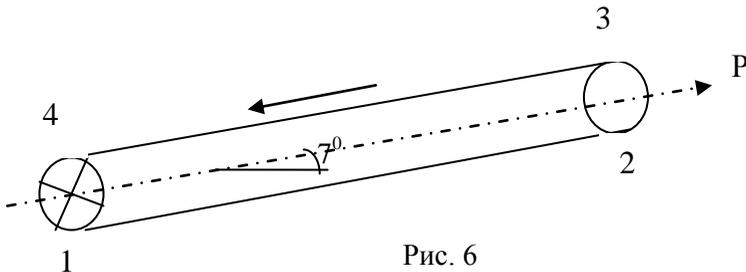


Рис. 6

6. Определяем статическое натяжение скребковой цепи по точкам.

Наименьшее значение натяжения тягового органа имеет в точке 1, полагая его равным

$$S_{c\delta} = S_0 = S_1 = 350 \text{ кгс; найдем:}$$

$$S_2 = S_1 + W_{nop} = 350 + 1021 = 1371, \text{ кгс;}$$

$$S_3 = KS_2 = 1,06 \cdot 1371 = 1453 \text{ кгс;}$$

$$S_4 = S_{\max} = S_{ю} = S_3 + W_{ep} = 1453 + 1835 = 3288 \text{ кгс;}$$

7. Усилие на натяжном устройстве

$$P = S_2 + S_3 = 1371 + 1453 = 2824 \text{ кгс;}$$

8. Определение динамического составляющего натяжения

$$S_g = 3 \frac{q + Cq_0}{g} \cdot L \cdot l_{\max}, \text{ кгс.}$$

где  $C$ -коэффициент, определяющий степень участия цепи в неравномерном движении; при  $L = 25 \div 60$  м;  $C=1,5$ ;

при  $L \geq 60$  м;  $C=1$ ;

$g = 9,81$  м/сек<sup>2</sup> – ускорение земного притяжения

$a_{\max}$  -максимальное ускорение скребковой цепи определяется

$$a_{\max} = 2\pi^2 \frac{v^2}{z^2 l} \text{ м/сек}^2;$$

где  $z$  - число граней приводной звездочки,  $z = 8$

$l$  - шаг звеньев тяговой цепи  $l = 0,08$  м;

$$\alpha_{\max} = 2 \cdot 3,14^2 \frac{0,525^2}{8^2 \cdot 0,08} = 1,06 \text{ м/сек}^2;$$

$$S_g = 3 \frac{31,7 + 1 \cdot 15,2}{9,81} 160 \cdot 1,06 = 2432,4 \text{ кгс;}$$

9. Расчетное натяжение скребковой цепи:

$$S_p = S_{\max} + S_g = 3288 + 2432,4 = 5720,4 \text{ кгс;}$$

10. Запас прочности скребковой цепи определяется по выражению

$$K = \frac{S_{разр}}{S_p} = \frac{23000}{5720,4} = 4,02;$$

Запас прочности должен быть не менее четырех кратным, т.е.  
4,02 > 4.

$S_{разр} = 23000$  кгс – разрывное усилие тяговой цепи, дается на характеристиках конвейеров.

11. Определяем окружное усилие на приводном звездочке

$$W_0 = S_{нб} - S_{сд} + W_{np};$$

где  $W_{np}$  – сопротивление на приводном звездочке, определяется по формуле

$$W_{np} = 0,05(S_{нб} + S_{сд}) = 0,05(3288 + 350) = 182 \text{ кгс.}$$

$$W_0 = 3288 - 350 + 182 = 3120, \text{ кгс};$$

12. Привод конвейера работает в двигательном режиме, его установочная мощность определяется по формуле.

$$N_{уст} = K_m \frac{W_0 \cdot V}{102 \cdot \eta}, \text{ кВт};$$

где  $K_m$  – коэффициент запаса мощности, принимаем  $K_m = 1,2$

$\eta$  – КПД привода, принимаем  $\eta = 0,8$

$$N_{уст} = 1,2 \frac{3120 \cdot 0,525}{102 \cdot 0,8} = 24 \text{ кВт};$$

т.к. мощность двигателя скребкового конвейера 11,4 кВт, на лаве следует установить два конвейера последовательно по 80 м. каждый или определяется максимально возможная длина одного става для данного конвейера по формуле

$$L_{\max} = \frac{102 N_{уст} \cdot \eta}{1,1 [2q_0 f_1 \cos \beta + q(w^1 \cos \beta \pm \sin \beta)]}, \text{ м};$$

$$L_{\max} = \frac{102 \cdot 24 \cdot 0,8}{1,1 [2 \cdot 15,2 \cdot 0,3 \cdot 0,9925 + 31,7(0,4 \cdot 0,9925 - 0,1219)]} = 100,2 \text{ м}$$

13. Необходимое количество ставов конвейера для данной длины транспортирования

$$n = \frac{L}{L_{\max}} = \frac{160}{100,2} = 1,6 \text{ ставов.}$$

Т.к.  $n = 1,6$ , то целесообразно установить два става по 80 м. каждый, с установочной мощностью каждого по  $N_{\text{уст}} = 12$  кВт.

Из каталога принимаем асинхронный двигатель с короткозамкнутым ротором типа МА-143-1/4 с установочной мощностью  $N_{\text{уст}} = 13$  кВт.

14. Часовой расход энергии на валу двигателя отнесенный к перемешающему грузу

$$\mathcal{E}_m = \frac{N_{\text{уст}}}{Q} = \frac{24}{60} = 0,4, \text{ кВт.ч/т;}$$

Удельный расход энергии

$$\mathcal{E}_{\text{т.км.}} = \frac{\mathcal{E}_m}{L} = \frac{0,4}{0,160} = 2,5 \text{ кВт.ч/т.км;}$$

### **3. Определение основных параметров отдельных частей скребкового конвейера СКР-11 и монтаж**

Согласно расчетным данным определяются геометрические размеры всех частей устанавливаемого конвейера и подготавливается место установки.

Проводят следующие подготовительные работы в монтажной выработке: проверка состояния крепи, а в незакрепленных выработках обобрать заколы; перекрыть выпускные отверстия, выходящие на данную выработку; очистить почву выработки от кусков породы, крепежного леса и др; произвести планировку почвы выработки, обеспечить прямолинейность участка транспортирования; оборудовать пусковую аппаратуру в непосредственной близости от места расположения привода машины; установить в определенных местах монтажные подъемно-транспортные механизмы (домкраты, тали, тельферы, лебедки и др); подготовить монтажные инструменты, крепежные изделия.

Монтируемая транспортная машина перед спуском в шахту собирается на специальной площадке, затем проверяется наличие узлов, комплектность ее, работоспособность в течение от 20 мин. до нескольких часов.

Монтаж цепных конвейеров начинается с разбивкой главной оси конвейера, а также приводной и натяжной станций.

В начале определяется главная ось конвейера, которая увязывается с осью выработки доставки полезного ископаемого и расположением выпускных отверстий. При одностороннем расположении выпускных отверстий ось конвейера необходимо смещать в сторону выпускных отверстий, а при симметричном ось конвейера совмещается с осью выработки доставки, при этом необходимо стремиться к уменьшению ширины выработки.

Сборку конвейера осуществляют от приводной или натяжной станции. После установки приводной (натяжной) станций на почве выработки на бревнах или шпалах устанавливают нижнюю (холостую) ветвь рештаков. Потом раскладывают тяговую цепь со скребками. Концы тяговых цепей пропускают через приводные (натяжные) звездочки. Затем устанавливают верхнюю (груженую) ветвь рештаков, протягивают и соединяют две концы тяговых цепей.

Осуществляют натяжение цепей с помощью натяжного органа. Подключают двигатели к электрической сети, запитают электроэнергией. Проверяют смазки трущихся частей и редуктора, при необходимости смазывают, доливают смазочным материалом.

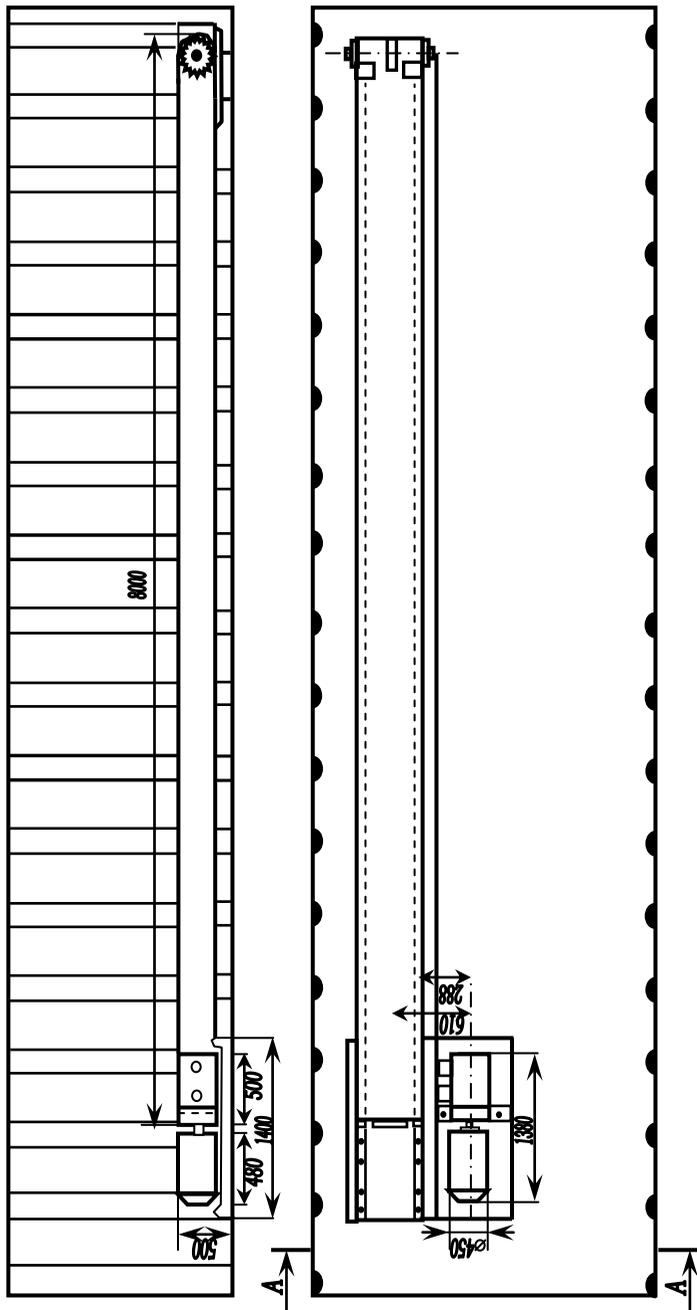
После завершения монтажных работ производят предпусковую наладку и регулировку основных агрегатов конвейера: правильность подключения всех электроприборов, соединительных звеньев, наличие масла в редукторах и т.д.

Затем в течение 20-30 мин. производят обкатку вхолостую. Если всё нормально, то в течение 2<sup>x</sup> суток производят приработку при 50%ной загрузке, производя ежедневный осмотр с устранением замеченных дефектов.

Дальнейшая безаварийная работа обеспечивается выполнением ПТЭ и ТОР, которая включает периодические профилактические работы по осмотру, уходу и надзору за конвейером с устранением неисправностей.

При ремонте и эксплуатации должны выполняться следующие основные ПБ.

1. Пуск конвейера можно производить через 5-7 сек. после предупредительного сигнала:
  2. Перед пуском необходимо проверить правильность и надежность закрепления приводов, чистоту деталей и узлов, наличие защитных кожухов, заземление и т.д.
- Монтаж конвейера производится согласно размеров нижеприведенного чертежа.



80000

Параметры сборки скребкового конвейера

Рис. 7.

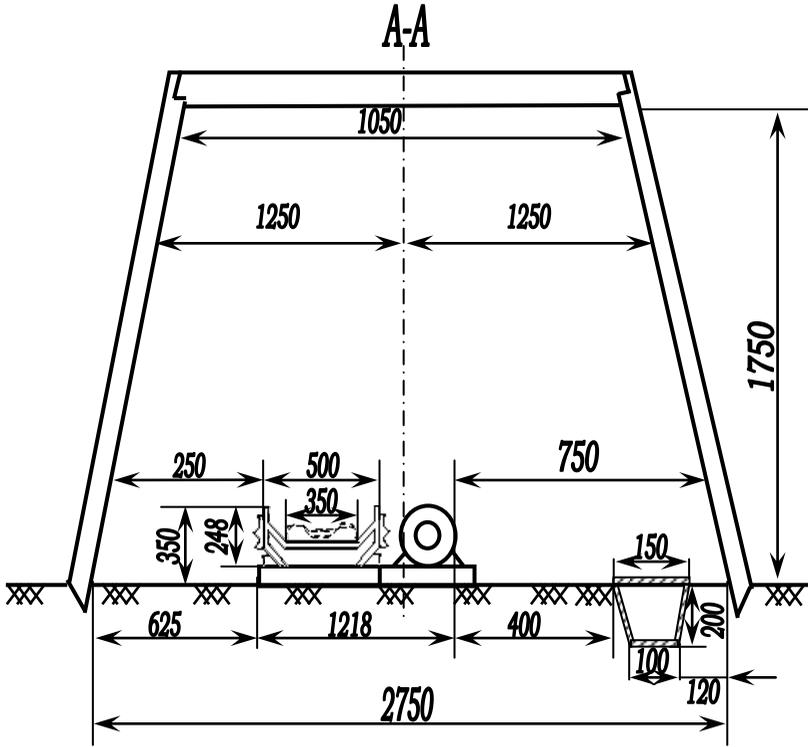


Рис. 8.

## Определение параметров основных элементов стационарного ленточного конвейера для монтажа

### 1. Краткие теоретические сведения

Исходными данными для расчета основных параметров ленточного конвейера являются: расчетный грузопоток  $Q$ , (т/час), длина транспортирования  $L$ , (м) средний угол наклона выработки  $\beta$  (град), насыпная масса транспортируемого материала  $\gamma$ , (т/м<sup>3</sup>), категория шахты и место установки конвейера.

Для вышеприведенных условий выбирают наиболее подходящий тип ленточного конвейера в следующем порядке.

- расчетная производительность конвейера, т/час;
- скорость ленты, м/с;
- мощность двигателя, кВт;
- ширина ленты, мм;
- диаметр нижних и верхних роликов, мм;
- расстояние между роликами верхних и нижних роликсопор, мм;
- максимальный размер транспортируемого куска  $a_{\max}$ , мм.

1. Ширина ленты, обеспечивающая данную производительность

$$B = 1,1 \left( \sqrt{\frac{Q}{C_{л(n)} v \cdot \gamma}} + 0,05 \right), \text{ м;}$$

где  $C_{л(n)}$  - коэффициент производительности лотковой ленты; его значение зависит от угла наклона боковых роликов  $\gamma$  и угла естественного откоса  $\rho$ .

Для угла наклона боковых роликов  $\gamma = 20^0$ , значения коэффициента  $C_{л}$  приведены в табл.1.

Таблица 1.

Угол естественного откоса материала $\rho$ , град.	Коэффициент производительности лотковой ленты $C_{л}$ для лент с различной основой	
	бельтинг	синтетическая ткань
30	310	520
35	335	550
40	365	575
50	395	600

Значения коэффициента производительности плоской ленты  $C_n$  :

При  $\rho = 30$ ;  $C_n = 155$ ;

$\rho = 35$ ;  $C_n = 180$ ;

$\rho = 40$ ;  $C_n = 210$ ;

$\rho = 50$ ;  $C_n = 240$ ;

$V$  - скорость движения ленты, м/с;  
 $\gamma$  - плотность транспортируемого материала, т/м<sup>3</sup>.

2. Ширина ленты по условию размещения кусков материала.

$$B = K_1 a'_{\max} + 200 \quad \text{мм};$$

$$B = K_2 a'_{\text{cp}} + 200 \quad \text{мм};$$

где

$K_1 = 2$  и  $K_2 = 3,3$  - коэффициент условия размещения, наибольший  $a'_{\max}$  и средний размер  $a'_{\text{cp}}$  куска в поперечнике.

