

ТЕХНИКА ИЛИМДЕРИ
ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ
TECHNICAL SCIENCES

Тааштанбаева В.О.

**КӨТӨРГҮЧ ОРНОТУУНУН БОЛОТ АРКАНЫНЫН
ЧЫҢАЛУУСУН ТЕОРИЯЛЫК ЖАКТАН ИЗИЛДӨӨ**

Тааштанбаева В.О.

**ТЕОРЕТИЧЕСКОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ НАТЯЖЕНИЯ
СТАЛЬНОГО КАНАТА ПОДЪЕМНОЙ УСТАНОВКИ**

V.O. Tashtanbaeva

**THEORETICAL STUDY OF THE TENSION
OF THE STEEL ROPE OF THE LIFTING PLANT**

УДК: 621.314: 621.7: 621.31

Лифт орнотмолору үчүн автоматташтырылган диагностикалык тутумду түзүүгө комплекстүү мамиле кылуу лифтин жалпы орнотмолорунун коопсуздугун жогорулатат. Баикы (ташуучу) катары болот арканды колдонуп, көтөргүч орнотмолордун баардык түрлөрү үчүн башкаруу тутумун колдонуунун ар тараптуулугун баалоо. Көтөрүү бирдигинин негизги агрегаттарынын жана механизмдеринин абалы келтирилген. Болот арканынын чыңалуусун теориялык изилдөө аныкталып, көтөргүч орнотмосу арканынын механикалык мүнөздөмөлөрү каралат. Механикалык мүнөздөмөлөрдү, сынуу күчүн жана узаруусун аныктоо үчүн эксперименттик пландаштыруу ыкмасын колдонуу менен чыңалууну текшерүүчү Р-0,5 машинасын колдонуп, көтөрүүчү орнотмолорду техникалык диагностикалоо тутумун түзүү жана эсептөө ыкмаларын сунушталды. Ушул маалыматтардын негизинде аркан түрлөрүн аныктап, бир-бири менен салыштырууга болот, бул көтөргүч машиналардын көйгөйсүз жана коопсуз иштешине алып келет.

Негизги сөздөр: болот аркан, созуучу машина, чыңалуу, эскирүү, жүк көтөрүмдүүлүгү, зым.

Комплексный подход к созданию автоматизированной диагностической системы для подъемных установок позволит повысить безопасность лифтовых подъемных установок в целом. Оценить универсальность применения системы контроля для всех видов подъемных установок, использующих в качестве головного (несущего) стальной канат. Приведены состояния основных узлов и механизмов подъемной установки. Определено теоретическое исследование натяжения стального каната и рассмотрены механические характеристики каната подъемной установки.

Исследованы по созданию системы технической диагностики подъемных установок и предложены методы расчетов с использованием методики планирования эксперимента с применением разрывной машины Р-0.5 для определения механических характеристик, разрывное усилие и удлинение. Основываясь на этих данных можно определить и сравнить друг с другом различные типы стальных канатов, что приведет к бесперебойной и безопасной работе подъемных установок.

Ключевые слова: стальной канат, разрывная машина, натяжение, износ, грузоподъемность, проволока.

A comprehensive approach to the creation of an automated diagnostic system for lifting installations will improve the safety of elevator lifting installations as a whole. To evaluate the versatility of the control system for all types of lifting installations using a steel rope as the head (carrier), the states of the main components and mechanisms of the lifting installation are given. The theoretical study of the tension of the steel rope is determined and the mechanical characteristics of the rope of the lifting installation are considered. We have investigated the creation of a system of technical diagnostics of lifting installations and proposed calculation methods using the method of planning an experiment using a P-0.5 breaking machine to determine the mechanical characteristics, breaking force and elongation. Based on these data, various types of steel ropes can be determined and compared with each other, which will lead to smooth and safe operation of lifting installations.

Key words: steel rope, breaking machine, tension, wear, load capacity, wire

Среди основных элементов шахтного подъема, от надежности которых зависит безопасность его эксплуатации, являются подъемные канаты. Применение

канатов современных конструкций, разработка мероприятий по обеспечению их безопасной эксплуатации при наибольшем использовании их ресурса позволяют повысить эффективность работы шахтных подъёмных установок [1]. На долговечность каната оказывает большое влияние перегибы каната на канатомедующем шкиве и отводных блоках. Чем меньше перегибов делает канат на отводных блоках, тем дольше срок его службы. Условие перегиба (расчетное отношение e) каната проверяется по формуле [2]:

$$e = \frac{D_{ш}}{d_k} \geq [e]; \quad (1)$$

где, $\frac{D_{ш}}{d_k}$ – соответственно диаметры шкива и каната, мм.

При выборе тяговых канатов для повышения их долговечности следует отдавать предпочтение канатам, имеющим большее отношение диаметру канатомедующего шкива $D_{ш}$ к диаметру каната d_k . Желательно принимать $[e] \geq 50$ [2].

