

АЭРОСТАТНО-КАНАТНАЯ ТРАНСПОРТНАЯ УСТАНОВКА ДЛЯ НИСХОДЯЩИХ ГРУЗОПОТОКОВ

Линьков В.В., Котов К.Н., Нырцов С.В.
Научный руководитель – доцент, к.т.н. Плютов Ю.А.

Сибирский федеральный университет

Для изучения режимов работы аэростатно-канатной системы «аэростатно-канатный спуск» была спроектирована лабораторная установка для нисходящих грузопотоков, схема которой представлена на рисунке 1.

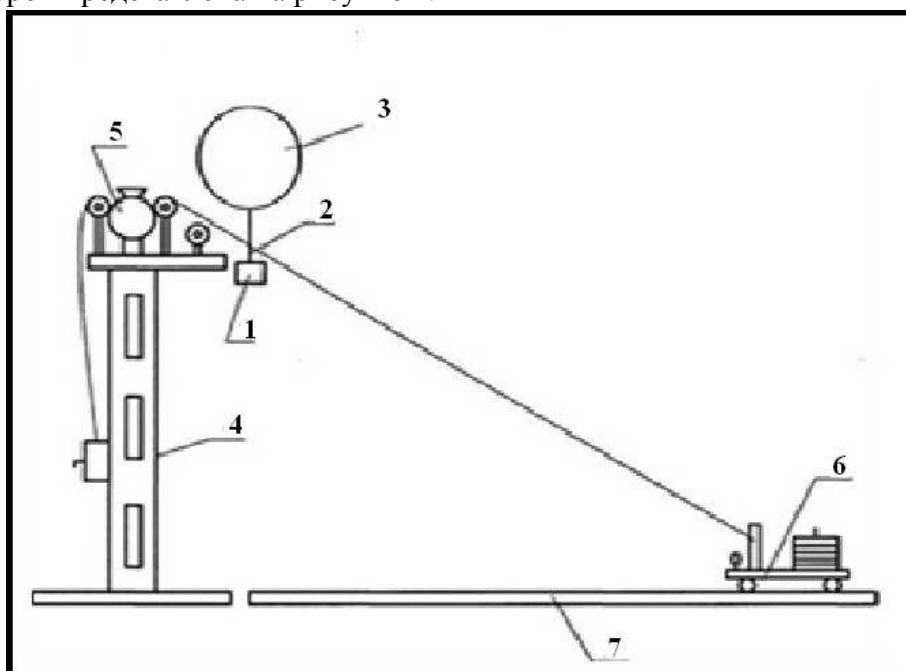


Рисунок.1. Схема экспериментальной установки: 1 - кузов; 2 - грузовая каретка; 3 – аэростат; 4 - стойка под площадку; 5 - шлюзовой дозатор; 6 – тележка; 7 - рельсовый путь

1. Кузов изготовлен из пластмасса отвечающего двум требованиям: легкость и прочность. Для разгрузки кузова «на ходу» предусмотрена планка и пружина, возвращающая днище в исходное положение.
2. Грузовая каретка, изготовлена из металла, исходя из условия наилучшего скольжения по направляющим.
3. Аэростат обеспечивает плавный спуск грузённой вагонетки за счёт собственной подъёмной силы, в порожнем направлении создает тягу, позволяющую вернуть вагонетку на погрузочный горизонт.
4. Стойка предназначена для изменения высоты погрузочного горизонта, от 1,5м до 2,5м с шагом 0,25м.

5. Шлюзовой дозатор, предназначен для загрузки груза в кузов. Состоит из лотка, вращающегося барабана и шагового электродвигателя.

6. Передвижная тележка – выполняет роль разгрузочного горизонта. Состоит из платформы и опорных колес. На платформе расположены: противовес для устойчивости, стойка для крепления несущих канатов, упор для ограничения движения грузовой каретки, рычаги для разгрузки кузова, приводной контактный блок с генератором предназначенный для преобразования кинетической энергии движения в электрическую, фиксирующее устройство тележки.

7. Металлический рельсовый путь предназначен для перемещения передвижной тележки.

Для проведения экспериментов использовались 4 аэростата, шарообразной формы, с объемами: 0,25 м³., 0,5 м³., 0,75 м³ и 1 м³.

На первом этапе осуществлялась определение масс оболочек аэростатов взвешиванием на весах. Далее была рассчитана длина окружности аэростата:

$$C = 2\pi\sqrt{\frac{3V}{4\pi}}, \text{ м}$$

где: V- объем аэростата, м³.

Длина окружности рассчитывалась для каждого из 4 шаров, и отмерялась лентой.

Далее закачка аэростатов гелием осуществлялась до тех пор, пока длина окружности не станет равной длине ленты, таким образом получили нужные объемы.