Ширина ленты устанавливается по ГОСТу, исходя из наибольшего значения ширины ленты.

3. Тяговое усилие, исходя из мощности двигателя.

$$W_0 = \frac{102N * \eta_m}{V * K} \quad \text{кгс};$$

где  $N$  - мощность привода выбранного конвейера, кВт

$\eta_m$  - КПД передаточного механизма привода  $\eta_m = 0,85$

$K$  - коэффициент запаса момента в приводе  $K = 1,20$ ;

4. Усилие на набегающей ветви конвейера

$$S_{\text{нб}} = W_0 \frac{e^{m\alpha}}{e^{m\alpha} - 1} \quad \text{кгс};$$

где  $e^{m\alpha}$  - тяговый фактор привода;

$e$  - основание натуральных логорифмов  $e = 2,72$ ;

$\mu$  - коэффициент трения зависит от рода поверхности барабана и степени влажности атмосферы. Значение  $\mu = 0,1 \div 0,4$  в зависимости от атмосферной условия и футеровкой приводного барабана.

$\alpha$  - угол обхвата лентой приводного барабана. Значение  $\alpha$  колеблется от  $180^0$  до  $480^0$  в зависимости от количества приводного барабана и наличия отклоняющего ролика.

Значение  $e^{m\alpha}$  колеблется от  $1,37 \div 28,56$ .

5. Количество прокладок ленты, соответствующее  $S_{\text{нб}}$ .

$$i = \frac{mS_{нб}}{B * K_p} \text{ прокладок;}$$

где  $K_p$  - разрывное усилие ленты кг/см;

для лент из бельтинга Б820  $K_p = 55$  кг.с/см;

для ОПБ -5 и ОПБ-12  $K_p = 115$  кгс/см;

для лент из уточно – шнуровой ткани  $K_p = 119$  кгс/см;

$m$  - запас прочности ленты, принимается в пределах 9-11 и повышается с увеличением числа прокладок в ленте:

при  $i = 3-4; 4-5; 6-8; 9-11; 12-14$ .

$m = 9; 9,5; 10; 10,5; 11,5$ .

$B$  - ширина ленты по ГОСТу ширина лент 700, 900, 1000 и 1200 мм.

#### 6. Погонный вес ленты

$$q_l = 1,1B(Si + S' + S''), \text{ кг/м.}$$

Толщина ленты

$$\delta = Si + S' + S''$$

где 1,1-удельный вес ленты, кг/дм<sup>3</sup>;

$S$  - Толщина одной прокладки;  $S = 1,25$  мм;

$S'$  - Толщина верхней обкладки  $S' = 3,0$  мм;

$S''$  - Толщина нижней обкладки  $S'' = 1,5$  мм;

#### 7. Погонный вес груза

$$q = \frac{Q}{3,6V} \text{ кг/м;}$$

#### 8. Погонный вес вращающихся частей роlikоопор

а) груженой ветви  $q'_p = \frac{g'_p}{e'}$ ; кг/м;

б) порожней ветви  $q''_p = \frac{g''_p}{e''}$  кг/м;

где  $g'_p, g''_p$  - соответственно вес роликов грузовой и порожней ветви.

При отсутствии заводских данных величины  $g'_p, g''_p$ , рекомендуется подсчитывать по приближенным зависимостям, приведенным в таблице 2.

Таблица.2.

Тип роlikоопоры	Диаметр ролика, мм		
	89	108	159
Трех роликовая Однороликовая	$g_p = 8B + 9$	$g'_p = 15B + 12$	$g_p = 25B + 15$
	$g_p = 8B + 3$	$g'_p = 15B + 4$	$g_p = 25B + 5$

В табл.2. В- ширина ленты, м.

$l'_p$  и  $l''_p$  - соответственно расстояние между роликами грузовой и порожней ветви.

9. Сопротивление на грузовой и порожней ветви.

а) при наклонном конвейере:

$$W_{gp} = (q + q_l + q'_p)L * w' \cos \beta \pm (q + q_l)L * \sin \beta ; \text{ кгс};$$

$$W_{nop} = (q_l + q''_p)L * w' * \cos \beta \mp q_l L \sin \beta \text{ кгс};$$

б) при горизонтальном конвейере:

$$W_{gp} = (q + q_l + q'_p)L * w' \text{ кгс};$$

$$W_{nop} = (q_l + q''_p)L * w' \text{ кгс};$$

где  $w'$  - коэффициент сопротивления движению ленты:

$w' = 0,02 \div 0,03$  - для роликов на подшипниках качения и стационарных конвейерах;

$w' = 0,03 \div 0,04$  - для полустационарных и переносных конвейеров;

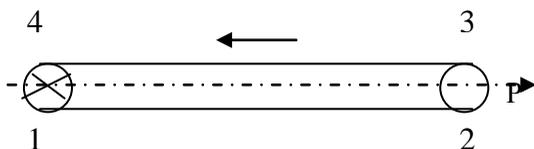
$w' = 0,04 \div 0,06$  - для конвейеров, установленных в пределах выемочных участков;

$w' = 0,08 \div 0,012$  - для конвейеров в особо тяжелых условиях эксплуатации;

$w' = 0,07 \div 0,08$  – для роликов на металлокерамических подшипниках;

$\beta$  – угол наклона конвейера.

10. На условной схеме ленточного конвейера определяем усилия в характерных точках в замкнутом контуре



$$S_0 = S_{\min} = S_{c\bar{o}} = S_1 \text{ кгс};$$

$$S_2 = S_1 + W_{\text{нор}} \text{ кгс};$$

$$S_3 = kS_2 = kS_1 + kW_{\text{нор}}, \text{ кгс};$$

$$S_4 = S_{\max} = S_{\text{н}\bar{o}} = S_3 + W_{\text{зр}} = KS + KW_{\text{нор}} + W_{\text{зр}} : \text{кгс}$$

$$\begin{cases} S_{\text{н}\bar{o}} = KS_1 + KW_{\text{нор}} + W_{\text{зр}} \\ S_{\text{н}\bar{o}} = S_1 e^{\mu\alpha} \end{cases}$$

$$KS_1 + K * W_{\text{нор}} + W_{\text{зр}} = S_1 e^{\mu\alpha},$$

$$S_1 = \frac{KW_{\text{нор}} + W_{\text{зр}}}{e^{\mu\alpha}} \text{ кгс.}$$

После при известном значении  $S_1$  определяются величины натяжения остальных характерных точек т.е.  $S_2, S_3$  и  $S_4$ .

11. Тяговое усилие

$$W_0 = K(S_{\text{н}\bar{o}} - S_{c\bar{o}}) \text{ кгс};$$

где  $K=1,1$  – коэффициент потери на вредные сопротивления на конечных конструкциях.

12. Вес натяжного груза на натяжном устройстве

$$P = S_2 + S_3 \text{ кгс};$$

13. Максимально возможная длина одного става, исходя из допустимого значения стрелы провисания.

$$L'_{\max} = \frac{S_{np} - S_0}{S_{\max} - S_0} * L \text{ м};$$

где  $S_{np}$  - допускаемое натяжение ленты. Кгс.

$$S_{np} = \frac{BiK_p}{m}, \text{ кгс};$$

где  $K_p$  - разрывное усилие на 1 см ширины прокладки.

$m$  - запас прочности ленты.

14. Наибольшая стрела провеса в интервале между роlikооперами нагруженной ветви в точке с минимальным натяжением  $S_{zp}^{\min}$

$$f = \frac{q + q_l}{2S_{zp}^{\min}} \left( \frac{\ell'}{2} \right)^2 \leq 2,5\% e',$$

где  $S_{zp}^{\min} = 5(q + q_l)\ell'$  кгс;

15. Число ставов на данную длину транспортировки  $n = \frac{L}{L'}$

16. Установочная мощность двигателя.

$$N_{уст} = K \frac{W_0 * V}{102 * \eta} \text{ кВт}$$

где  $K = 1,1-1,2$  - коэффициент запаса мощности

17. Удельный расход мощности

$$\mathcal{E}_{т.км} = \frac{N_{уст}}{Q * L}, \text{ кВт.ч/ткм};$$

18. Выбор двигателя по каталогу производится с учетом  $N_{уст}$ .

Пример

Определение параметров основных элементов стационарного ленточного конвейера для монтажа.

Произвести поверочный расчет ленточного конвейера КЛ-350

Техническая характеристика конвейера.

Производительность 350 т/час;

Скорость ленты  $v=1,5$  м/сек;

Мощность двигателя  $N=85$  кВт;

Ширина ленты  $B=1000$  мм;

Диаметр роликов 127 или 152 мм;

Расстояния между роликкоопорами на рабочей и холостой ветвях  $\ell' = 1,2$  м;  $\ell'' = 2,4$  м;

Данные к расчету:  $Q = 300$  т/ч;

Расстояние транспортировки  $L = 150$  м;

Максимальный размер куска  $\alpha_{\max} = 350$  мм;

Плотность породы  $\gamma = 0,85$  т/м<sup>3</sup>.

1. Определяем ширину ленты для обеспечения данной производительности.

$$B = 1,1 \left( \sqrt{\frac{Q}{C_l * v * \gamma}} + 0,05 \right) = 1,1 \left( \sqrt{\frac{300}{320 * 1,5 * 0,85}} + 0,05 \right) = 0,99, \text{ м}$$

где  $C_l = 320$  коэффициент производительности

2. Ширина ленты по условию размещения максимального размера куска транспортируемого материала.

$$B = 2,0 * Q_{\max} + 200 = 2,0 * 3,50 + 200 = 900 \text{ мм};$$

Принимаем  $B=1000$  мм.

3. Определяем тяговое усилие исходя из мощности двигателя

$$W_0 = \frac{102 * N * \eta_m}{V * K} = \frac{102 * 85 * 0,85}{1,5 * 1,2} = 4094 \text{ кгс};$$

где  $\eta_m = 0,85$ , КПД привода конвейера,

$K=1,2$  коэффициент запаса мощности двигателя.

4. определяем усилие на набегающей ветви. При этом коэффициент трения в сухой атмосфере  $\mu = 0,3$ , угол обхвата на двух барабанах  $\alpha = 450^0$ , тяговый фактор  $e^{\mu\alpha} = 10,5$

$$S_{нб} = W_0 \frac{e^{\mu\alpha}}{e^{\mu\alpha} - 1} = 4094 \frac{10,5}{10,5 - 1} = 4525 \text{ кгс};$$

5. Принимая белтинговую ленту Б-820, определяем количество прокладок, при запасе прочности прокладок  $K=10,5$ , разрывное усилие прокладок  $K_p=55$  кг/см.

$$i = \frac{K * S_{нб}}{B * K_p} = \frac{10,5 * 4525}{1000 * 55} = 8,6;$$

Принимаем  $i = 9$ , что для ленты шириной  $B=1000$  мм допустимо.

6. Определяем погонный вес ленты, принимая:

толщину прокладки  $S = 1,25$  мм;

толщину верхней обкладки ленты  $S' = 3$  мм;

толщину нижней обкладки ленты  $S'' = 1,5$  мм;

$$q_{л} = 1,1B(S * i + S' + S'') = 1,1 * 1,0(1,25 * 9 + 3 + 1,5) = 17,3 \text{ кг/м};$$

Толщина ленты  $\delta = S * i + S' + S'' = 1,25 * 9 + 3 + 1,5 = 15,75$  мм

7. Определяем погонный вес груза.

$$q = \frac{Q}{3,6 * V} = \frac{300}{3,6 * 1,5} = 64,8 \text{ кг/м};$$

8. Определяем вес вращающихся частей роликоопор

а) при  $\phi = 152$  мм грузовой ветви

$$g'_p = 25 * B + 15 = 25 * 1,0 + 15 = 40 \text{ кг}.$$

б) при  $\phi = 127$  мм порожней ветви

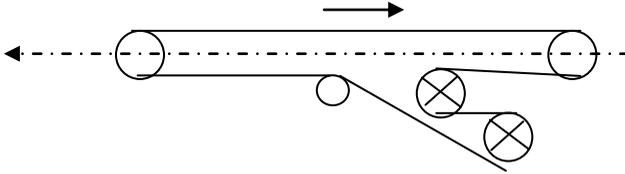
$$g''_p = 15 * B + 12 = 15 * 1,0 + 12 = 37 \text{ кг}.$$

Погонный вес роликов грузовой ветви

$$q'_p = \frac{g'_p}{\ell'} = \frac{40}{1,2} = 33,3 \text{ кг/м};$$

$$q''_p = \frac{g''_p}{\ell''} = \frac{37}{2,4} = 15,4 \text{ кг/м};$$

9. Приводим схему ленточного конвейера на горизонтальном выработке с указанием характерных точек и определяем.



Сопротивление на грузной и порожней ветвях при  $w' = 0,03$

$$W_{zp} = (q + q_{л} + q'_p)L * w' = (64,8 + 17,3 + 33,3)150 * 0,03 = 477,5 \text{ кгс};$$

$$W_{ep} = (q + q_{л} + q''_p)L * w' = (17,3 + 15,4)150 * 0,03 = 147,2 \text{ кгс};$$

10. Определение натяжения в характерных точках ленты.

$$S_{\min} = S_0 = S_1;$$

$$S_2 \approx S_i,$$

$$S_3 = 1,03S_1;$$

$$S_4 = 1,03 * S_1 + W_{nop};$$

$$S_5 = 1,07 * S_4 = 1,07(1,03 * S_1 + W_{nop}) = 1,1 * S_1 + 1,07 * W_{nop};$$

$$S_6 = S_5 + W_{zp} = 1,1 * S_1 + 1,07 * W_{nop} + W_{zp};$$

$$S_7 = 1,07 * S_6 = 1,07(1,1 * S_1 + 1,07 * W_{nop} + W_{zp}) = \\ = 1,17 * S_1 + 1,14 * W_{nop} + 1,07 * W_{zp}$$

$$S_{\max} = S_4 = S_{нб} \approx S_7 = 1,17 * S_1 + 1,14 * W_{nop} + 1,07 * W_{zp};$$

$$\text{или } \begin{cases} S_{нб} = 1,17 * S_1 + 1,14 * W_{nop} + 1,07 * W_{zp} \\ S_{нб} = S_1 * e^{\mu\gamma} \end{cases}$$

$$S_1(e^{\mu\gamma} - 1,17) = 1,14 * W_{nop} + 1,07 * W_{zp}, \text{ отсюда}$$

$$S_1 = \frac{1,14 * W_{nop} + 1,07 * W_{zp}}{e^{\mu\gamma} - 1,17} = \frac{1,14 * 147,25 + 1,07 * 477,5}{10,5 - 1,17} = 72,7$$

кгс;

$$S_2 = S_1 = 60,4 \text{ кгс};$$

$$S_3 = 62,2 \text{ кгс};$$

$$S_4 = 209,4 \text{ кгс};$$

$$S_5 = 223,9 \text{ кгс};$$

$$S_6 = 743,2 \text{ кгс};$$

$$S_7 = 795,2 \text{ кгс};$$

$$S_{нб} = 795,2 \text{ кгс};$$

11. Определяем тяговое усилие.

$$W_0 = K(S_{нб} - S_{сб}), \text{ кгс};$$

где  $K=1,1$  – коэффициент потери на вредные сопротивления на концевых конструкциях.

$$W_0 = 1,1(795,2 - 60,4) = 808,2, \text{ кгс};$$

12. Определяем вес натяжного груза на натяжном устройстве

$$P = S_4 + S_5 = 209,4 + 223,9 = 433,3 \text{ кг};$$

13. Определяем максимальную возможную длину става, исходя из допустимого значения стрелы провисания

$$L'_{\max} = \frac{S_{np} - S_0}{S_{\max} - S_0} * L, \text{ м};$$

где  $S_{np}$  - допускаемое натяжение ленты

$$S_{np} = \frac{B * i * K}{m}, \text{ кгс};$$

где  $K=55$  кг/см- разрывное усилие на 1 см ширины прокладки для обычных белтинговых лент.