Стальные канаты лифтов проверяются на прочность по разрыву, по условию перегиба и долговечности. По правилам безопасности стальные канаты должны рассчитываться на прочность, исходя из наибольшего рабочего натяжения в ветви каната [3], по формуле:

$$K = \frac{P_p}{S} \geq [K]; \quad (2)$$

где, K – расчетный коэффициент запаса прочности; P_p – разрывное усилие каната в целом, кгс; S – наибольшее рабочее натяжение в ветви каната (без учета динамических нагрузок), кгс; $[K]$ – допустимый коэффициент запаса прочности $[K] = 13$.

Расчетное натяжение в ветви каната кабины определяется по формуле:

$$S = \frac{Q + Q_k + Q_1 + 0,5 * Q_2}{n}; \quad (3)$$

где, Q – номинальная грузоподъемность лифта, кг; Q_k – масса кабины, кг; Q_1 – масса канатов от точки сбега их с канатомедующего шкива, расположенного над шахтой лифта до точки крепления на кабине при ее нижнем положении, кг; Q_2 – масса натяжного устройства уравнивающих канатов, кг; n – число

канатов, на которых подвешена кабина или противовес.

Показателем износа канатов служат обрывы проволок на его поверхности, легко замечаемые при наружном осмотре. Обрывы проволок происходят не одновременно, а постепенно, нарастая с течением времени. Основанием для браковки канатов служит число допускаемых обрывов проволок на длине одного шага свивки, а также потери сечения, коррозии [4].

Число допускаемых в канате порывов проволок зависит от первоначального запаса прочности и конструкции каната (числа проволок в канате и характера свивки) [5].

Механические характеристики стальных канатов (сталь углеродистая) являются:

модуль упругости $E = 2,0 \div 2,1 * 10^6 \frac{\text{кгс}}{\text{см}^2}$; модуль

сдвига $G = 8,1 * 10^5 \frac{\text{кгс}}{\text{см}^2}$; коэффициент Пуассона

$\mu = 0,24 \div 0,28$; момент инерции круга

$J_x = J_y \approx 0,05 * d^4$; момент сопротивления круга

$W_x = W_y \approx 0,1 * d^3$; радиус инерции круга

$i_x = i_y \approx \frac{d}{4}$;

Удлинение каната вычисляют по формуле:

$$\Delta l = \frac{P * l}{E * F}, \quad (4)$$

где, l – первоначальная длина стального каната (м);

P – растягивающая сила (Н); E – модуль упругости (Н/м²); F – площадь поперечного сечения (м²).

Напряжение вычисляют по формуле: $\sigma = \frac{P}{F}$. (5)

Относительное удлинение вычисляют по формуле:

$$\varepsilon = \frac{\Delta l}{l}. \quad (6)$$

Закон Гука вычисляют по формуле:

$$\sigma = E * \varepsilon. \quad (7)$$

$E * F$ – жесткость стального каната при растяжении.

Растягивающую силу вычисляют по формуле:

$$P = E * F * \frac{\Delta l}{l}; \quad (8)$$

Массу противовеса P_n вычисляют по формуле:

$$P_n = P_k + CQ; \quad (9)$$

где, P_k – масса кабины, кг; Q – грузоподъемность лифта, кг; C – коэффициент уравнивания.

Коэффициент уравнивания влияет на величину мощности выбираемого для лифта электродвигателя. Если бы в кабине всегда поднимался нормальный груз, то лучшим коэффициентом уравнивания был бы $C = 0,5$. В таком случае при подъеме груза, равного номинальной грузоподъемности, масса неуравновешенного груза вычисляют по формуле:

$$(P_k + Q) - (P_k + 0,5 * Q) = 0,5 * Q; \quad (10)$$

При движении ненагруженной кабины вниз неуравновешенный груз равнялся бы:

$$P_k - (P_k + 0,5 * Q) = 0,5 * Q; \quad (11)$$

Иначе говоря, также $0,5 * Q$. Если бы в кабине, как при движении вверх, так и при движении вниз поднимался бы номинальный груз, то идеальным коэффициентом уравнивания был бы $C = 1$.

Одной из наиболее распространённых и основных видов механических испытаний является испытание на растяжение. Испытание на разрыв также определяет качественные характеристики сравниваемые друг с другом. При этом используются образцы, форма и размеры которых регламентируются ГОСТом 10446-80(ISO6892-84) [6].

