

УДК 622.673

Ю.В. Попов, В.В. Неволин

**ОСНОВНЫЕ ЗАКОНОМЕРНОСТИ ПОВЕДЕНИЯ
СТРУНЫ КАНАТА ПРИ НАЗЕМНОМ РАСПОЛОЖЕНИИ
МНОГОКАНАТНЫХ ПОДЪЕМНЫХ МАШИН**

Семинар № 18

Шахтный ствол на сегодняшний день является основной транспортной артерией шахты, и зачастую служат единственным связующим звеном между подземными выработками и поверхностью. Основным и наиважнейшим звеном современного транспортно-го комплекса шахты является шахтная подъемная установка, от правильного выбора и проектирования которой зависит эффективность работы всего горнодобывающего предприятия.

Сегодня при проектировании, как горного предприятия, так и шахтного подъемного комплекса в частности, очень остро стоит вопрос экономических показателей горного предприятия. Связано это, прежде всего, с все возрастающими глубинами и освоением трудных для разработки месторождений с небольшой производительностью.

Если говорить о шахтном подъемном комплексе, то в мире сложилась тенденция развития шахтного подъема по пути отказа от стандартизированных типовых размеров подъемных машин и оборудования, и создания подъемного оборудования привязанного к конкретным условиям эксплуатации. Данная стратегия поведения как предприятий изготовителей оборудования, так и предприятий эксплуатирующих данное оборудование уже доказала свою эффективность и за рубежом и на территории России.

Следствием поиска путей повышения эффективности шахтного подъема, и во многом, благодаря развитию по пути индивидуализации подъемных машин, является все растущее применение многоканатных шахтных подъемных машин наземного расположения. Многоканатный подъем имеет ряд неоспоримых преимуществ перед одноканатным подъемом: более приемлемая динамика подъема и, как следствие меньшее энергопотребление, гораздо меньшие габаритные размеры и в целом меньшие капитальные затраты на строительство и эксплуатацию подъемного комплекса и т.д. Один из существенных недостатков многоканатного подъема – необходимость постройки башенного копра, на сегодняшний день может эффективно решаться расположением многоканатной машины на нулевой отметке. Такое решение не только не требует строительства башенного копра, но и позволяет вести монтаж подъемной машины одновременно с проходкой ствола, что сокращает сроки запуска ствола в эксплуатацию в разы.

Несмотря на столь активное внедрение многоканатных подъемных машин, проблемы проектирования подъемных комплексов с такими машинами до сих пор слабо освещены. Так же фактически отсутствует четкая теоретическая основа на базе научных исследований для рационального проектирования много-