$m=11,5$  запас прочности ленты при  $i=9-11$ .

$$S_{np} = \frac{100 * 9 * 99}{11,5} = 4304,6, \text{ кгс};$$

$$L'_{\max} = \frac{4304,6 - 60,4}{795,2 - 60,4} * 150 = 903,2, \text{ м};$$

14. Определяем установочную мощность двигателя

$$N_{уст} = K \frac{W_0 * V}{102 * \eta};$$

где  $K$  – коэффициент запаса мощности,  $K=1,1$

$$N_{уст} = 1,1 \frac{808,2 * 1,5}{102 * 0,8} = 16,3, \text{ кВт};$$

По установочной мощности по каталогу принимаем асинхронный двигатель с короткозамкнутым ротором типа МА-146-2/4 с мощностью  $N = 17$  кВт.

15. Определяем удельный расход мощности

$$\mathcal{E}_{\text{ткм}} = \frac{N_{\text{уст}}}{Q * L} = \frac{16,3}{350 * 0,15} = 0,3, \quad \text{кВт.час / Т.к.м.}$$

### **Определение основных параметров отдельных частей ленточного конвейера КЛ-350 и монтаж**

Согласно расчетных данных устанавливаются геометрические размеры всех частей устанавливаемого конвейера и подготавливается место установки.

Монтаж ленточных конвейеров начинают с подготовки выработки для установки конвейера: проводят камеры ниши под приводные и натяжные устройства, сооружают фундаменты (при необходимости), монтируют грузоподъемные устройства для выполнения монтажных работ.

Выработки должны быть прямолинейными в горизонтальной плоскости. Это добывается с помощью теодолита.

Допускаемые радиусы перегиба трассы в вертикальной плоскости должны выбираться в соответствие с формулой

$$R_c = \frac{R_{\text{max}} - R_{\text{min}}}{L_k} + R_{\text{min}},$$

где  $R_e$  – допустимый радиус перегиба на расстоянии  $L_k$  от конца конвейера с минимальным натяжением ленты, м;

$R_{\text{max}}$  – радиус перегиба на участке максимального натяжения ленты, м: (принимается по таблице);

$R_{\text{min}}$  – допустимый радиус на участке минимального натяжения ленты, м: (принимается по таблице);

В выработке, рядом со ставом конвейера предусматривают рельсовую путь или другие транспортные средства.

Перед спуском вес комплекта проверяются в исправности и в шахту опускают в первую очередь узел, устанавливаемый на дальнем конце выработки.

Монтаж производят в следующем порядке:

Механическая часть, силовое оборудование и пускорегулирующая аппаратура, аппаратура автоматизации и сигнализации.

Механизацию монтажных работ производят с помощью грузоподъемного оборудования, ручных таль, консольно-поворотными кранами, ручных лебедок и т.д.

Монтаж механической части начинают с установки головной секции. Если есть гарантия маркшейдерской проверки, то можно начинать с двух концов конвейера. Запас между конвейером и стенкой выработки, с одной стороны, для прохода должен быть 0,7 м, с другой - не менее 0,4 м. При перевозке людей высота свободного пространства над конвейерной лентой должна быть не менее 0,7 м, а в местах посадки не менее 1,5 м, на длине 10 м.

Расстояние от верхней выступающей части конвейера до верхняка должно быть не менее 0,5 м, а у натяжных и приводных устройств – не менее 0,6 м. Необходимо выдерживать перпендикулярность осей конвейера и приводных и отклоняющих барабанов. Отклонение в горизонтальной плоскости не должно превышать  $0^{\circ}20$ .

Смещение середины барабанов от оси конвейера в горизонтальной плоскости не должно превышать 5 мм.

После завершения монтажа металлоконструкции приступают к навеске конвейерной ленты – одному из наиболее трудоемких и ответственных процессов. При этом имеются следующие варианты:

Вариант I. Принимается при не большой длине конвейера. Бухту с лентой и тягальную лебедку устанавливают у хвостового барабана. Канат растягивают по грузовым и холостым роликоопорам и с помощью специального зажима соединяют с лентой. При включении лебедки ленту с помощью каната подтягивают к хвостовому барабану, где её разрезают и стыкуют.

Вариант II. Конвейер значительной длины установлен в уклоне. Бухту с лентой устанавливают у хвостового, а тягальную лебедку у приводного барабана. Канат растягивают по холостым роликам и соединяют с лентой, которую с помощью каната протягивают по холостым роликоопорам настолько, чтобы хватило на огибание приводных барабанов и выполнение стыка. После этого ленту для

предотвращения сползания закрепляют специальным устройством. Освобождают зажим, а канат растягивают по грузовым роликоопорам. Ленту разрезают у хвостового барабана, свободный конец ее прикрепляют к канату и растягивают вдоль конвейера.

Закрепив верхнюю ветвь ленты у приводной станции зажимным устройством, нижнюю вокруг хвостового барабана и концы ленты стыкуют. При этом необходимо помнить, что замыкающий стык ленты наклонных конвейеров следует производить у хвостового барабана, где натяжение ленты под действием собственного веса будет минимальным.

Вариант III. В связи с малыми сечениями конвейерных галерей ленту на конвейер подают небольшими, чаще заводскими бухтами и вулканизацию каждого стыка производят на конвейере. Такой способ очень трудоемкий и требует больших затрат времени, поэтому может рекомендоваться только в исключительных случаях.

Соединение конвейерных лент производят горячей или холодной вулканизацией (склежкой).

После завершения монтажа производят пробный пуск, после устранения обнаруженных дефектов начинают загрузку конвейера до его расчетной производительности.

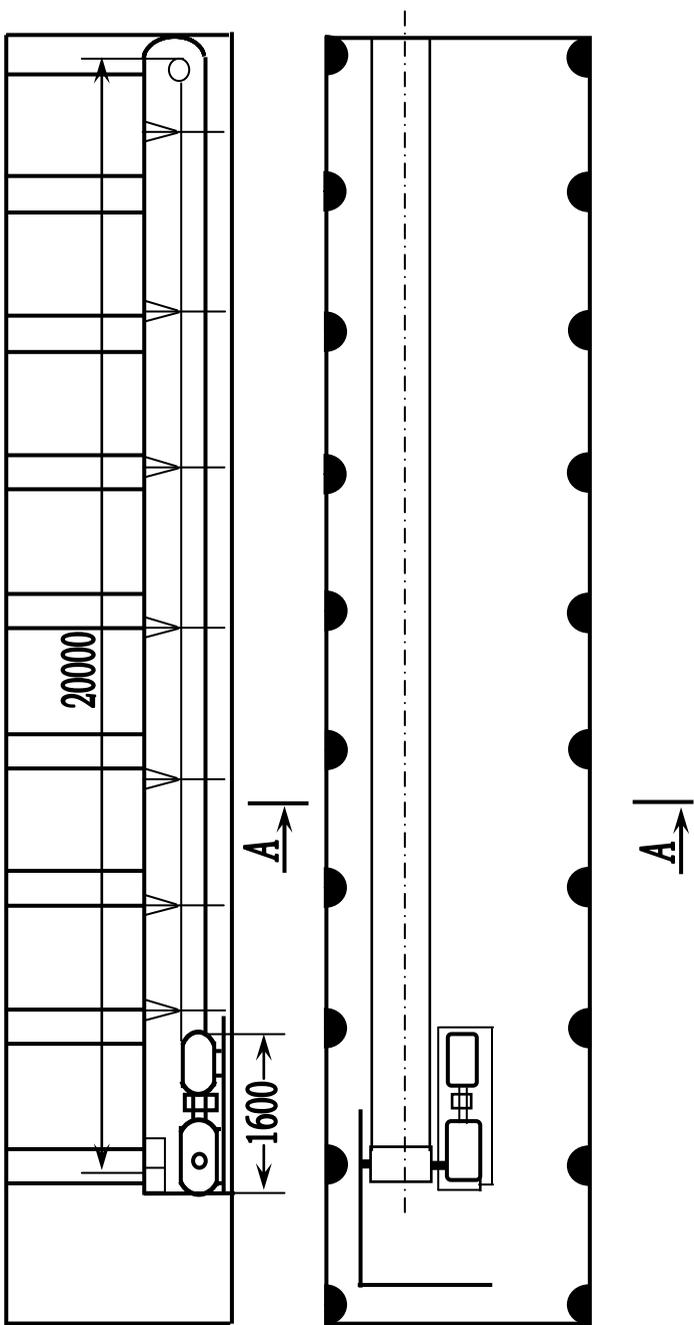
Завершающим этапом наладки конвейера является эксплуатационные испытания, которые продолжаются 3-5 рабочих смен.

При успешных испытаниях оформляется соответствующий акт о передаче конвейера в эксплуатацию.

Дальнейшая безаварийная работа обеспечивается выполнением ПТЭ и ТОР, которая включает периодические профилактические работы по осмотру, уходу и надзору за конвейером с устранением неисправностей.

При ремонте и эксплуатации должны выполняться следующие основные ПБ.

1. Пуск конвейера можно производить через 5-7 сек после предупредительного сигнала;
2. Перед пуском необходимо проверить правильность и надежность закрепления приводов, чистоту деталей и узлов, наличие защитных кожухов, заземление и т.д. Монтаж конвейера производится согласно размеров нижеприведенного чертежа.



Параметры сборки ленточного конвейера

Рис. 9



Основное содержание расчета электровозной откатки сводится к следующему: выбирают тип электровоза и вагонетки; определяют величину состава поезда; производят тяговый расчет с целью проверки тормозных средств электровоза и величины нагрева его тяговых двигателей; определяют количество и производительность электровозов; определяют расход энергии на электровозную откатку; определяют сечение контактной сети и параметров тяговой подстанции.

При откатке аккумуляторными электровозами в отличие от контактных электровозов масса состава определяется дополнительно, по емкости аккумуляторной батареи; определяется количество аккумуляторных батарей и зарядных столов.

## II. Выбор типа электровоза и вагонеток

Для выбора типа электровоза решающее значение имеет назначение откатки, производительность и длина откатки, газоопасность шахты. Для заданных конкретных условий выбирают электровоз и выписывают его технические данные в следующем порядке:

- сцепной вес,  $P_{сц}$  т;
- ширина колеи,  $S_p$  мм;
- тяговое усилие при часовом режиме,  $F_{час}$ , кгс;
- тяговое усилие при длительном режиме,  $F_{ул}$ , кгс;
- скорость при часовом режиме,  $V_{час}$ , км/час;
- скорость при длительном режиме,  $V_{дл}$ , км/час;
- тяговый двигатель:
- тип электродвигателя,
- число двигателей,
- суммарная мощность двигателей,  $N$ , кВт.
- напряжение,  $U$ , В;
- часовой ток,  $J_{час}$ , А;
- длительный ток  $J_{дл}$ , А; и т.д.

Выбирают тип вагонетки и выписывают его технические данные:

- ёмкость кузова,  $V$ , м<sup>3</sup>;
- ширина колеи  $S_p$ , мм;

- масса вагонетки -  $G_0$ , кг;
- геометрические параметры: ширина, длина и высота, мм;
- удельное ходовое сопротивление движению груженой вагонетки,  $w_{gp}$ , кгс/т;
- удельное ходовое сопротивление движению порожней вагонетки,  $w_{nop}$ , кгс/т;
- величина удельного пускового сопротивления принимается на 50% больше ходового;

$$\text{груженой вагонетки } w_{gp}^1 = 1,5 w_{gp};$$

$$\text{порожней вагонетки } w_{nop}^1 = 1,5 w_{nop}.$$

### III. Расчет параметров откатки

1. При наличии и нескольких погрузочных пунктов расчет можно выполнять по средневзвешенной длине откатки  $L$ ;

$$L = \frac{Q_1 L_1 + Q_2 L_2 + \dots + Q_n L_n}{Q_1 + Q_2 + \dots + Q_n}, \text{ м};$$

где  $Q_1, Q_2, \dots, Q_n$  - сменная добыча первого, второго и т.д. откаточных участков в тоннах,

$L_1, L_2, \dots, L_n$  - длина первого, второго и т.д. откаточных участков в метрах.

2. Продолжительность движения поезда в одном направлении

$$T = \frac{60L}{V_x}, \text{ мин};$$

где  $V_x$  - средняя ходовая скорость движения электровоза

$$V_x = 0,75 v_{\text{дл}}, \text{ км/ч};$$

где коэффициент 0,75 учитывает снижение ходовой скорости в периоды неустановившегося движения при закруглений, стрелок и т.п.

2. Относительная продолжительность движения.

$$\tau = \frac{T_{\text{дв}}}{T_{\text{дв}} + T_m};$$

где  $T_{\text{од}}$  – время одного рейса, мин:

$T_m$  – время маневров электровоза, мин.

#### IV. Выбор величины состава поезда

1. Максимальный допустимый вес груженого поезда, исходя из условий сцепления при пуске груженого состава на преобладающем подъеме.

$$P + Q_{\text{сп}} = \frac{1000 * \psi * P_{\text{сц}}}{w'_{\text{сп}} + i_{\text{сп}} + 110 * a}, \text{ т.}$$

где  $P_{\text{сц}}$  - сцепной вес локомотива, Т.

$a$  - величина ускорения поезда:

для груженого поезда  $a = 0,04 \div 0,05$  м/сек<sup>2</sup>;

для порожнего поезда  $a = 0,20 \div 0,25$  м/сек<sup>2</sup>;

$\psi$  - коэффициент сцепления приводных колес электровоза с рельсами. Величина  $\psi$  зависит от состояния рельсов значительно снижаясь, если рельсы покрыты пылью и жидкой грязью. Подсыпка песка на рельсы способствует увеличению  $\psi$ .

#### Расчетные значения $\psi$ приведены в таблица 3.

Условия работы в транспорте	Без подсыпки песка	При подсыпке песка	
		При движении	При пуске
В угольных шахтах	0,12	0,17	0,24
В железорудных и медных шахтах	0,15	0,20	0,25

2. Максимально допустимый вес груженого поезда, исходя из условий нагревания, т.е. по силе тяга локомотива.

$$P + Q_{\text{сп}} = \frac{F_{\text{дл}}}{\alpha \sqrt{\tau} (w_{\text{сп}} - i_{\text{п.с}})}, \text{ т.}$$

где  $\alpha$  – коэффициент, который учитывается ухудшение условий охлаждения двигателя во время маневров и остановок.

При длине откатки до 1 км  $\alpha = 1,14$ .

При длине от 1 до 2 км  $\alpha = 1,25$ , свыше 2 км  $\alpha = 1,15$ .

3. Максимально допустимый вес груженого поезда, исходя из условий торможения груженого поезда на преобладающем (среднем) уклоне.

$$P + Q_{cp} = \frac{1000 * \psi * P_m}{110 * a_m - w_{cp} + i_{cp}}, \text{ т,}$$

где  $P_m$  – тормозной вес электровоза, т.е. для подземных электровозов

$$P_m = P_{cy},$$

$i_{cp}$  – средний уклон пути,

$\psi$  – коэффициент сцепления при торможении с подсыпкой песка,

$a_m$  – тормозное замедление подсчитывается по выражению:

$$a_m = \frac{v_m^2}{2\ell_m}, \text{ м/сек}^2,$$

$\ell_m$  – длина тормозного пути, по ПБ для груженого состава  $\ell_m = 40$

м, для людского поезда  $\ell_m = 20$  м,

$v_m$  – скорость в начале торможения, м/с; принимается  $v_m = v_{dl}$  м/сек.

Принимается величина веса поезда груженого поезда по минимальному из трех значений.