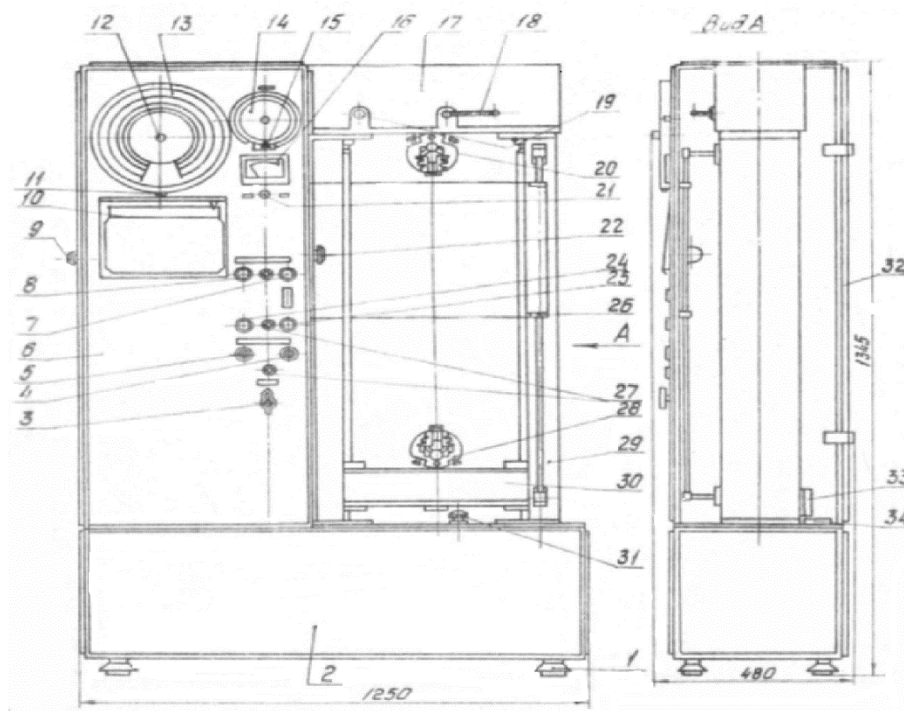


Рис. 1. Общий вид машины Р-0,5.

Схема машины по разрыву проволоки стального каната подъемной установки изображена на рис. 1. Разрывная машина Р-0,5 представляет собой металлическую конструкцию, состоящую из: 1-опоры; 2-привода; 3-переключателя «сеть»; 4-регулятора скорости «точно»; 5-регулятора скорости «грубо»; 6-пульт управления; 7-кнопки «вверх»; 8-кнопки

«стоп»; 9-ручки перемотки диаграммы; 10-самопишущего прибора; 11-ручки установки нуля; 12-ручки возврата контрольной стрелки; 13-шкалы нагрузок; 14-шкалы деформации; 15-указатель-корректора шкалы деформации; 16-указателя скорости; 17-кожуха силоизмерителя; 18-арретира; 19-транспортёроч-

ного отверстия; 20-пассивного захвата; 21-переключателя указателя скорости; 22-переключателя масштабов записи деформации; 24-кнопки «ускоренно»; 25-кнопки «вниз»; 26-защитного экрана; 27-сигнализации; 28-активного захвата; 29-механизма перемещения траверсы; 30-подвижной траверсы; 31-маслоуказателя; 32-двери; 33- микропереключателя; 34-уровня [7].

Основные узлы машины: привод; механизм перемещения траверсы; пульт управления; силоизмеритель; захваты; органы управления и показывающие приборы; электрооборудование.

Порядок проведения эксперимента заключается в следующем:

1. Подготавливаются испытуемые образцы по требованиям ГОСТ;
2. Испытуемый образец закрепляется в захватах;
3. Самопишущий прибор подготавливается к работе;
4. Включается машина в работу нажатием на кнопку «вниз»;
5. Устанавливается наблюдение за испытуемым образцом, шкалой нагрузок и деформации и работой диаграммного аппарата. После разрушения образца электропривод отключается автоматически;
6. Результаты измерений сводятся в таблицы и снимается диаграмма;

7. Удаляется разрушенный образец из захватов.

Данный стенд позволяет провести экспериментальное исследование по разрыву проволок стального каната разного типа, что дает возможность провести анализ упругого удлинения по видам испытуемых канатных проволок и использовать наиболее эффективное из них.

Литература:

1. Трифанов Г.Д. Повышение срока службы канатов и эффективности эксплуатации шахтных подъёмных установок. Автореферат. Екатеринбург – 2013.
2. Чутчиков П.И. Ремонт лифтов: Учеб. пособие для сред. профтех. училищ. – М.: Стройиздат, 1983 – 271 с., ил.
3. Единые правила безопасности при разработке рудных, нерудных и рассыпных месторождений полезных ископаемых подземным способом. Госгортехнадзор КР. Бишкек. 2000 г.
4. Монтаж лифтов и канатных дорог / Обухов А.И., Розенкан Г.Н., Рубинштейн Д.А. и др.; Под ред. Обухова А.И. – 2-е изд., доп. и перераб. – М.: Стройиздат, 1983.
5. Шамсутдинов М.М., Таштанбаева В.О. Обзор и анализ современных средств контроля натяжения стальных канатов. Известия КГТУ им. И. Раззакова 2016. №1(37) С. 61-66.
6. ГОСТ 10446-80(ISO6892-84) Проволока. Метод испытания на растяжение.
7. Техническое описание и инструкция по эксплуатации. Машина разрывная модели Р-0,5. Г6 2. 773. 040 ТО. 30 с.