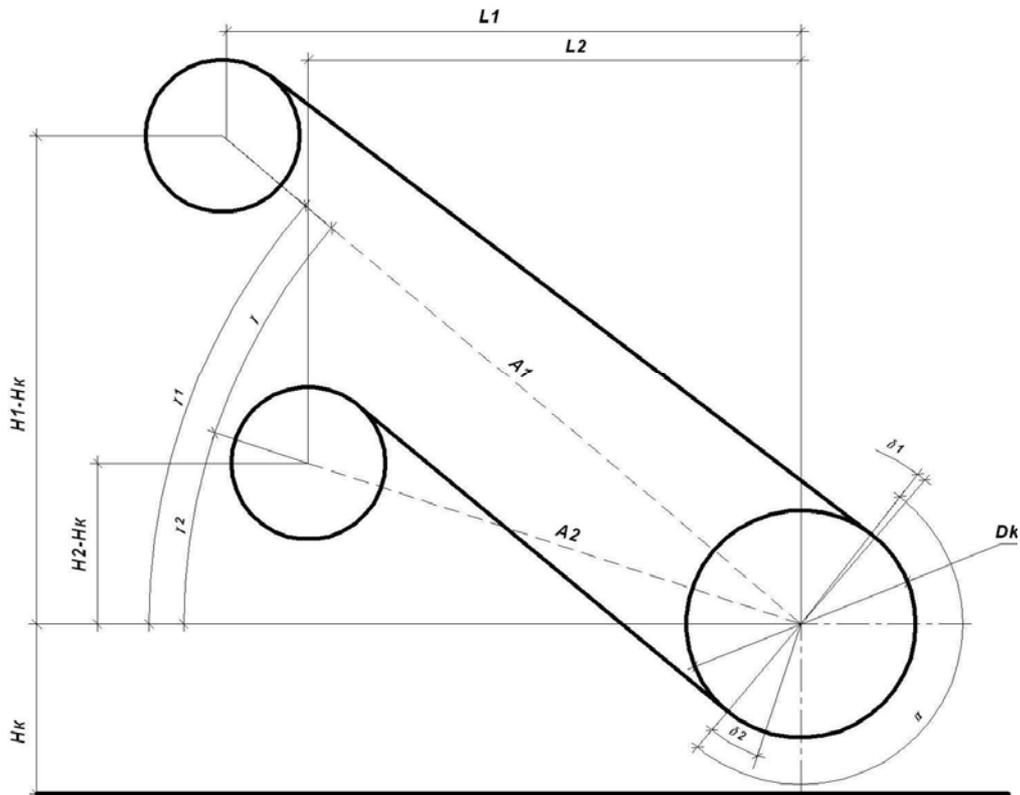


Рис. 1

канатных подъемных машин с ее наземным расположением. В России и странах СНГ горных предприятий, в эксплуатации которых находятся наземные многоканатные подъемные машины, буквально единицы, и информация по опыту и основным проблемам, возникающим при эксплуатации, становится достоянием, как правило, одного конкретного горнодобывающего предприятия и фирмы поставщика оборудования. Такое состояние дел значительно затормаживает внедрение многоканатных подъемных машин наземного расположения.

Очевидно, что в случае наземного расположения подъемной машины появляется ряд особенностей, требующих отдельного рассмотрения и закрепления. Схема подъема при наземном расположении подъемной машины значительно отличается от схемы подъема при башенной установке подъемной машины. В схеме появляется ряд новых элементов, в частности наличие копровых шкивов, наличие струны каната рис. 1. Эти элементы вносят новые реалии, которые не учитываются в существующих методиках расчета.

Появление струны каната заставляет по-новому оценивать угол обхвата кана-

товедущего шкива. При этом у копровых шкивов появляется новая функция – формирования угла обхвата канатопроводящего шкива. Следовательно, взаимное расположение подъемной машины и копровых шкивов, а по сути расположение ПМ относительно ствола шахты, является одним из определяющих факторов в вопросах безопасности против скольжения.

В случае башенного расположения формирование угла обхвата канатопроводящего шкива решается отклоняющим шкивом, размещение которого относительно подъемной машины позволяет на стадии проектирования изменять угол обхвата в интервале 15 градусов без особых проблем и в дальнейшем применять принятый угол в расчетах. В случае же наземного расположения угол обхвата канатопроводящего шкива задается отношением подъемной машины и отметками установки копровых шкивов. Расчет фактического угла обхвата при наземном расположении можно произвести следующим образом согласно рис 1.

1) Находим расстояние между центрами канатопроводящего шкива трения и копрового шкива 1:

$$A_1 = ((H1 - Hk)^2 + L1^2)^{1/2}$$

где H1 – высота установки копрового шкива 1; Hk – высота установки подъемной машины по центру канатопроводящего шкива; L1 – относительное расстояние подъемной машины относительно копрового шкива 1.

2) Аналогичным образом определяем расстояние между центрами канатопроводящего шкива трения и копрового шкива 2:

$$A_2 = ((H2 - Hk)^2 + L2^2)^{1/2}$$

где H2 – высота установки копрового шкива 2; Hk – высота установки подъемной машины по центру канатопроводящего шкива; L2 – относительное расстояние подъемной машины относительно копрового шкива 2.