4. Вес прицепной части поезда

$$P + Q_{cp} = Q_{cp}^{\min};$$

где  $Q_{cp}^{\min}$  – минимальное значение веса груженого поезда, исходя из трех условий.

$$Q_{cp} = Q_{cp}^{\min} - P, \text{ т.}$$

Определяется количество вагонеток в составе:

$$n = \frac{Q_{cp}}{G_0 + G_{cp}}, \text{ вагонеток,}$$

где  $G_{cp}$  – полезная масса груза вагонетки

$$G_{zp} = V * \gamma, \text{ т.}$$

5. Масса груженого состава

$$Q_{zp} = n * (G_0 + G); \text{ т.}$$

Масса порожнего состава

$$Q_{nop} = n * G_0, \text{ т.}$$

#### IV. Тяговый расчет

1. Сила тяги в период установившегося движения для груженого и порожнего поезда.

$$F_{zp} = (P + Q_{zp}) * (w_{zp} - i_{pc}); \text{ кг.с.}$$

$$F_{nop} = (P + Q_{nop}) * (w_{nop} + i_{cp}); \text{ кг.с.}$$

Сила тяги, приходящаяся на один двигатель, будет равна

$$f_{zp} = \frac{F_{zp}}{2}, \text{ кгс.}$$

$$f_{nop} = \frac{F_{nop}}{2}, \text{ кгс.}$$

2. По полученным значениям силы тяги ( $f_{zp}, f_{nop}$ ), по характеристике тягового двигателя выбранного электровоза находится соответственно величина тока и скорость движения при  $U = 250 \text{ в}$ ,

т.е.  $J_{zp}, J_{nop}, v_{zp}, v_{nop}$ .

3. Продолжительность периодов движения поезда.

$$T_{zp} = \frac{L}{60 * v_{x.zp}} = \frac{L}{60 * 0,75 * v_{zp}}, \text{ мин.}$$

$$T_{nop} = \frac{L}{60 * v_{x.nop}} = \frac{L}{60 * 0,75 * v_{nop}}, \text{ мин.}$$

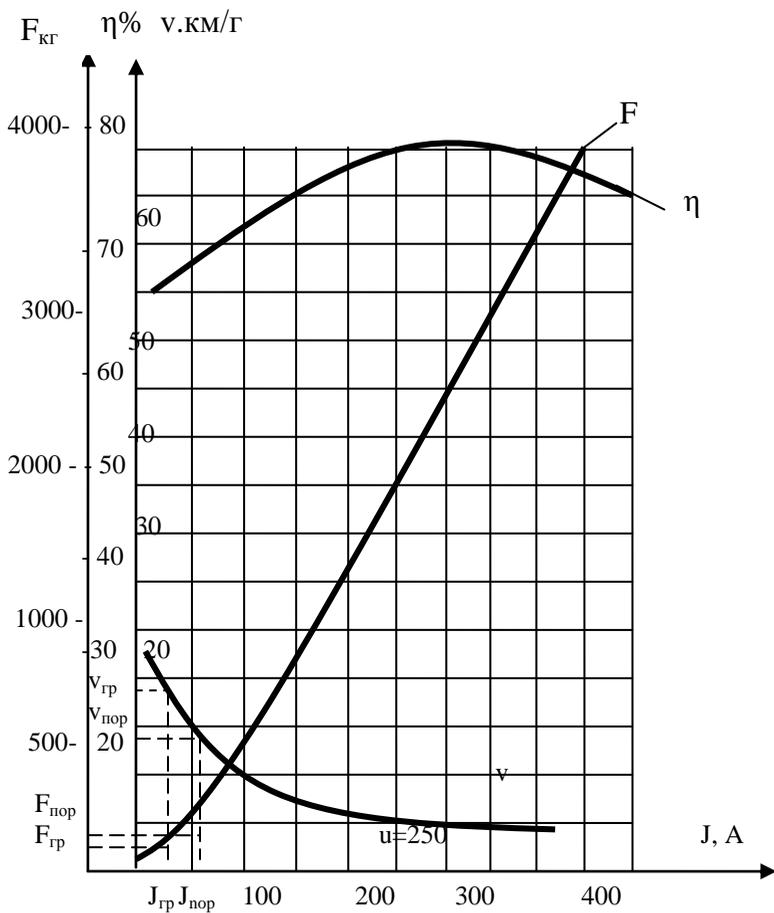
4. Продолжительность рейса.

$$T_{nop} = T_{zp} + T_{nop} + T_m, \text{ мин}$$

где  $T_m$  – продолжительность маневровых операций электроваза,  
мин. Значение  $T_m = 20$  мин.

5. Среднеквадратичный ток.

$$J_{\text{эк}} = \alpha \sqrt{\frac{J_{\text{зп}}^2 * T_{\text{зп}} + J_{\text{нор}}^2 * T_{\text{нор}}}{T_p}}, \text{ А}$$



Электромеханическая характеристика  
тягового двигателя

Рис. 11.

где  $\alpha$  – коэффициент, учитывающий работу электровоза в период маневров.  $\alpha = 1,15$ .

При  $J_{\text{эк}} < J_{\text{дл}}$  - двигатель электровоза будет работать нормально, т.е. двигатель не перегревается.

Если  $J_{\text{эк}} > J_{\text{дл}}$  - двигатель электровоза будет перегреваться и изоляция обмотки выходит из строя преждевременно.

В этом случае необходимо уменьшить массу груженого состава уменьшением количества вагонеток в составе.

6. Тормозная сила электровоза

$$B = 1000 * \varphi * \delta * P_{\text{T}}; \text{ кгс,}$$

где  $\varphi$  – коэффициент трения между ободом колеса и тормозной колодкой электровоза:

Для чугунных тормозных колодок  $\varphi \leq 0,18 \div 0,2$ ;

$\delta$  – коэффициент нажатия тормозных колодок  $\delta = 0,6 \div 1,35$ .

Для обеспечения отсутствия заклинивания колесных пар величину коэффициента нажатия не рекомендуется принимать выше 0,9.

$P_{\text{T}}$  – тормозная масса локомотива, т.

7. Удельная тормозная сила для груженого состава.

$$b_{\text{зр}} = \frac{B}{P + Q_{\text{зр}}}, \text{ кгс/т}$$

8. Тормозное замедление

$$j_m = 0,01(b_{\text{зр}} + w_{\text{зр}} - i_{\text{ср}}); \text{ м/сек}^2,$$

9. Продолжительность периода торможения

$$t_{\text{T}} = \frac{v_{\text{зр}}}{j_{\text{T}}}; \text{ сек,}$$

10. Путь торможения

$$l_{\text{T}} = \frac{v_{\text{зр}} + t_r}{2}, \text{ м,}$$

Для груженого состава  $l_{\text{T}}$  – должно быть меньше или равно 40 м. т.е.  $l_{\text{T}} \leq 40$  м.

Для людского состава  $l_T \leq 20$  м.

## V. Определение количества и производительности электровозов

1. Число возможных рейсов одного электровоза в течение смены.

$$r = \frac{60 * T_{см}}{T_p}, \text{ рейсов,}$$

где  $T_{см}$  – расчетная продолжительность работы электровоза в течение смены; при 7 часовой смене  $T_{см} = 6,5$  час.

2. Потребное число рейсов для вывозки груза за смену

$$r_{zp} = \frac{K * Q_m}{n * G}, \text{ рейсов,}$$

где  $K$  – коэффициент неравномерности откатки.  $K=1,1 \div 1,25$ .

3. Суммарное потребное число рейсов с учетом людских ( $r_l$ )

рейсов  $r_n = r_{zp} + r_l$ ,

4. Количество рабочих электровозов.

$$z = \frac{r_n}{r}, \text{ электровоз}$$

Согласно нормативов необходимо предусмотреть резервные  $z_p$  электровозы: при  $z = 4 - 5$  электровозов  $z_p = 1$ ;

при  $z = 7 - 12$  электровозов  $z_p = 2$ ;

при  $z \geq 13$  электровозов  $z_p = 4$ .

5. Общее количество электровозов с резервом

$$z_0 = z + z_p; \text{ электровозов.}$$

6. Возможная сменная производительность одного электровоза.

$$R = \frac{r * n * G_{cp} * L}{1000 * K}, \text{ т.км/смену.}$$

7. Расчетная сменная производительность одного электровоза.

$$R' = \frac{Q_{uu} * L}{z}, \text{ т.км/смену.}$$

8. Расчетный коэффициент использования электровоза.

$$\gamma = \frac{R'}{R}.$$

## VI. Определение расхода энергии

1. Расход энергии на один рейс на шинах тяговой подстанции.

$$E_p = \frac{\alpha * U * J_{cp} * T_{\partial в}}{1000 * 60}, \text{ кВт.час;}$$

где  $\alpha$  - коэффициент, учитывающий расход энергии во время маневров;  $\alpha = 1,1 \div 1,2$ ;

$J_{cp}$  - средний ток двигателей одного электровоза

$$J_{cp} = \frac{n * J_{cp} + n * J_{nop}}{2}, \text{ А;}$$

где  $n$  - число двигателей одного электровоза.

2. Расход энергии на электровозную откатку за смену на шинах тяговой подстанции.

$$E_c = E_p * r_n, \text{ кВт.час}$$

3. Расход энергии на откатку за смену на шинах центральной подстанции.

$$E'_c = \frac{E_c}{\eta_n * \eta_c}, \text{ кВт.час;}$$

где:  $\eta_n$  – КПД, преобразовательного устройства,  $\eta_n = 0,85 \div 0,95$

$\eta_c$  - КПД, сети от преобразовательной подстанции  $\eta_c = 0,85 \div 0,95$

4. Удельный расход энергии на откатку.

$$l = \frac{1000 * E'_c}{Q * L}, \text{ кВт. час/т. км.}$$

## VII. Расчет тяговой сети.

1. Сопротивления одного км. контактного провода

$$r_k = \frac{1000 * \rho_k}{E * m_k * q_k}, \text{ Ом/км;}$$

где  $\rho = 0,0175$  ом.мм<sup>2</sup>/км. – удельное сопротивление контактного провода;

$E = 0,85$  коэффициент, учитывающий средний износ контактного провода;

$m_k$  – число параллельно подвешенных проводов контактной сети;

$q_k$  – сечение контактного провода. ГОСТу предусмотрены 65 мм<sup>2</sup>, 95 мм<sup>2</sup>, 105 мм<sup>2</sup>.

2. Сопротивление одного км. рельсового пути.

$$r_p = \frac{1000 * g * \rho_p}{m_p * q_p}, \text{ Ом/км;}$$

где:  $g$  - коэффициент, учитывающий увеличение сопротивления рельсовой сети вследствие наличия стыков; для рельсов Р18 –  $g = 1,3$  для Р24 –  $g = 1,4$  и т.д.

$\rho_p$  - удельное сопротивление рельсовой стали,  $\rho_p = 0,23$  ом.мм<sup>2</sup>/м;

$m_p$  - число ниток рельсового пути. Если одноколейный путь  $m_p = 2$ ; Если двухколейный путь  $m_p = 4$ ;

$q_p$  – сечение рельса.

$$q_p = \frac{P * 1000}{7.8}, \text{ см}^2;$$

где  $P$  – погонный вес рельса, кг/м;

$7,8$  – т/м<sup>3</sup> – удельный вес стали рельса;

3. Общее сопротивление 1 км контактной и рельсовой сетей

$$r_c = r_k + r_p, \text{ Ом/км.}$$

4. Приведенное число электровозов на участке

$$N'_y = \frac{N_y + 1}{2},$$

5. Максимально допустимая длина на участке контактной сети от тяговой подстанции на одну сторону участка.

$$L_\partial = \frac{\Delta U_\partial \frac{0}{0} * U}{1,1 * 100 * r_c * J_{cp} * N'_y}, \text{ км.}$$

### **Пример определения параметров основных элементов рельсового транспорта для монтажа.**

Рассчитать электровозный транспорт для угольной шахты и определить параметры поезда, рельсовой пути, а также контактной сети. Шахта не опасно по газу и пыли.

Сменная производительность погрузочного пункта  $Q = 1200$  т/смену.

Расстояние транспортировки  $L = 4500$  метров.

Плотность полезного ископаемого  $\gamma = 0,85$  т/м<sup>3</sup>.

Для данных условия выбираем вагонетку ВГ2,5 с грузоподъемностью  $G = 2,1$  т, ёмкость кузова  $v = 2,5$  м<sup>3</sup>.

Ширина колея  $S_p = 900$  мм.

Жесткая база  $S_\partial = 800$  мм.

Высота оси сцепки от головки рельса 320 (365) мм.

Основные размеры вагонетки: длина 3150 (2800) мм.

Ширина 1240 мм.

Высота от головки рельса 1300 мм.

Масса вагонетки  $G_0 = 1150$  (1140) кг.

Коэффициент ходового сопротивления движению (вагонетки в составах) груженые  $w'_{nop} = 0,010$ .

Пусковое сопротивление на 50% больше ходового сопротивления (для подшипниках качения) и равно

груженые  $w''_{zp} = 0,012$ ;

порожние  $w''_{nop} = 0,015$ .

Техническая характеристика электровоза 10КР-900.

Сцепной вес,  $P_{ц} = 10m$ ., ширина колеи  $S_p = 900$  мм.

Жесткая база  $S_{\delta} = 1100$  мм.

Минимальный радиус кривой  $R_{\min} = 7$  м.

Часовая мощность двигателя  $N_{час} = 41,2$  кВт.

Часовая сила тяги двигателя  $P_{час} = 1460$  кВт.

Часовая скорость движения  $v_{час} = 11,0$  км/час.

Часовой ток двигателя  $J_{час} = 95$  А.

Длительная сила тяги  $P_{дл} = 370$  кгс.

Длительная скорость  $v_{дл} = 16,0$  км/час.

Длительный ток  $J_{дл} = 34$  А.

Тип двигателя ДК-801А, ЭДР-25Б, ЭТ-31.

Напряжение  $U = 250$  в.

Уклон равного сопротивления для вагонеток на подшипниках качения  $i_{p.c} = 2 \div 3\% = 0,002 \div 0,003$ .

Средний уклон из условия обеспечения стока воды  $i_{cp} = 2\% = 0,002$ .

Продолжительность маневровых операций электровоза  $T_m = 20$  мин.

1. Определяем продолжительность движения поезда в одном направлении

$$T = \frac{60 * L}{v_x} = \frac{60 * 4,5}{12} = 22,5 \text{ мин};$$

где  $L$  – длина откатки, км;

$v_x$  – средняя ходовая скорость движения электровоза,

$$v_x = 0,75, v_{\text{дл}} = 0,75 * 16 = 12 \text{ км/час};$$

Коэффициент 0,75 учитывает снижение ходовой скорости в периоды неустановившегося движения при закруглений, стрелок и.т.д.