Для каждого аэростата высота подвязки была рассчитана по формуле:

$$L = 0,3 \cdot D, \text{ м}$$

где D-диаметр аэростата, м.

Затем подвешивали кузов к каждому аэростату, на соответствующую длину подвязки. Для нахождения полной грузоподъемности q_n , которая достигалась при равновесии и равна:

$$q_n = M_{об} + M_{подв.гр.},$$

где $M_{подв.гр.}$ -масса подвижного груза, г.

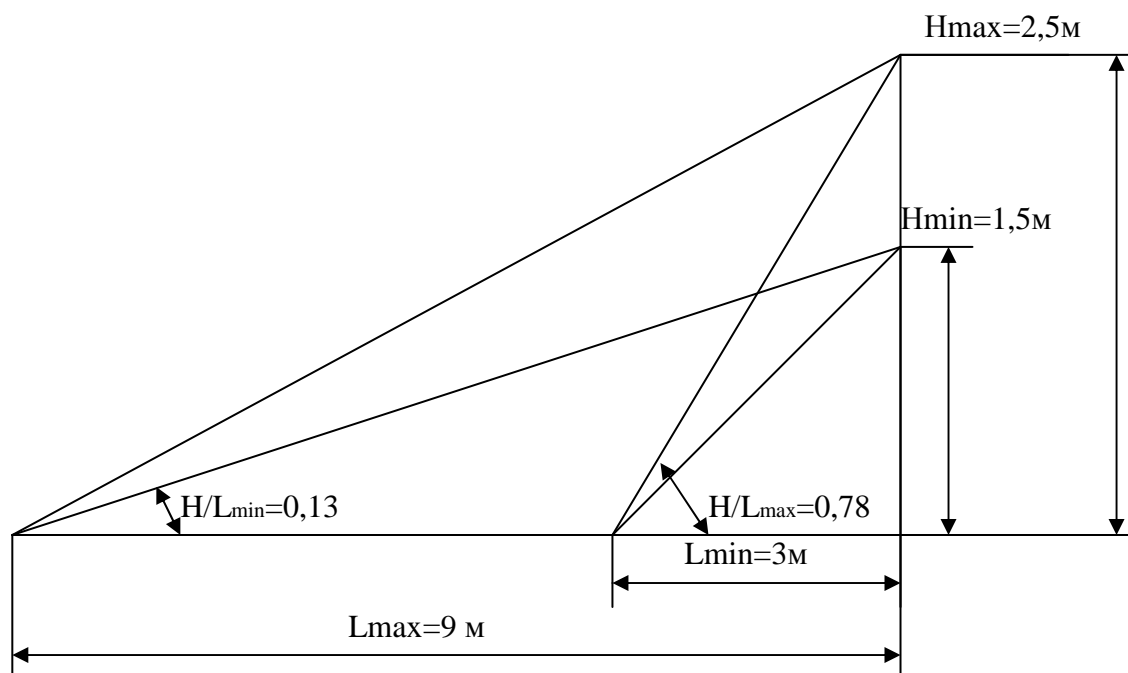


Рисунок 2. Габаритные размеры установки

При определении масс груза и массы кузова был использован коэффициент

$$\text{равновесия: } K_p = \frac{Q_n}{M_n},$$

где Q_n - полная грузоподъемность, г;

Полная масса:

$$M_n = M_{об} + M_{ваг}$$

где: $M_{об}$ - масса оболочки, г; $M_{ваг}$ - масса вагонетки с грузом, г.

Для каждого аэростата были рассчитаны три значения массы на спуск при коэффициентах $K_p = 0,3; 0,5; 0,7$, и три массы кузова на подъем при $K_p = 1,1; 1,2; 1,3$. Также для всех аэростатов использовались: кузов массой 128г и груз массой 582г.

В качестве измеряемых параметров были выбраны: время спуска и время подъема.

Сначала площадка на выдвижной стойке установлена на высоте $H=2,5$ м. Передвижная тележка закреплена на расстоянии $L=9$ м, затем перемещением тележки с шагом 1м, расстояние уменьшается до $L=3$ м. Также значение изменялось до 1,5м с шагом 0,25м. Таким образом, значение отношения H/L изменялось от 0,13 до 0,78. Также изменялись массы груза и вагонеток в соответствии с рассчитанными значениями для каждого аэростата.

Все снятые параметры: время спуска(подъема), длина транспортирования, высота погрузочного горизонта, сводятся в таблицу, для дальнейшего исследования связей между этими параметрами. В результате проведения экспериментальных исследований получены следующие зависимости:

1. Скорости движения системы «аэростат -вагонетка» в грузовом направлении от соотношения H/L . Результаты показывают, что при постоянном объеме аэростата, увеличивая коэффициент равновесия (т.е. уменьшая полную массу M), уменьшается скорость его движения на спуск ($V_{сп}$), что отображено на рисунке 3.