3) Вычисляются необходимые углы согласно следующим формулам

$$\sin \delta 1 = \frac{(Dk - D1)}{2 * A1}$$

$$\sin \delta 2 = \frac{(Dk + D1)}{2 * A2}$$

$$\text{tg } \gamma 1 = \frac{L1}{(H2 - Hk)}$$

$$\text{tg } \gamma 2 = \frac{L2}{(H2 - Hk)}$$

$$\gamma = \gamma 1 - \gamma 2$$

где Dk – диаметр приводного шкива трения; D1 – диаметр копрового шкива.

4) Угол обхвата канатопроводящего шкива определится как:

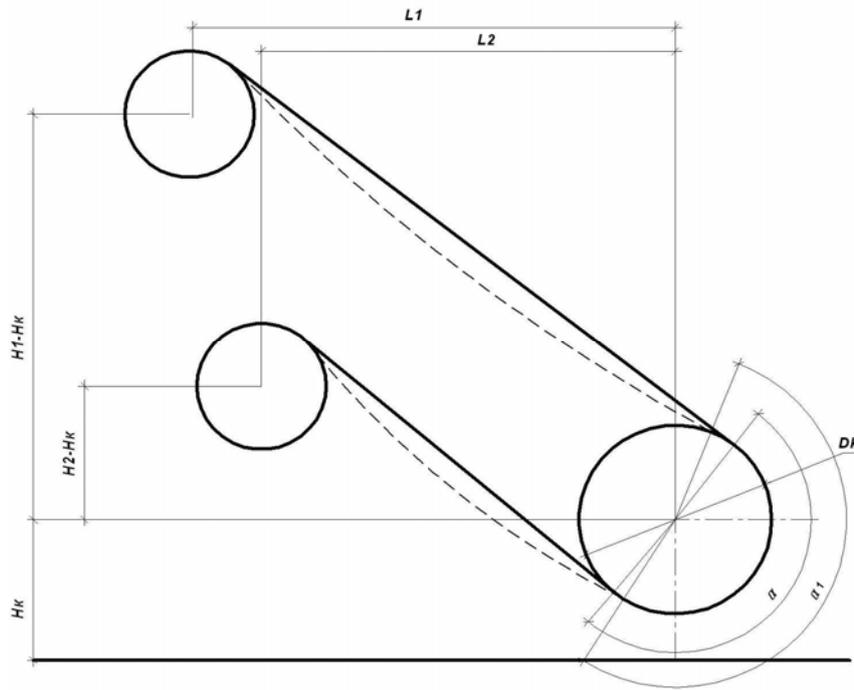
$$\alpha = 180^\circ + \delta 1 + \delta 2 - \gamma [^\circ]$$

$$\alpha = \alpha^\circ \frac{\pi}{180} [\text{рад}]$$

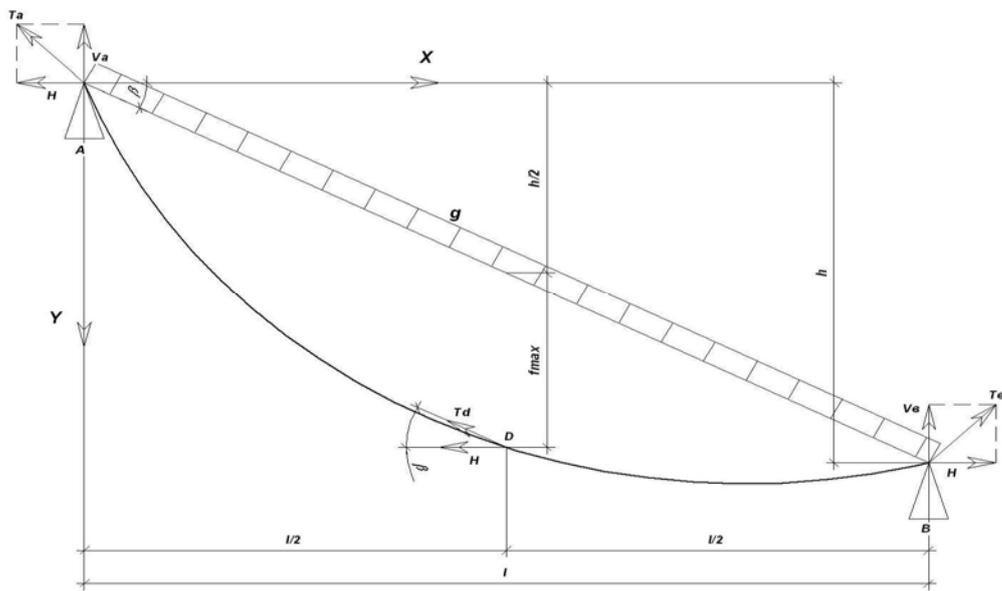
Однако определенный геометрически угол обхвата канатопроводящего шкива в действительности может иметь несколько иное значение, так как данная схема не учитывает провисания каната под собственным весом. Схема провисания ветвей канатов в статическом режиме представлена на рис. 2