2. Продолжительность движения поезда в течении одного рейса

$$T_{\text{уб}} = 2T = 2 * 22,5 = 45 \text{ мин};$$

3. Продолжительность одного рейса

$$T_p = T_{\text{дв}} + T_m = 45 + 20 = 65 \text{ мин};$$

4. Относительная продолжительность движения

$$\tau = \frac{T_{\text{дв}}}{T_{\text{дв}} + T_m} = \frac{45}{45 + 20} = 0,69;$$

### Выбор величины состава поезда

1. Определяем максимальный допустимый вес груженого поезда, исходя из условий сцепления при пуске груженого состава на преобладающем (среднем) подъеме

$$P + Q_{\text{сп}} = \frac{1000 * \psi * P_{\text{сц}}}{w'_{\text{сп}} + i_{\text{сп}} + 110 * a}; \text{ т,}$$

где  $P_{\text{сц}} = 10$  т, сцепной вес электровоза,

$a = 0,04$  м/сек<sup>2</sup>, величина ускорения поезда

$(a = 0,04 \div 0,05)$  м/с<sup>2</sup>;

для груженого поезда, для порожнего поезда  $a = 0,2 \div 0,25$  м/с<sup>2</sup>;

$\psi = 0,24$ , коэффициент сцепления приводных колес электровоза с рельсами.

$$P + Q_{\text{сп}} = \frac{1000 * 0,24 * 10}{8 + 2 + 110 * 0,04} = 166 \text{ т.}$$

2. Определяем максимальный допустимый вес груженого поезда, исходя из условий нагрева двигателя, т.е. по силе тяги.

$$P + Q_{cp} = \frac{F_{\text{дл}}}{\alpha \sqrt{\tau} (w'_{cp} - i_{p.c})},$$

где  $F_{\text{дл}} = 370$  кгс – длительная сила тяги локомотива

$\alpha = 1,15$  - коэффициент, учитывающий ухудшение условий охлаждения двигателя во время маневров и остановок.

$$P + Q_{cp} = \frac{370}{1,15 \sqrt{0,69} (8 - 2)} = 64,7 \text{ т};$$

3. Определяем максимальную допустимую вес груженого поезда, исходя из условий торможения груженого поезда на преобладающем (среднем) уклоне

$$P + Q_{cp} = \frac{1000 * \psi * P_{\text{T}}}{110 * a_{\text{T}} - w'_{cp} + i_{cp}}, \text{ т};$$

где  $P_{\text{T}}$  – тормозной вес электровоза.  $P_{\text{T}} = 10$  т;

$\psi$  – коэффициент сцепления при торможении с подсыпкой песка, принимаем  $\psi = 0,17$ ;

$a_{\text{T}}$  – тормозное замедление, подсчитывается по выражению

$$a_{\text{T}} = \frac{v_{\text{T}}^2}{2 * l_{\text{T}}}, \text{ м/с}^2;$$

$v_{\text{T}}$  - скорость в начале торможения, м/с; принимается равной длительной скорости электровоза

$$v_{\text{T}} = v_{\text{дл}} = \frac{16}{3,6} = 4,4 \text{ м/с};$$

$l_{\text{T}}$  – длина тормозного пути: по ПБ  $l_{\text{T}} = 40$  м;

$$a_{\text{T}} = \frac{4,4^2}{2 * 40} = 0,24 \text{ м/с}^2;$$

$$P + Q_{cp} = \frac{1000 * 0,17 * 10}{110 * 0,24 - 8 + 2} = 83,3 \text{ т}.$$

Принимаем величину веса груженого поезда, исходя из условий торможения груженого поезда на преобладающем уклоне  $P + Q_{ep} = 83,3$  т.

При этом рекомендуем при трогании поезда, чтобы увеличить силу тяги подсыпать песок под ведущее колесо электровоза.

4. Определяем вес прицепной части поезда

$$Q_{ep} = 83,3 - P_{cy} = 83,3 - 10 = 73,3 \text{ т};$$

5. Определяем количество вагонеток в составе поезда.

$$n = \frac{Q_{ep}}{G_0 + G} = \frac{73,3}{1,15 + 2,1} = 22,5 \text{ вагонов.}$$

Принимаем  $n = 22$  вагонов, однако, учитывая то, что при 22 вагонов в составе, длина поезда получается весьма длинной. Поэтому вместо ВГ2,5 принимаем ВГ3,3 при этом  $G_0 = 1290$  кг и  $G \approx 3$  т, исходя из этого

$$n = \frac{73,3}{1,29 + 3} = 17 \text{ вагонов в составе.}$$

6. Определяем вес порожнего состава

$$Q_{nop} = n * G_0 = 17 * 1,29 = 21,93 \text{ т};$$

7. Определяем вес груженого состава

$$Q_{ep} = n * G_{ep} = n * (G_0 + G) = 17 * (1,29 + 3) = 72,33 \text{ т};$$

### Произведем тяговой расчет

1. Определяем силу тяги в период установившегося движения для груженого и порожнего состава поезда

$$F_{ep} = (P + Q_{ep})(w'_{ep} + i_{cp}) = (10 + 72,33)(8 - 2) = 494 \text{ кгс};$$

$$F_{nop} = (P + Q_{nop})(w'_{nop} + i_{cp}) = (10 + 21,93)(10 + 2) = 383 \text{ кгс};$$

Так как электровоз 10КР-900 оборудован двумя тяговыми двигателями, то сила тяги, приходящая на один двигатель, будет равна:

$$f_{ep} = \frac{F_{ep}}{2} = \frac{494}{2} = 247 \text{ кгс};$$

$$f_{nop} = \frac{F_{nop}}{2} = \frac{383}{2} = 191,65 \text{ кгс};$$

2. По полученным значениям силы тяги ( $f_{ep}$  и  $f_{nop}$ ), по характеристике тягового двигателя, установленного в электровозе, находим соответственно величину тока и скорости движения при напряжении  $U = 250$  в.

$$J_{ep} = 34 \text{ А}; \quad \eta = 75\% ;$$

$$J_{nop} = 23 \text{ А};$$

$$v_{ep} = 16 \text{ км/час} = 4,4 \text{ м/сек} ;$$

$$v_{nop} = 17,5 \text{ км/час} = 4,86 \text{ м/сек} .$$

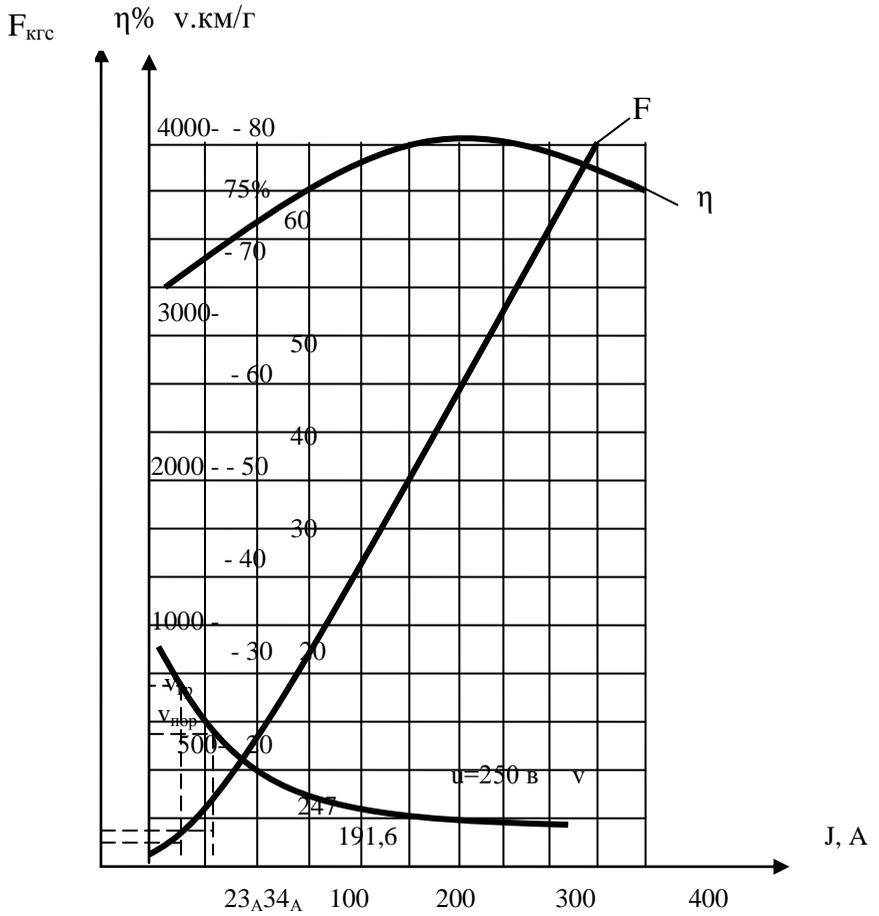


Рис.1. Электромеханическая характеристика тягового двигателя ДК-801А. ЭДР-25Б, ЭТ-31

3. Продолжительность периодов движения поезда:

а) в грузовом направлении

$$T_{gp} = \frac{L}{60 * v_{x.gp}} = \frac{L}{60 * 0,75 * v_{gp}} = \frac{4500}{60 * 0,75 * 4,4} = 22,7 \text{ мин};$$

б) в порожняковом направлении

$$T_{nop} = \frac{L}{60 * v_{x.nop}} = \frac{L}{60 * 0,75 * v_{nop}} = \frac{4500}{60 * 0,75 * 4,86} = 20,6 \text{ мин};$$

4. Продолжительность рейса

$$T_p = T_{gp} + T_{nop} + T_m, \text{ мин};$$

при  $T_m = 20$  мин

$$T_p = 22,7 + 20,6 + 20 = 63,3 \text{ мин};$$

5. Определяем среднеквадратичный ток двигателя

$$J_{эkv} = \alpha \sqrt{\frac{J_{gp}^2 * T_{gp} + J_{nop}^2 * T_{nop}}{T_p}}, \text{ А};$$

где  $\alpha = 1,1 \div 1,2$ , коэффициент, учитывающий работу электровоза в период маневров, принимаем  $\alpha = 1,15$ .

$$J_{эkv} = 1,15 \sqrt{\frac{34^2 * 22,7 + 23^2 * 20,6}{63,3}} = 1,15 \sqrt{586,7} = 27,85 \text{ А};$$

$J_{эkv} < J_{ол}$  т.е.  $27,85 \text{ А} < 34 \text{ А}$ , следовательно, проверка тяговых двигателей на нагрев дала удовлетворительные результаты.

6. Определяем тормозную силу электровоза

$$B = 100 * \varphi * \delta * P_m, \text{ кгс};$$

где  $\varphi = 0,19$  - коэффициент трения между ободом колеса и тормозной колодкой электровоза.

$\delta = 0,8$  - коэффициент нажатия тормозных колодок

$P_m = 10 \text{ т}$  – тормозной вес локомотива,

$$B = 1000 * 0,19 * 0,8 * 10 = 1520 \text{ кгс};$$

7. Определяем удельную тормозную силу для груженого состава

$$e_{ep} = \frac{B}{P + Q_{ep}} = \frac{1520}{10 + 72,3} = 18,46 \text{ кгс/т};$$

8. Определяем тормозное замедление

$$j_m = 0,01(e_{ep} + w'_{ep} - i_{cp}) = 0,01(18,46 + 8 - 2) = 0,245 \text{ м/с}^2;$$

9. Продолжительность периода торможения

$$t_m = \frac{v_{ep}}{j_m} = \frac{4,4}{0,245} = 17,96 \text{ с};$$

10. Путь торможения

$$l_m = \frac{v_{ep} * t_m}{2} = \frac{4,4 * 17,96}{2} = 39,51 \text{ м};$$

т.к.  $39,51 < 40$  м принятая масса состава поезда удовлетворяет условиям торможения.

### Определение количества и производительности электровозов

1. Определяем число возможных рейсов одного электровоза в течение смены

$$r = \frac{60 * T_{см}}{T_p} = \frac{60 * 6,5}{63,3} = 6,16 \text{ рейсов};$$

число возможных рейсов одного электровоза за смену принимаем равным  $r = 6$  рейсов.

2. Определяем потребное число рейсов для вывозки груза за смену

$$r_{ep} = \frac{K * Q}{n * G}; \text{ рейсов};$$

где  $K = 1,25$  коэффициент неравномерности откатки.

$Q = 1200$  т/смену сменная производительность шахты

$$r_{ep} = \frac{1,25 * 1200}{17 * 3} = 29,4 \text{ рейсов};$$

Полученная цифра округляется до целого числа в большую сторону, принимаем  $r_{ep} = 30$  рейсов.

т.к длина откатки 1200 м, то принимаем людской рейс за смену  $r_n = 1$ .

3. Суммарное потребное число рейсов за смену

$$r_n = r_{cp} + r_n = 30 + 1 = 31 \text{ рейсов;}$$

4. Определяем количество рабочих электровозов

$$z = \frac{r_n}{r} = \frac{31}{6} = 5,16; \text{ принимаем } 6 \text{ электровозов.}$$

Согласно нормативом принимаем резервный электровоз  $z_p = 1$ .

5. Общее количество электровозов с резервом

$$z_0 = z + z_p = 6 + 1 = 7 \text{ электровозов;}$$

6. Возможная сменная производительность одного электровоза

$$R = \frac{r * n * G * L}{1000 * K}, \text{ т.км/смену;}$$
$$R = \frac{6 * 17 * 3 * 4500}{1000 * 1,25} = 1101,6, \text{ т.км/смену.}$$

7. Определяем расчетную сменную производительность одного электровоза

$$R' = \frac{Q_{ш} * L}{z} = \frac{1200 * 4,5}{6} = 820, \text{ т.км/смену;}$$

8. Определяем расчетный коэффициент использования электровоза

$$\gamma = \frac{R'}{R} = \frac{820}{1101,6} = 0,74.$$

### Определение расхода энергии

1. Расход энергии на один рейс на шинах тяговой подстанции

$$E_p = \frac{\alpha * U * J_{cp} * T_{\partial в}}{1000 * 60}, \text{ кВт.час;}$$

где  $\alpha = 1,15$  - коэффициент, учитывающий расход энергии во время маневров.

$$T_{\partial в} = T_{zp} + T_{nop} = 22,7 + 20,6 = 43,3 \text{ мин;}$$

$J_{cp}$  – средний поездной ток.

$$J_{cp} = \frac{n_{дв} * J_{zp} * T_{zp} + n_{дв} * J_{нор} * T_{нор}}{T_{zp} * T_{нор}} = \frac{2 * 34 * 22,7 + 2 * 23 * 20,6}{22,7 + 20,6} = 57,5 \text{ А};$$

$$E_p = \frac{1,15 * 250 * 57,5 * 43,3}{1000 * 60} = 11,9 \text{ кВт.час};$$

2. Расход энергии на электровозную откатку за смену на шинах тяговой подстанции

$$E_c = E_p * r_n = 11,9 * 31 = 368,9 \text{ кВт.час};$$

3. Расход энергии на откатку за смену на шинах центральной подстанции

$$E'_c = \frac{E_c}{\eta_n * \eta_c}, \text{ кВт.час};$$

где:  $\eta_n$  – КПД преобразовательного устройства, принимаем  $\eta_n = 0,9$ ;

$\eta_c$  – КПД сети от преобразовательной подстанции до центральной, принимаем  $\eta_c = 0,95$ .

$$E'_c = \frac{368,9}{0,9 * 0,95} = 431,4 \text{ кВт.час};$$

4. Удельный расход энергии на откатку

$$\ell = \frac{1000 * E'_c}{Q * L} = \frac{1000 * 431,4}{1200 * 4500} = 0,08 \text{ кВт.час/т.км};$$

### Расчет тяговой сети

Располагаем тяговую подстанцию в пределах околоствольного двора и принимаем один питающий и один отсасывающий кабель. Рельсовый путь одноколейный с разминовками по середине откаточного участка.

При количестве электровозов 7 на участке  $J_{cp} = 57,5 \text{ А}$ ,  
 $\sum J = 402,5 \text{ А}$ .

Если экономическую плотность тока примем  $2 \text{ А/мм}^2$ , тогда минимальное сечение контактной сети  $q = 65 \text{ мм}^2$  будет достаточно. Удельное сопротивление контактного провода составляет  $0,0175 \text{ ом.мм}^2/\text{км}$ . Тип рельса Р-24.

1. Сопротивление 1 км контактного провода.

$$r_k = \frac{1000 * \rho_k}{E * m_k * q_k}, \text{ Ом/км};$$

где  $\rho_k = 0,0175$ ,  $\text{ом.мм}^2/\text{км}$  – удельное сопротивление контактного провода;

$E = 0,85$  коэффициент, учитывающий средний износ контактного провода;

$m_k$  – число параллельно подвешенных проводов контактной сети;

$q_k = 65 \text{ мм}^2$  сечение контактного провода.

$$r_k = \frac{1000 * 0,0175}{0,85 * 1 * 65} = 0,316, \text{ Ом/км.}$$

2. Сопротивление 1 км рельсового пути

$$r_p = \frac{1000 * g * \rho_p}{m_p * q_p}, \text{ Ом/км};$$

где  $g = 1,4$  - коэффициент, учитывающий увеличение сопротивления рельсовой сети вследствие наличия стыков для Р-24.