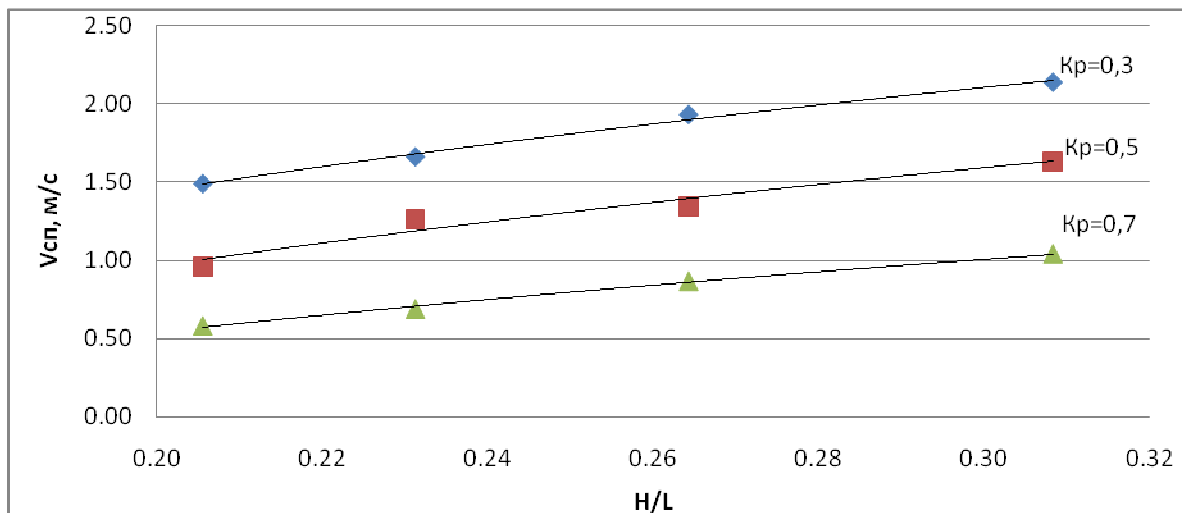


Рисунок 3. Зависимость скорости спуска от отношения высоты к длине при объеме шара 0,75м³

Скорости на спуск, в зависимости от K_p , определяются по следующим формулам:

при $K_p=0,3$ $V_{cn} = 1,62\ln(H/L) + 4,06$, м/с

при $K_p=0,5$ $V_{cn} = 1,5\ln(H/L) + 3,46$, м/с

при $K_p=0,7$ $V_{cn} = 1,15\ln(H/L) + 2,39$, м/с

2. скорости движения системы в порожнем направлении(подъем) от соотношения H/L . В результате выявлено, что при увеличении H/L скорость возрастает (рисунок 4).

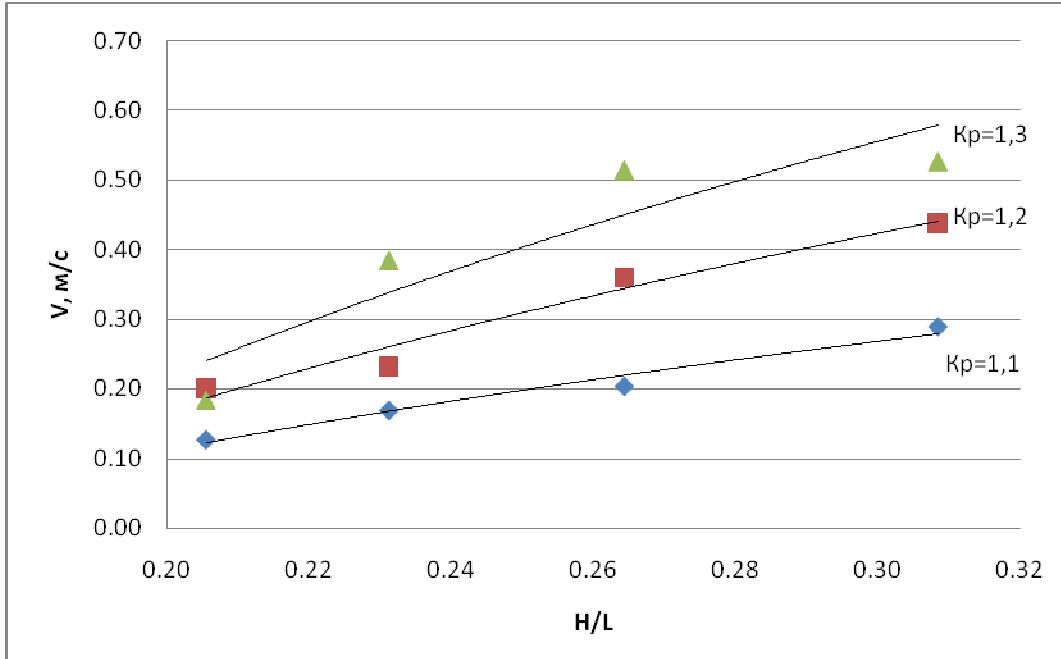


Рисунок 4. Зависимость скорости подъема от отношения высоты к длине при объеме шара 0,75м³