Рассматривая данную схему, становится очевидным, что угол обхвата канатопроводящего шкива, с учетом провисания каната α_1 , имеет иное значение, нежели определенный выше угол α . Угол обхвата α_1 в данном случае напрямую зависит от величины провисания каждой из ветвей каната.

Величина провисания каната под собственным весом, при допущении, что погонный вес каната g равномерно распределяется не по длине кривой каната, а по хорде пролета, может определиться с достаточной точностью методом параболы по приведенной ниже схеме рис. 3.



Puc. 2



Puc. 3

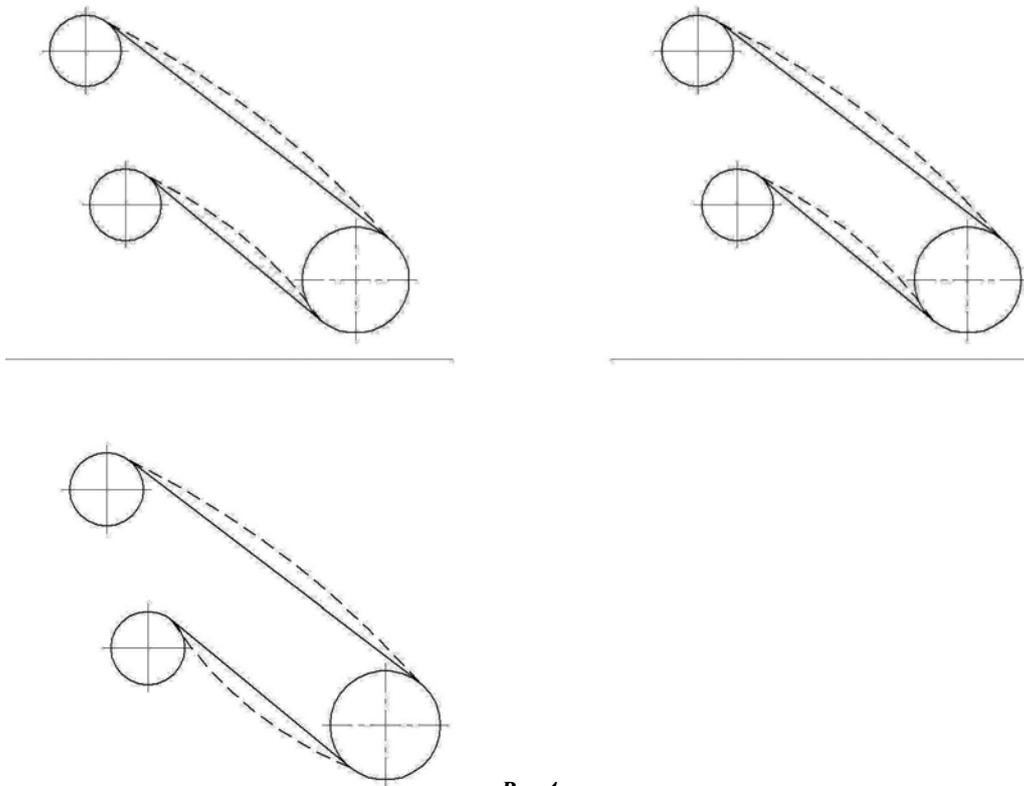


Рис.4

Величина провисания каната под действием собственного веса в каждой точке с координатой x определится согласно формуле:

$$f_x = \frac{gx(l-x)}{2H \cos\beta};$$

где g – погонный вес каната; H – горизонтальная составляющая натяжения каната; β – угол наклона хорды струны каната к горизонту; x – координата точки каната.