$\rho_p = 0,23 \text{ ом.мм}^2/\text{м}$ ;

$m_p = 2$ , число ниток рельсового пути;

$q_p$  – сечение рельса Р24 определяется следующим образом:

$$q_p = \frac{P * 1000}{7,8} = \frac{24 * 1000}{7,8} = 3076,9 \text{ мм}^2;$$

$7,8 - \text{т/м}^3$  – удельный вес стали рельса

$$r_p = \frac{1000 * 1,4 * 0,23}{2 * 3076,9} = 0,052 \text{ Ом/км.}$$

3. Общее сопротивление 1 км контактной и рельсовой сети

$$r_c = r_k + r_p = 0,316 + 0,052 = 0,368 \text{ Ом/км.}$$

4. Приведенное число электровозов на участке

$$N'_y = \frac{N_y + 1}{2} = \frac{7 + 1}{2} = 4$$

5. Максимально допустимая длина участка контактной сети от тяговой подстанции.

$$L_\delta = \frac{\Delta U_\delta \% * U}{1,1 * 100 * r_c * J_{cp} * N'_y} = \frac{15 * 250}{1,1 * 100 * 0,368 * 57,5 * 4} = 0,4 \text{ км.}$$

Согласно геометрических параметров выбранного контактного электровоза (смотрите техническую характеристику) 10КР-900 и рудничной вагонетки ВГ 3,3 производится монтаж по нижеприведенному чертежу.

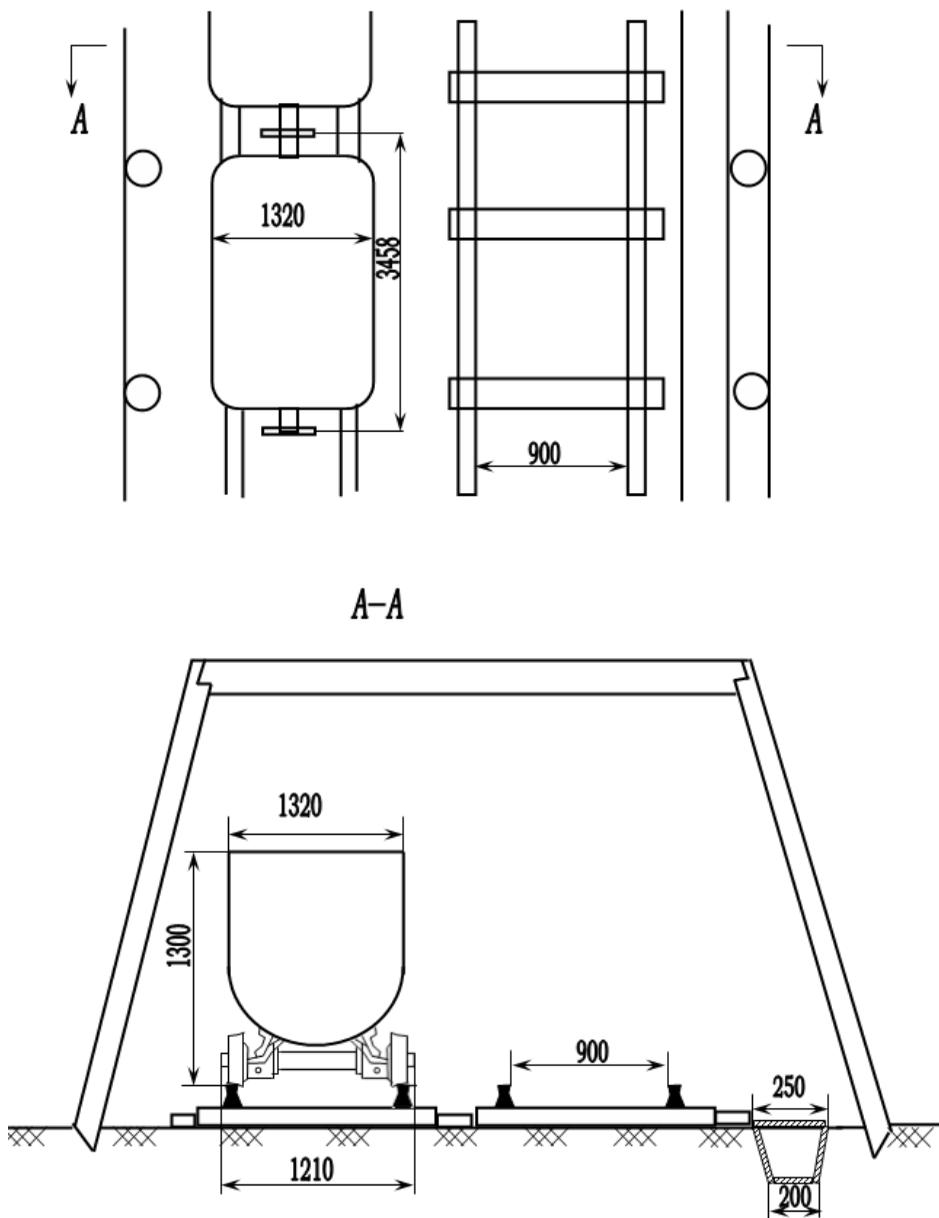


Рис. 13

## **Монтаж рельсового пути**

### **I. Выбор вспомогательного механизма**

1. Агрегат АМО-1- для механизации погрузочно – разгрузочных и монтажных работ.
2. Агрегат ПКУ – для очистки и углубки канавок.
3. Рельсоверлильный станок.
4. Рельсогибочный станок.
5. Кусачки и подбивщик.
6. Ватерпас и ступенчатая рейка.
7. ПШ -1 – путевой измерительный шаблон и т.д.

### **II. Монтаж рельсового пути**

#### **а. Прямолинейные участки выработки**

1. Производится планировка почвы выработки с уклоном ее в сторону канавки  $i = 0,01 \div 0,02$ , а в сторону околоствольного двора  $i = 0,003 \div 0,004$ , а также проходят и закрепляют водоотводные канавки.

2. Разбивают ось пути и через каждые 15 м устанавливают реперы на высоте 1 м от почвы выработки.

3. Производят раскладки шпал по выработке в соответствии с эapurой и типом применяемого рельса. Шпалы располагают перпендикулярно к оси выработки, а их концы, обращенные к проходу для людей, по шнуру. Рельсовые пути располагают так, чтобы зазор между габаритом подвижного состава и крепью на высоте 1,8 м от почвы выработки был не менее 0,7 м со стороны прохода людей, а с другой стороны 0,2÷0,25 м. На двухпутном участке зазор между габаритами подвижных составов был не менее 0,2 м.

4. На каждую шпалу укладывают подкладки, начиная со стороны уложенных по шнуру концов шпал, а на них рельсы.

5. Рельсы соединяют между собой накладками и закрепляют болтовыми соединениями, зазор между концами рельсов составляет 3-4 мм. В последние годы распространены соединения стыков посредством электросварки.

6. Одну рельсовую нить пришивают к шпалам костылями на соответствующем расстоянии от конца шпал, а затем по путевому шаблону вторую нить с допуском на уширение 4 мм, на сужение 2 мм.

При закреплении первой нитки рельсов в начале костыли забывают в стыковые шпалы и в одну из средних шпал рельсового звена, после забивают остальные костыли. Вторую нитку наживляют через каждые восемь шпал и только затем пришивают к каждой шпале с постоянным контролем ширины колеи.

При забивке костылей вначале забивают 1/3 длины, после этого проверяют ширину колеи. При ее соответствии проектной величине костыли забивают окончательно попеременными легкими ударами по одному и другому костылю.

Ширина балластной призмы  $B_{np}$  должна быть не менее  $L_m + 200$ , где  $L_m$  - длина шпалы.

Шпальные ящики засыпаются на 2/3 толщины шпалы.

С помощью домкратов или путеподъемников рельсовый путь поднимают на уровень, установленный с помощью отвесов, после этого каждую шпалу подбивают балластом на высоту до 90 мм с помощью шпалоподбоек. При искривлении пути в плане необходимо произвести рихтовку т.е. исправление пути в плане.

### **6. Участки закругления**

Величина радиуса закругления  $R$  определяется жесткой базой подвижного состава и его скоростью движения. Так, при скорости движения до 1,5 м/с  $R=7S_6$ , свыше 1,5 м/с  $R=10S_6$ , где  $S_6$  – жесткая база подвижного состава.

В данном примере для выбранного электровоза 10КР-900  $S_6 = 1100$  мм, скорость  $4,4 \div 4,86$  м/сек.

Жесткая база вагонетки ВГ3,3  $S_6 = 800$  мм.

Радиус закругления будет рассчитываться по жесткой базе электровоза  $S_6=1100$  мм и равна  $R=11000$  мм или  $R=11$  метр.

При  $P_{uc} = 10$  т величина уширения колен в закругление принимается  $\Delta S = 25$  мм (по табличным данным). Уширение производится отодвигая, внутреннюю нить к центру кривой.

Возвышение наружного рельса принимаем по формуле

$$\Delta h = \frac{S_p * v^2}{g * R} = \frac{0,900 * 4,86^2}{9,81 * 11} = 0,19 \text{ м или } 19 \text{ см;}$$

Принимаем  $v=1,5$  м,

$$a = \frac{b^2}{R} = \frac{1,5^2}{11} = 0,20, \text{ м.}$$

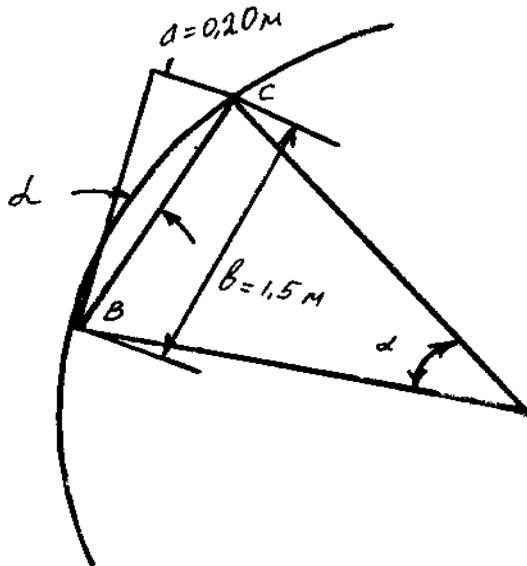


Рис.14

### Подвеска контактного провода

Расстояние между подвесками на участках, м.

Прямолинейных – 5 м;

Криволинейных – 3 м.

Расстояние от контактного провода до крепи или горной массы в вагонетки, м, не менее 0,2 м.

Высота подвески от головки рельса, м.

на штрэке – 1,8 м,

на посадочных, погрузочно – разгрузочных площадках, а также в местах пересечения выработок для передвижения людей – 2,0 м;

в околоствольном дворе в местах передвижения людей – 2,2 м;

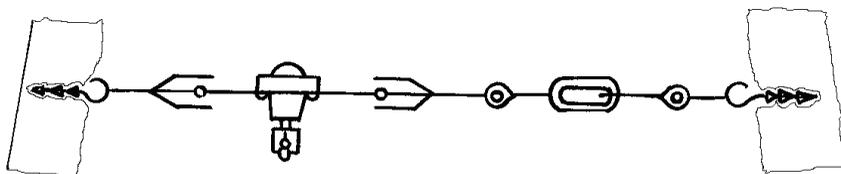
отклонение провода от оси, мм – 150;

Допустимый износ провода не более 60% монтаж контактного провода начинается с разбивки точек его крепления, а затем

устанавливаются концевые анкеры, боковые крючья, винтовые муфты, оттяжки, изоляторы и провода держатели.

Контактный провод доставляют на место монтажа намотанным на деревянные барабаны. С одного конца линии провод заделывается в концевой зажим, который, в свою очередь, устанавливается на концевой анкер. После чего провод раскатывается по выработке, поднимается и заделывается в провододержатель. После навески провод тщательно выпрямляется по всей длине, так как изогнутые места контактного провода подвергаются усиленному износу вследствие ударов по ним токоприемником электровоза.

После того как контактная сеть смонтирована производят ее электрические и механические испытания и сдают в эксплуатацию по акту.



- 1- роликодержатель,
- 2- Контактный провод,
- 3- Изолятор,
- 4- Оттяжка,
- 5- Крюк,
- 6- Натяжная муфта

Рис. 15

### **Подготовительные работы при монтаже выёмочных комплексов**

Трудоемкость и продолжительность монтажа во многом зависят от правильной организации и объема проведения подготовительных работ.

К организационно-подготовительной работе монтажа комплексов относятся;

- при необходимости проведение временных дополнительных горных выработок;
- прокладка рельсовых путей и других транспортных средств в монтажной камере;
- проверка на поверхности взаимодействия механизмов, а также комплектность оборудования;
- подгонка крепёжных деталей друг к другу и к элементам оборудования комплекса, а также маркировка всех видов крепёжных соединений;
- разборка комбайна на две части: режущую и подающую с двигателем;
- снятие исполнительного органа комбайна для его отдельной доставки и защита выступающих деталей комбайна от ударов при транспортировке по выработке;
- разработка схем доставки оборудования с поверхности с применением полной механизации погрузочно-разгрузочных работ;
- изготовление специальных платформ для спуска в шахту секций крепи, комбайна, направляющих балок, приводов и рештаков конвейера и др.;
- подготовка шахтных вагонеток с приспособлениями для удобной погрузки, транспортировки и разгрузки;
- подготовка горизонтальной площадки перед монтажной камерой для одновременного размещения необходимого числа платформ с оборудованием и настилка на площадке пола из брусьев на уровне головки рельсов;
- тщательный осмотр горных выработок и путей, по которым будут транспортироваться единицы комплекса;
- устройство аккумулялирующих разминок для размещения в откаточных горных выработках, поступающих с поверхности вагонеток и платформ с оборудованием комплекса;
- погрузка на поверхности, доставка в шахту и установка монтажных технических средств;
- погрузка на поверхности, доставка в шахту монтируемого оборудования комплекса;
- монтаж оборудования комплекса;
- доставка и монтаж оборудования энергоснабжения, аппаратуры управления и связи, освещения и др.;

- демонтаж монтажных технических средств и доставка их на поверхность;
- наладка, регулировка и опробование оборудования комплекса без нагрузки;
- приёмка комиссией смонтированного оборудования;
- вывод смонтированного оборудования из монтажной камеры и его опробование под нагрузкой.

Основным документом для выполнения работ является оргтехпроект монтажа оборудования комплекса. Исходные данные для разработки оргтехпроекта:

- паспорт крепления монтажной камеры с выкапировкой из плана горных работ участка и схемой вентиляции;
- схему расположения монтируемого оборудования;
- краткую характеристику выработок, в которых будут проводиться работы.

Оргтехпроект составляется подрядчиком или шахтой с учетом требований инструкции по монтажу и демонтажу очистных механизированных комплексов и других нормативных документов.

Оргтехпроект состоит из пояснительной записки, технологического графика производства работ, графической части проекта и мероприятий по технике безопасности. Оргтехпроект утверждается руководством шахты.

### **Монтаж выемочных комплексов, основные схемы монтажа**

При выполнении монтажных работ применяют различные технологические схемы и средства. Механизированные комплексы можно разделить на четыре группы, для каждой из которых можно определить типовые технологические схемы монтажа, а также средства доставки к месту выполнения работ и применяемых средств механизации.

- I-группа – Механизированные комплексы с крепями поддерживающего типа, для пологих пластов мощностью до 2м. (Донбасс, КМК97, КМ87, МК и др.)  
Секции механизированной крепи I-группы могут быть погружены на поверхности шахты на

платформы в собранном форме и доставлены в монтажной камере, откуда будет доставлены к месту установки.

II-группа Механизированные комплексы с крепями оградительно поддерживающего и поддерживающе-оградительного типа для пологих пластов мощностью боле 2-м (МКЭ, ОКП, КТУ, ОМКТМ и др).

Секции механизированной крепи комплексов II-группы грузятся на платформы в разобранном виде и доставляют прямо в монтажную камеру.