Скорости на подъем, в зависимости от K_p , определяются по следующим формулам:

при $K_p=1,1$ $V_{под} = 0,3\ln(H/L) + 0,73$, м/с

при $K_p=1,2$ $V_{под} = 0,62\ln(H/L) + 1,17$, м/с

при $K_p=1,3$ $V_{под} = 0,83\ln(H/L) + 1,56$, м/с

2. Производительности от соотношения H/L (рисунок 5). Из графика следует вывод, что при увеличении соотношения H/L , т. е. наклона трассы, производительность увеличивается. Причем с увеличением объема азростата производительность растет.

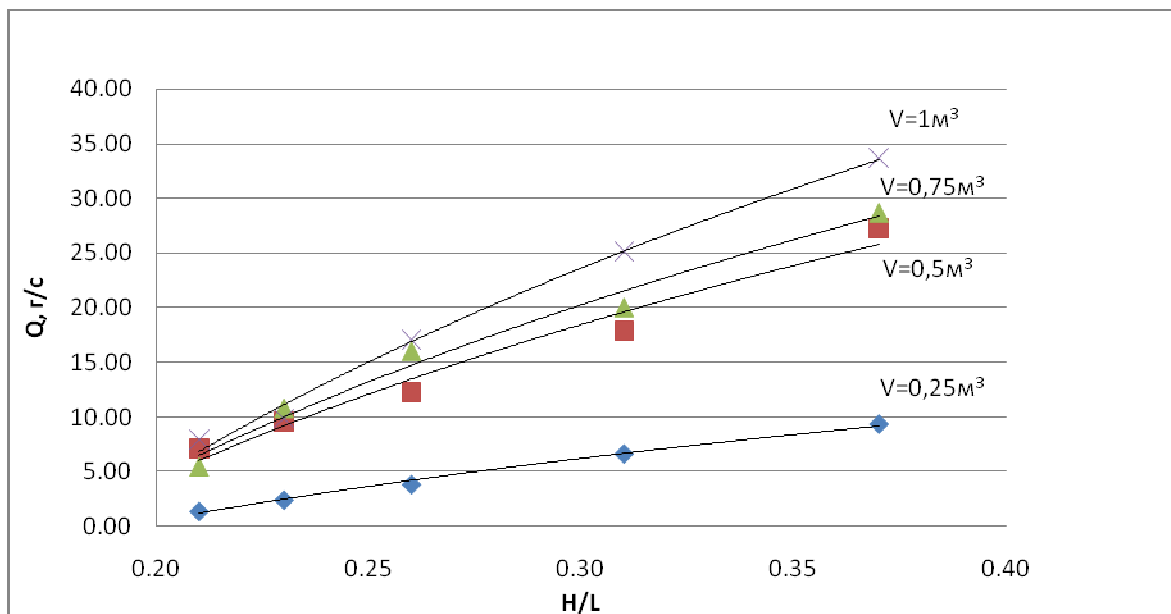


Рисунок 5. Зависимость производительности от отношения высоты к длине при коэффициенте $K_r=0,7$

Функция производительности в зависимости от объема шара, определяется по следующим формулам:

- | | |
|------------------------------|-----------------------------------------------|
| при $V_a=0,25 \text{ м}^3$, | $Q = [14,14\ln(H/L) + 23,24] \cdot 278$, т/ч |
| при $V_a=0,5 \text{ м}^3$, | $Q = [34,80\ln(H/L) + 60,35] \cdot 278$, т/ч |
| при $V_a=0,75 \text{ м}^3$, | $Q = [38,57\ln(H/L) + 66,7] \cdot 278$, т/ч |
| при $V_a=1 \text{ м}^3$, | $Q = [47,06\ln(H/L) + 80,33] \cdot 278$, т/ч |

Например, при использовании аэростата $V_a=1 \text{ м}^3$, при $H/L=0,3$ производительность Q составит:

$$Q = (47,06\ln(0,3) + 80,33) \cdot 278 = 6580 \text{ т/ч}$$

На основе результатов проведенных экспериментов разрабатывается экономико-математическая модель выбора оптимального и рационального вида транспорта для условий нагорных карьеров.