Горизонтальная составляющая натяжения каната согласно обозначениям на расчетной схеме запишется как:

$$H = (T_{cp} - g \cdot f_{max}) \cos\beta;$$

Среднее натяжение каната в пролете, исходя из основного закона гибкой нити, определится как:

$$T_{cp} = (T_a + T_b) / 2;$$

где T_a и T_b – натяжение у опор А и В соответственно.

Значения натяжений у опор отличаются на величину

$$T_b = T_a - gh;$$

где h – разница высот между опорами.

Радиус кривизны кривой каната определится согласно выражению его для параболы:

$$R = H / g \cdot \cos\beta;$$

Провисание каната, как было уже сказано выше, оказывает влияние на угол обхвата канатоведущего шкива, кроме того, такое провисание в статическом положении подъемной машины, может вызывать колебания струны каната при различных режимах работы подъемной установки. Схемы возможных колебаний приведены на рис. 4. На рисунках видно, что колебательные

процессы могут еще более изменять угол обхвата канатоведущего шкива в отдельные промежутки времени, т.е. оказывать еще большее влияние на вероятность возникновения скольжения каната.

На сегодняшний день оценка вероятности проскальзывания канатов по канатоведущему шкиву производится сравнением отношения величин движущих усилий и сил трения с коэффициентом безопасности против скольжения.

$$\frac{S_{on}(e^{fa} - 1)}{S_n - S_{on}} \geq \sigma_0$$

Где S_{on} и S_n - динамические натяжения канатов соответственно опускающейся и поднимающейся ветвей канатов; f - коэффициент трения между шкивом и канатом; a - угол обхвата шкива канатом;

$\sigma_0 = 1,25$ - динамический коэффициент безопасности против скольжения.

Как видно из формулы все основные особенности, вызванные поведением струны каната, возникающие при наземном расположении многоканатных подъемных машин, оказывают непосредственное влияние на оценку вероятности скольжения канатов по канатоведущему шкиву.

Подводя итоги, хотелось бы еще раз отметить, что наземное расположение многоканатных подъемных машин заставляет иначе подходить к вопросам проскальзывания канатов по шкиву трения. Влияние обозначенных в статье факторов на тяговую способность подъемной машины требуют более детального рассмотрения и дальнейших исследований. **ГИАБ**

Коротко об авторах

Попов Ю.В. – кандидат технических наук, доцент, заведующий кафедры «Горной механики» Уральского государственного горного университета,
Неволин В.В. – ведущий инженер ОАО «Уралмеханобр».

Доклад рекомендован к опубликованию семинаром № 18 симпозиума «Неделя горняка-2008».
Рецензент д-р техн. наук, проф. *В.И. Галкин*.



О Т Р Е Д А К Ц И И Г И А Б

В Горном информационно-аналитическом бюллетене № 1, 2009 г., с. 8 в статье автора *Г.М. Крюкова* название статьи следует читать «Оценки времен разрушения породы при взрыве в ней удлиненного заряда промышленных взрывчатых веществ», в сведениях об авторе следует читать: *Крюков Г.М.* – профессор, доктор технических наук, Московский государственный горный университет.

Файл: 12_Попов18
Каталог: H:\Новое по работе в универе\ГИАБ-2009\ГИАБ-5\8
Шаблон: C:\Users\Таня\AppData\Roaming\Microsoft\Шаблоны\Normal.do
tm
Заголовок:
Содержание:
Автор: 123
Ключевые слова:
Заметки:
Дата создания: 15.03.2009 21:06:00
Число сохранений: 4
Дата сохранения: 18.03.2009 14:42:00
Сохранил: Пользователь
Полное время правки: 17 мин.
Дата печати: 24.03.2009 0:12:00
При последней печати
страниц: 6
слов: 1 414 (прибл.)
знаков: 8 064 (прибл.)