III- группа Механизированные комплексы с крепями поддерживающего типа для пологих пластов мощностью 2,2-3,2 м. (КМ-130, КМ-81 и др). Секции механизированной крепи комплексов III-группы занимают промежуточные положения между первыми двумя: до монтажной камеры доставляются по схеме II-группы, а в монтажной камере до места установки по схеме I-группы.

IV- группа Механизированные комплексы с крепями поддерживающего типа крутых пластов мощностью до 1,5 м (КГД и др). Секции механизированной крепи комплексов этой группы доставляют к монтажной камере по схеме I-группы, а в месту доставки без направляющих под действием собственного веса с помощью предохранительных лебедок.

### **График и монтаж оборудования.**

При монтажных работ применяются как сетевые, так и ленточные линейные графики.

При сетевом моделировании монтажных работ становится одна из следующих задач:

- выбор такой технологической допустимой последовательности работ, которая обеспечивает минимальную продолжительность монтажа;

- при заданном сроке монтажа выбрать такую последовательность работ, которая обеспечит минимальную трудоемкость;

- при заданном количестве трудовых ресурсов выбрать наилучшую технологию и организацию монтажных работ.

При ленточном укреплённом графике определяется рациональный состав монтажной бригады с учетом непрерывной (или прерывной) рабочей недели и скользящими (или общим выходным днём) днями отдыха. Производится распределение обязанностей внутри сменных бригад и звеньев с учётом опыта и квалификации каждого рабочего.

Примерная последовательность подготовительно монтажных работ при ленточном графике:

- установка вспомогательных лебедок для доставки оборудования комплекса от горизонтальной площадки к месту монтажа;

- доставка распределительных управлений электро - и гидрооборудования к конвейерному штреку лавы и подключение их к электросети;

- прокладка масло и эмульсопроводов от масло камеры до монтажной камеры.

### **Основные требования, предъявляемые к монтажно - демонтажной камере.**

Основная особенность монтажно – демонтажной камеры как горной выработки состоит в том, что для размещения оборудования, средств механизации и получения достаточных зазоров для производства работ её ширина должна достигать значительных размеров.

Поэтому паспорт крепления камеры должен разрабатываться с учетом конкретных горно – геологических условий и конструктивных особенностей механизированной крепи.

Ширина монтажа – демонтажной камеры должна быть не менее 4-4,5м, а высота соответствовать вынимаемой мощности пласта для данного типоразмера крепи.

Примерный состав оборудования, принимаемого в монтажное – демонтажных камерах: рольтанг, уголки направляющие, лебедки, блоки, тали, домкраты и т.д.

### **Организация монтажных работ экскаваторов открытой разработки.**

Крупные машины открытой разработки доставляются в разобранном виде, в связи с этим возникает необходимость в проведении монтажных работ, которые подразделяются на подготовительные и заключительные.

1. Подготовительные работы занимают до 50% продолжительности всех работ и сюда входят:

- подготовка документации, разработка технологического процесса монтажа;

- подготовка монтажной площадки;

- выгрузка элементов машины с транспортных средств;

- проверка комплектности машины;

- проверка работ по сооружению рельсовых путей, дорог и т.д.

2. Производственные работы включают:

- установку на площадке такелажного оборудования;

- проведение такелажных работ, связанных с подъемом, перемещением и установкой отдельных сборочных единиц, общую сборку и опробование сборочных единиц и машины в целом.

Монтаж машин в зависимости от их конструкции можно вести следующими способами:

- постепенном наращиванием сборочных единиц и крупноблочным;

- крупноблочный метод заключается в том, что параллельно собираются несколько укрупненных блоков машин, из которых затем она монтируется. Такой способ обеспечивает выполнение монтажа в наиболее короткие сроки и с наименьшими затратами.

Обычно монтаж машин разделяют на монтаж металлоконструкций и монтаж оборудования.

Качество монтажа и наладки механизмов определяет надежность машины в процессе работы.

3. Заключительные работы включают наладку машины после выполнения монтажных работ, ее испытание и ввод в эксплуатацию.

### **Монтаж одноковшовых экскаваторов.**

Экскаваторы с ёмкостью ковша с 0,5-1,0 м<sup>3</sup> доставляются с завода со снятым рабочим оборудованием и противовесом, поэтому монтаж их сводится к подсоединению данных частей и длится 3-5 суток.

Разгружаемые на монтажной площадке сборочные единицы экскаваторов укладывают на настилы из шпальных клеток или размещают в определенном порядке непосредственно на ее участках. Расконсервацию производят перед установкой узла в проектное положение. Тщательной ревизии подвергаются все части и элементы поступившего экскаватора.

Монтаж одноковшовых экскаваторов ведут в следующей последовательности: нижнюю раму поднимают на высоту, при которой можно установить гусеничную раму с колесами и подвести гусеничные цепи. После все необходимые процессы и в конце соединяют гусеничные цепи – ходовой части. На верх нижней рамы устанавливают роликовый круг, производят монтаж электроаппаратуры и электропроводов .

С помощью крана на ходовую тележку устанавливают поворотную платформу и заводят центральную цапфу . Затем ведут монтаж низковольтного токоприёмника, боковых площадок и корпуса и противовеса, под который устанавливают шпальную клетку. После загрузки балласта в корпус противовеса и установки преобразовательного агрегата на поворотной платформе монтируют двуногую стойку, пневмосистему, электрооборудование, станцию центральной смазки кабину машиниста, кузов.

Краном или домкратом поднимают стрелу, после монтируют напорный механизм, механизм открывания ковша и электрооборудование. После производят смазку трущихся поверхностей, заливают масло в редукторы, компрессор и гидросистему, проверяют действие пневмо-и гидросистемы, прокручивают механизмы подъемной лебедки и напора. Затем протаскивают и закрепляют канаты. Далее производят регулировку и прокрутку вхолостую механизмов, наладку электрооборудования и

подготовку экскаватора к пуску. По окончании монтажа производят наладку и окраску машины и сдачу её в эксплуатацию.

### **Устройство фундаментов под машины.**

Фундаментом под машиной является сооружение предназначенное передавать грунту давление, производимое собственным весом машины и силами, возникающими во время работы машины. Неправильно заложенный фундамент часто является причиной преждевременной порчи машин. Особенно расшатывают фундамент горизонтальные, а вертикальные поршневые машины меньше расшатывают фундамент, т.к. у них рабочее давление направлено под вертикали. Менее всего расшатывают фундамент ротационные машины.

Обычно заводы – изготовители вместе с машиной дают чертеж фундамента с указанием его размеров, места установки фундаментных болтов и плит.

Допускаемые давления на грунт при заложении фундамента на глубине не более 4м от поверхности земли не должны превосходить:

- для скалистого каменистого грунта –  $6\text{кг/см}^2$  ;
- для плотного глинистого грунта (или песка) –  $4\text{кг/см}^2$  ;
- для пылеватого, сухого, чистого, малоуплотненного песка –  $2\text{кг/см}^2$  ;
- для слабого глинистого грунта -  $1\text{кг/см}^2$  .

Для этого ниже проектной на глубину 1м. берут пробу и испытывают. Глубина заложения фундамента зависит от характера грунта, глубины его промерзания, от типа и размеров монтируемой машины.

Обычно глубина заложения фундамента от дневной поверхности принимается не менее 1-1,5м, поскольку глубина промерзания грунта в средней полосе Европейской части доходит до 1м.

Для подземных насосов и т.д. глубина заложения принимается 0,7-1м.

При крепких породах в подземных выработках в местах заложения фундаментных болтов пробуривают шпур, вставляют фундаментные болты и заливают их цементным раствором.

1. Вес фундамента определяется по формуле:

$$G = \alpha * Q,$$

где  $\alpha$  - коэффициент нагрузки на фундамент, зависит от типа машины.

Для горизонтальных поршневых машин можно принимать при скорости поршня  $v = 1 \div 4$  м/сек. (интервал 1),

-  $\alpha = 2 \div 4,5$  м/сек (интервал 0,5).

Для фундамента под генераторы -  $\alpha = 5$ .

Для электрических машин при отсутствии торможения или реверсирования -  $\alpha = 10$ , при наличии торможения, реверсирования и толчкаобразной нагрузки  $\alpha = 20$ ,

Для насосов, вентиляторов -  $\alpha = 10$ .

Q- вес машины.

2. Зная вес фундамента, определяют его объем:

$$V = \frac{G}{q}, \text{ м}^3$$

где q-вес  $1 \text{ м}^3$  фундамента; для кирпичного фундамента  $q = 180$  кг/  $\text{м}^3$  для бетонного фундамента  $q = 2000$  кг/  $\text{м}^3$  или объем фундамента определяют по имперической формуле

$$V = 2,5G, \text{ м}^3$$

где 2,5 - коэффициент машин без динамического удара, для машин с динамическим ударом коэффициент принимается равным 8.

3. Зная ширину и длину фундамента в соответствии с размерами машины, определяют высоту фундамента.

$$H = \frac{V}{A \cdot B},$$

где A и B - соответственно длина и ширина фундамента по размеру рамы.

Обычно длину и ширину принимают на 50-250 - мм больше при наличии фундаментной плиты.

Ротационные машины, как насосы, вентиляторы, компрессоры при непосредственном их соединении с двигателем обыкновенно устанавливаются на общей с ними фундаментной плите. Иногда их устанавливают на заранее подготовленные металлические подставки высотой 30-50мм. Эти металлические подставки затягиваются гайкой и заливаются цементом.

После проверяют сносность двигателя и машины и горизонтальность, а при ременной передаче параллельность осей.

Фундамент должен быть качественным, монолитным, прочным и не иметь трещины в массиве.

### Определение параметров фундамента

Длина фундамента

$$L_{\phi} = \ell_n + \ell_{\text{дв}} + 2L_{\text{нр}}, \text{ м.}$$

где  $\ell_n$  - длина устанавливаемого механизма, м:

$\ell_{\text{дв}}$  - длина двигателя, м:

$\ell_{\text{нр}} = 0,2$  м припуск на одну сторону фундамента,

Ширина фундамента

$$b_1 = b_p + 2 * b_n, \text{ м;}$$

где  $b_p = 2,5$  м, ширина (рамы) устанавливаемого механизма:

$b_n = 0,15$  м, припуск по ширине фундамента на одну сторону.

Объем фундамента определяется по формуле

$$V = 2,5 G, \text{ м}^3$$

где  $G$  - масса механизма, устанавливаемого на фундаменте, т;  
2,5- коэффициент.

Глубина заложения фундамента

$$h_{\text{г.ф}} = \frac{V}{b_1 * L_{\phi}} - h, \text{ м,}$$

где  $h_1 = 0,2$  м- высота фундамента под полом или поверхности уровня.

### Пример определения параметров фундамента

Определить параметры фундамента насоса главной водосливной установки типа ЦНС 180-85 (Рис 1)

4,5) Техническая характеристика насоса ЦНС 180-85 (таблица №

Подача (производительность)  $180\text{м}^3/\text{час}$ :

Напор -85:

КПД -70%:

Мощность насоса -60квт:

Размеры- А=1125мм:

Б= 180мм:

В=270мм:

масса насоса -639кг

насоса ВР25052  
Техническая характеристика (таблиц 6,7) электродвигателя

Номинальная мощность-75квт:

КПД - 92%:

Синхронная частота вращения 3000 об/мин:

Размеры двигателя  $L_{11} = 490$  мм:

$L_{30} = 1040$  мм:

$v_{11} = 525$ мм:

$v_{31} = 500$ мм:

$d_3 = 620$ мм:

$h_{31} = 631$ мм:

$L_1 = 140$ мм:

$L_{10} = 331$ мм:

$v_{11} = 168$ мм:

$v_1 = 18$ мм:

$v_{10} = 406$ мм:

$d_1 = 65$ мм:

$d_{10} = 24$ мм:

$h = 250$ мм:

$h_1 = 11$ мм:

$h_5 = 69$ мм:

Масса двигателя -675кг.

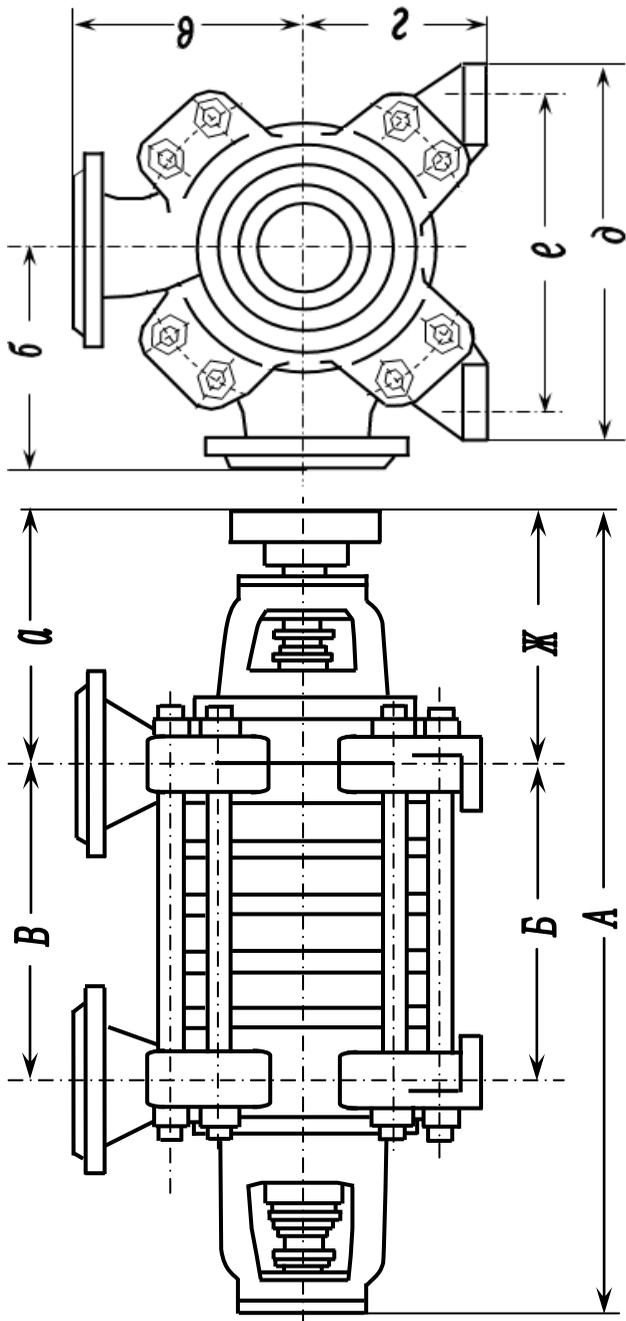


Рис. 16

Таблица 4

Насосы	Подача, м <sup>3</sup> /ч	Напор, м	К.п.д. %	Рамочная часть характеристики насоса м <sup>3</sup> /ч	Мощность насоса кВт.	Размер (см. рис.2,5 мм.)			Масса кг
						А	Б	В	
ЦНС180-85 ЦНСК180-85	180	85	70	130-220	60	1125 1155	180	270 257	639 655
ЦНС180-128 ЦНСК180-128	180	128	70	130-220	90	1230 1260	285	375 362	747 760
ЦНС180-170 ЦНСК180-170	180	170	70	130-220	120	1335 1365	390	480 467	859 865
ЦНС180-212 ЦНСК180-212	180	212	70	130-220	148	1440 1470	495	585 572	976 1021
ЦНС180-255 ЦНСК180-255	180	255	70	130-220	179	1545 1575	600	690 677	1105 1190
ЦНС180-297 ЦНСК10-297	180	297	70	130-220	208	1650 1680	705	795 782	1278 1359
ЦНС180-340 ЦНСК180-340	180	340	70	130-220	238	1755 1785	810	900 887	1394 1528
ЦНС180-383 ЦНСК180-383	180	383	70	130-220	269	1860 1890	915	1005 992	1507 1697
ЦНС180-425 ЦНСК180-425	180	425	70	130-220	298	1695 1995	1020	1110 1097	1620 1860
ЦНС300-120 8МСК7Х2	300	120	71 68	220-380	135 145	1365 1374	176 170	316 317	1127 1191
ЦНС300-180 8МСК7Х3	300	180	71 68	220-380	207 216	1485 1495	296 290	436 448	1290 1350
ЦНС300-240 8МСК7Х4	300	240	71 68	220-380	277 288	1605 1616	416 411	556 569	1453 1525
ЦНС300-300 8МСК7Х5	300	300	71 68	220-380	345 360	1725 1737	536 532	676 690	1674 1753
ЦНС300-360 8МСК7Х6	300	360	71 68	220-380	414 432	1845 1852	656 653	796 811	1843 1927
ЦНС 8МСК	300	420	71 68	220-380	482 505	1965 1979	776 774	916 932	2013 2102
ЦНС 8МСК	300	480	71 68	220-380	550 577	2085 2100	896 895	1036 1053	2235 2330

ЦНС 8МСК	300	540	71 68	220-380	621 649	2205 2221	1016 1016	1156 1174	2405 2505
ЦНС 8МСК	300	600	71 68	220-380	690 720	2325 2342	1136 1137	1276 1295	2575 2680

Таблица 5

Насосы	Размер (см.рис.2,5). мм						
	А	Б	В	Г	Д	Е	Ж
ЦНС 180-85....425	455	370	370	340	630	540	500
ЦНСК 180-85....425	474	370	375	340	630	540	500
ЦНС 300-120....600	550	460	460	370	810	710	620
8МСК-7	551	430	460	370	810	710	626

Таблица 6

Электро двигатель	Номинальная Мощность, кВт	При номинальной нагрузке				К п . д . %	Cos $\varphi$	I <sub>пуск</sub> / I <sub>ном</sub>	M <sub>пуск</sub> / M <sub>ном</sub>	M <sub>max</sub> — M <sub>ном</sub>	Маховый момент, Н м <sup>2</sup>
		Ток статора (А) при напряжении, В									
		380	660								
Синхронная частота вращения 3000 об/мин.											
ВР100L2	5.5	11. 2	6.5	85	0.88	6,7	2,1	2,5	0,392		
ВР112M2	7.5	14. 8	8.5	88	0.88	7	2,2	2,9	0,588		
ВР132M2	11	21. 7	12.5	88. 5	0.89	7	2	2,8	1,47		

BP160S2	15	29	16.5	89. 5	0.87	6	1,8	2,5	2,94
BP180S2	18.5	35	20	90	0.9	6	1,8	2,6	3,53
BP180M2	22	42	24	90	0.89	6,9	2	2,7	5
BP200M2	30	56	32	91	0.9	6,7	2	2,5	6,8
BP200M2	37	73	42	90	0.86	5,5	1,9	2,3	11,5
BP200L2	45	86. 5	50	90	0.88	6,2	1,8	2,3	13,6
BP255M2	55	107	62	90. 7	0.86	6,9	2,3	2,7	16,7
BP250S2	75	140	80	92	0.89	7	1,6	2,4	34,3
BP250M2	90	166	95	92	0.9	7	1,6	2,6	43,3
BP280S2	110	202	117	93	0.89	7	1,6	3	54

Синхронная частота вращения 1500 об/мин

BP63A4	0.25	0.73	0.42	70	0.75	5.5	1.8	2.2	0.029
BP63B4	0.37	1.05	0.6	71	0.76	5.5	1.8	2.2	0.039
BP71A4	0.55	1.47	0.84	74	0.77	5.5	1.8	2.2	0.062
BP71B4	0.75	1.95	1.13	76	0.77	5.5	1.8	2.2	0.091
BP80A4	1.1	2.65	1.52	79	0.8	5.5	1.8	2.2	0.127
BP80B4	1.5	3.55	2.05	80	0.8	5.5	1.8	2.2	0.176
BP90L4	2.2	5.15	3	81	0.8	6	2	2.6	0.294
BP100S4	3	6.9	4	82	0.81	5.8	2.1	2.5	0.49
BP100L2	4	8.85	5.1	84	0.82	5.8	2	2.5	0.607
BP112M4	5.5	11.7	6.8	86	0.83	6.8	2.3	2.9	0.91
BP132S4	7.5	15.2	8.7	89	0.85	7	2.3	3	2.34
BP132M4	11	22.4	12.8	89.3	0.84	7	2.3	3.2	2.94
BP160S4	15	30	17.5	90	0.85	6	2.5	2.6	5.68

BP160M4	18.5	36.5	2.1	90	0.86	6	2.2	2.6	6.69
BP180S4	22	43	25.	88.5	0.88	5.7	2.1	2.3	11.5
BP180M4	30	58	33.5	89.5	0.88	5.7	2.1	2.3	14.1
BP200M4	37	71.5	41.5	90.5	0.87	6.1	2.2	2.6	18.7
BP200L4	45	86	49.5	91.5	0.87	6.3	2.2	2.7	22.7
BP225M4	55	107.5	62	91.5	0.85	6.1	2.1	2.3	34.3
BP250S4	75	140	80.5	91.7	0.89	7	2	2.5	66.7
BP250M4	90	166	95	92	0.9	6.5	2	2.5	78.5
BP280S4	110	202	116	93.5	0.89	6.8	2	2.8	115

Синхронная частота вращения 1000 об/мин

BP71A6	0.37	1.09	0.63	71	0.73	4.5	1.7	2	0.089
BP71B6	0.55	1.57	0.9	72	0.74	4.5	1.7	2	0.108
BP80A6	0.75	2.14	1.23	72	0.74	4.5	1.7	2	0.176
BP80B6	1.1	3	1.73	74	0.75	4.5	1.7	2	0.235
BP90L6	1.5	4.15	2.4	76.5	0.72	4.5	2.1	2.3	0.3
BP100L6	2.2	5.75	3.3	80	0.73	5.5	2.0	2.4	0.785

Электро- двигатель	Номинальная МОЩНОСТЬ, кВт	При номинальной нагрузке				$\frac{I_{пуск}}{I_{НОМ}}$	$\frac{M_{пуск}}{M_{НОМ}}$	$\frac{M_{max}}{M_{НОМ}}$	Маховый момент, $H \cdot M^2$
		ТОК статор (А) при напряжен ии,		К.п.д. %	co s $\varphi$				
		380	660						
BP112MA 6	3	7.2	4.1 5	81	0.78	6	2	2.7	1.0 8
BP112MB 6	4	9.3	5.3 5	83.5	0.78	6	2	3	1.3 7
BP132S6	5.5	12. 1	7	86.5	0.80	6.2	2.2	2.7	3.3 3
BP132M6	7.5	16. 5	9.5	86.5	0.80	6.5	2.4	2.8	4.0 2
BP160S6	11	23	13	88	0.83	6.2	2.4	2.6	10. 2
BP160M6	15	30	17. 5	88	0.86	6	2	2.5	12. 8
BP180M6	18. 5	37. 5	21. 5	90	0.83	6	2	2.6	14
BP200M6	22	41. 5	24	90.8	0.89	6.2	2.2	2.5	31. 8
BP200L6	30	56. 5	32. 5	90.8	0.89	6.4	2	2.5	36. 1
BP225M6	37	71. 5	41. 5	90.3	0.87	6.3	2.1	2.4	57. 2
BP250S6	45	87	50	91.3	0.86	6	1.7	2.4	78. 5
BP250M6	55	106	61	92	0.86	6	2	2.4	94
BP280M6	75	145	83	93	0.85	5.8	1.6	2.6	143
BP280M6	90	172	99	93	0.85	5.8	1.6	2.7	167

Синхронная частота вращения 1500 об/мин.

BP112M8	3	8,1	4,65	80,5	0,7	4,9	1,9	2,5	1,37
BP132S6	4	10,4	6	84	0,7	4,9	1,8	2,4	3,33
BP132M8	5,5	14,1	8,15	84,8	0,7	4,9	1,8	2,4	4,2
BP160S8	7,5	17,5	10	86	0,76	5,5	2	2,5	10,2
BP160M8	11	25	14,5	86	0,77	5,5	2,1	2,5	12,8
BP180M8	15	34	19,5	88,2	0,76	4,6	2,1	2,2	14
BP200M8	18,5	39	22,5	89,5	0,81	5,6	2,1	2,4	31,8
BP200L8	22	45,5	26	89,6	0,82	5,7	2,2	2,4	36,1
BP225M8	30	65	37,5	89	0,79	5,1	1,8	2,1	57,2
BP250S8	37	80	46	90,2	0,78	5	1,7	2	78,5
BP250M8	45	96,5	55,5	90,7	0,78	5	1,8	2	94
BP280S8	55	111	64	92,2	0,82	5,5	1,6	2,5	162
BP280M8	75	149	85,5	92,4	0,83	5,5	1,6	2,5	186

Таблица 7

Электродвигатель	Число полюсов	Габаритные размеры				Установочные и присоединительные размеры							Масса, кг					
		$h_1$	$l_{20}$	$b_{11}$	$d_{01}$	$h_1$	$d_{01}$	$b_{20}$	$d_{01}$	$d_1$	$b_{10}$	$d_1$		$b_{10}$	$h$	$h_1$	$h_2$	
ВР250S	2	490	1040	525	500	620	635	140	311	168	18	406	65	24	250	11	69	675
ВР250M	2	540	1090					349										730
ВР250S	4	490	1040					311			20	75				12	79,5	685
ВР250M	4	540	1090					349										750
ВР250S	6; 8	490	1040					311										680
ВР250M	6; 8	540	1090					349										745
ВР280S	2	535	1110	585	600	700	710	140	368		20	457	70	24	280	12	79,5	940
ВР280S	4										22	80				14	85	955
ВР280S	6; 8		1140					170		190								915
ВР250M	6; 8								419									970

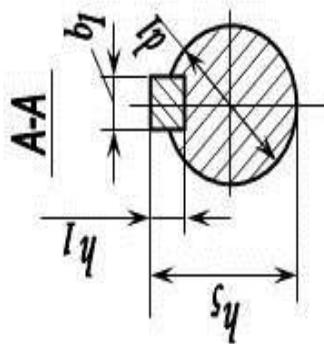
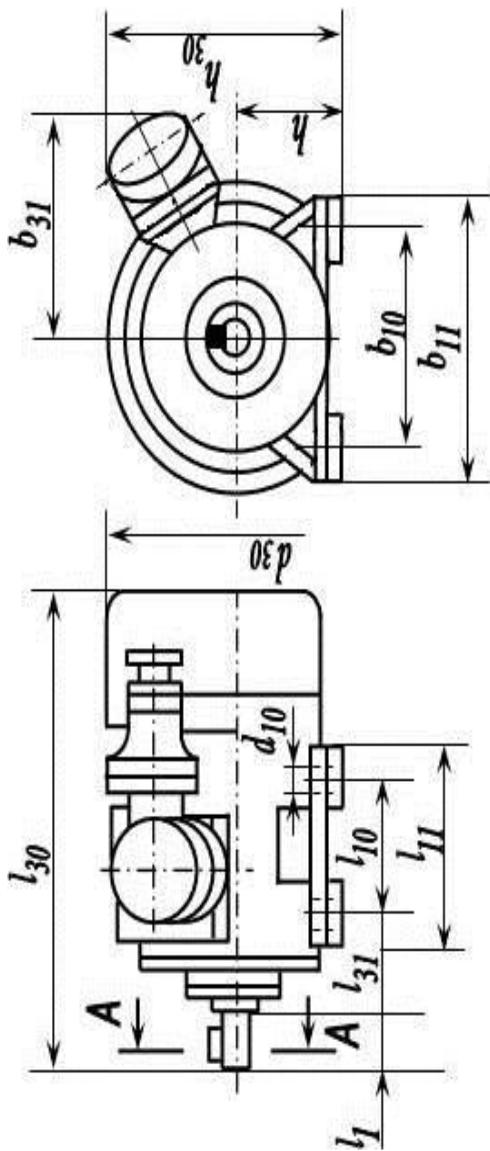


Рис. 17

Определяем длину фундамента

$$L_{\phi} = l_n + l_{\partial\sigma} + 2 * L_{np}, \text{ м}$$

$$l_n = 1125 \text{ мм};$$

$$l_{\partial\sigma} = 1040 \text{ мм};$$

$$l_{np} = 200 \text{ мм}.$$

$$L_{\phi} = 1125 + 1040 + 200 * 2 = 2565 \text{ мм} = 2,565 \text{ м}$$

Определяем ширину фундамента

$$b_1 = b_p + 2 * b_n, \text{ м}.$$

$$b_p = 0,63 \text{ м}$$

$$b_n = 0,15 \text{ м}$$

$$b_1 = 0,63 + 2 * 0,15, \text{ м}.$$

Определяем объем фундамента

$$V = 2,5 * G \text{ м}^3$$

$$G = 0,639 + 0,675 = 1,314 \text{ м}^3$$

Определяем глубину заложения фундамента

$$h_{2.\phi.} = \frac{V}{0,93 * L_{\phi}} - h_1, \text{ м}.$$

$$h_1 = 0,2 \text{ м}.$$

$$h_{2.\phi.} = \frac{1,314}{0,93 * 2,565} - 0,2 = 0,35 \text{ м}.$$

или  $h_{з.ф.} = 15$  мм.

Определяем высоту фундамента

$$H = \frac{V}{L_{\phi} * b_1} = \frac{1,314}{2,565 * 0,93} = 0,55 \text{ м.}$$



## Литература

1. Беляков В.А., Каличинко Ю.П. Монтаж, эксплуатация и ремонт транспортных машин горнорудных шахт – М.:Недра, 1992.
2. Зайков В.И. Эксплуатация горных машин и оборудования -М.: МГТУ, 1996.
3. Шадова М.И. Справочник механика открытых работ - М.:Недра, 1987
4. Солод В.И. и др. Горные машины и автоматизированные комплексы -М.:Недра, 1981
5. Яцких В.Г. и др. Горные машины и комплексы. - М.:Недра, 1984.
6. Русихин В.И. Эксплуатация и ремонт механического оборудования карьеров. - М.: Недра, 1971
7. Замышляев В.Ф. и др. Эксплуатация и ремонт карьерного оборудования. - М.:Недра, 1991
8. Спиваковский А.О. Рудничный транспорт. - М.: Углетехиздат, - Недра 1958
9. Дзюбан В.С., Риман Я.С., Маслий А.К. Справочник энергетика угольной шахты. - М.: Недра, 1983.
10. Братченко Б.Ф. Стационарные установки шахт. - М.: Недра, 1977.
11. [Sitim.Sits.ru/E-Books](http://Sitim.Sits.ru/E-Books). Курс лекций «Эксплуатация и ремонт горных машин».
12. [WWW.Compass.ru](http://WWW.Compass.ru). Журнал «Компас промышленной реструктуризации»

## Содержание

1.	Определение параметров основных элементов стационарного скребкового конвейера для монтажа .....	5
2.	Пример определения параметров основных элементов стационарного скребкового конвейера для монтажа .....	12
3.	Определение основных параметров отдельных частей скребкового конвейера СКР-11 и монтаж .....	17
4.	Определение параметров основных элементов стационарного ленточного конвейера для монтажа .....	22
5.	Пример определения параметров основных элементов стационарного ленточного конвейера для монтажа .....	29
6.	Определение основных параметров отдельных частей ленточного конвейера КЛ-350 и монтаж .....	34
7.	Определение параметров основных элементов подземного железнодорожного транспорта для монтажа .....	40
8.	Пример определения параметров основных элементов рельсового транспорта для монтажа .....	48
9.	Монтаж рельсового пути .....	58
10.	Подвеска контактного провода .....	59
11.	Подготовительные работы при монтаже выёмочных комплексов.....	61
12.	Монтаж выёмочных комплексов, основные схемы монтажа ...	62
13.	Организация монтажных работ экскаваторов открытой разработки .....	64
14.	Монтаж одноковшовых экскаваторов .....	64
15.	Устройство фундаментов под машины .....	65
16.	Пример определения параметров фундамента .....	67

Редактор

Покачалова Н.С.