

УДК 622: 658.513 (575.2) (04)

МЕТОДИКА РАСЧЕТА СТАТИЧЕСКИХ НАГРУЗОК ПОДЪЕМНЫХ МАШИН ИЗ УСЛОВИЯ ПРОЧНОСТИ КАНАТА

П.И. Пахомов – чл.-корр. ИА КР, докт. техн. наук

Т.В. Лядышева – соискатель

In article is considered methods of the calculation of the steady-state loads of the lifting machines from condition of toughness of the tigtrope.

Безопасность эксплуатации лифтового оборудования в значительной степени зависит от состояния применяемых в них стальных канатов. Они связывают подъемный механизм с подвешенными узлами и играют роль передачи в преобразовании вращательного движения в вертикально-поступательное, а также несут нагрузку во всех нормальных режимах работы лифта и даже когда он не работает. Поэтому важно правильно выбрать, рассчитать, эксплуатировать канаты и непрерывно наблюдать за их износом.

Стальные канаты различают по характеру свивки: она может быть одинарной, двойной и тройной. Требования к канатам определяют правила безопасности и стандарты.

Основными причинами интенсивного изнашивания и повреждения канатов являются следующие параметры: неправильный выбор конструкции каната, типа и направления свивки, соотношения диаметра каната и диаметров барабана, канатоведущего шкива или блока; нерегулярное смазывание канатов; наличие абразивных частиц на поверхности трения канатов и коррозия отдельных его проволок, а также повышение нагрузки на канат при перегрузке кабины.

Инструментальный метод (с применением дефектоскопов) и визуальный (осмотр канатов) используют для контроля состояния каната. Визуальный метод позволяет обнару-

жить дефекты каната только на его поверхности.

Данные более чем 8 тыс. протоколов лабораторных и эксплуатационных обследований канатов в горнодобывающей промышленности США и Канады показывают, что применявшийся визуальный метод и критерий срока службы канатов не адекватны действительной прочности эксплуатируемых канатов [1]. Так, приблизительно у 10% всех обследованных канатов потеря площади сечения была более 15%, а у 2% – превышала 30%. Это означает, что 10% канатов, допущенных к эксплуатации по результатам внешнего осмотра, на самом деле подлежали замене, а 2% – создали серьезную опасность. Более 70% снятых с эксплуатации канатов и по критерию срока службы имели допустимую степень износа и повреждений и вполне могли работать. Таким образом, при использовании визуального метода контроля только малая часть канатов заменяется своевременно [1], он не позволяет определить внутренние дефекты – коррозию или фрикционный износ, приводящие к потере площади сечения каната по металлу – важнейшей характеристики определяющей его прочность.

Все современные критерии надежности связаны с оценкой времени работы изделия до отказа, поэтому становится очевидной эффективность системы технической диагно-

стики. Один и тот же объект диагностики может быть охарактеризован различными наборами параметров состояния, по-разному связанными с изменением работоспособности изделия [2].

Канаты рассчитываются на прочность по разрывному усилию и на смятие в лунках канатоведущего шкива. Расчет по разрывному усилию производят для каждой ветви каната кабины или противовеса.

Подъемный канат при работе испытывает напряжение от различных нагрузок: статических, динамических, предварительного напряжения от свивки, изгиба на шкиве и на барабане. Ввиду трудности точного учета перечисленных нагрузок расчет каната производят лишь по величине статических нагрузок.

Наибольшая статическая нагрузка на канат [3]

$$Q_{\text{макс}} = Q_n + p_k H_0, \quad (1)$$

где p_k – масса одного метра подъемного каната, кг/м; H_0 – максимальная длина отвеса каната.

Наибольшая статическая нагрузка должна быть меньше усилия, разрывающего канат, т.е.

$$Q_n + p_k H_0 \leq \sigma_s S, \quad (2)$$

где σ_s – временное сопротивление каната разрыву, т/м²; S – живое сечение каната (площадь поперечного сечения всех проволок каната), м².

Для надежной работы каната допускаемое разрывное усилие каната уменьшают в K раз (K – запас прочности). Тогда выражение (1) можно представить в следующем виде

$$Q_n + p_k H_0 = \frac{\sigma_s S}{K}. \quad (3)$$

Остальные величины учитываются коэффициентом запаса прочности.

Пригодность выбранного диаметра каната определяют из условия [4]

$$P > K \frac{S}{m_k i}, \quad (4)$$

где S – фактическое натяжение на все ветви канатов, Н; $m_k i$ – число ветвей канатов; P – разрывное усилие (Н) одной ветви выбранного каната заданного диаметра, м.

Для лифтов с барабанными лебедками расчет канатов производят как для ветвей кабины, так и для ветвей канатов противовеса; для лифтов с канатоведущими шкивами – как для ветвей канатов кабины.

В табл. 1 приведены расчетные формулы для определения суммы действующих сил максимального натяжения канатов кабины при разных системах уравнивания. Для лифтов с барабанными лебедками уравнивающих устройств не применяют, а наибольшее натяжение ветвей кабины определяют по табл. 1 (графа “без уравнивания”). Натяжение в ветвях противовеса определяется его весом.

Расчет канатов на смятие или удельное давление в лунках канатоведущего шкива производят в зависимости от параметров лунок канатоведущего шкива и принимают те же параметры, что и для расчетов тяговой способности канатоведущего шкива.

На основании расчетных формул, определения суммы действующих сил (табл. 1, 2) можно рассчитать натяжение канатов в зависимости от положения кабины. Фрагмент расчета пассажирских лифтов без системы уравнивания при различных значениях диаметра каната приведен в табл. 3.

Зависимость грузоподъемности от натяжения канатов при положении кабины наверху и внизу показана на рисунке.

Таблица 1

Система уравновешивания	Натяжение канатов при положении кабины		Указание о максимальном натяжении в положениях кабины вверх или вниз
	наверху	внизу	
	$T=0$	$G_{кб}=0$	
Без уравновешивания	$\frac{K+Q+G_{кб}}{m_k i}$	$\frac{K+Q+T_i}{m_k i}$	Вверх $G_{кб} > T_i$. Вниз $T_i > G_{кб}$
“Кабина – противовес”	$\frac{K+Q+G_{кб}+G_{уп}}{m_k i}$	$\frac{K+Q+T_i}{m_k i}$	Вверх $G_{кб}+G_{уп} > T_i$. Вниз $T_i > G_{кб}+G_{уп}$
“Кабина – противовес” с натяжным устройством	$\frac{K+Q+G_{кб}+G_{уп}+0,5G_{н.у}}{m_k i}$	$\frac{K+Q+T_i+0,5G_{н.у}}{m_k i}$	Вверх $G_{кб}+G_{уп} > T_i$. Вниз $T_i > G_{кб}+G_{уп}$
“Кабина – шахта”	$\frac{K+Q+G_{кб}}{m_k i}$	$\frac{K+Q+T_i}{m_k i}$	Вверх $G_{кб}+G_{уп} > T_i$. Вниз $T_i > G_{кб}+G_{уп}$
“Противовес – шахта”	$\frac{K+Q+G_{кб}}{m_k i}$	$\frac{K+Q+T_i}{m_k i}$	Вверх $G_{кб} > T_i$. Вниз $T_i > G_{кб}$

K – масса кабины, Н;

$G_{уп}$ – масса уравновешивающих элементов, Н;

Q – сила грузоподъемности, Н;

T_i – натяжение одного каната, Н.

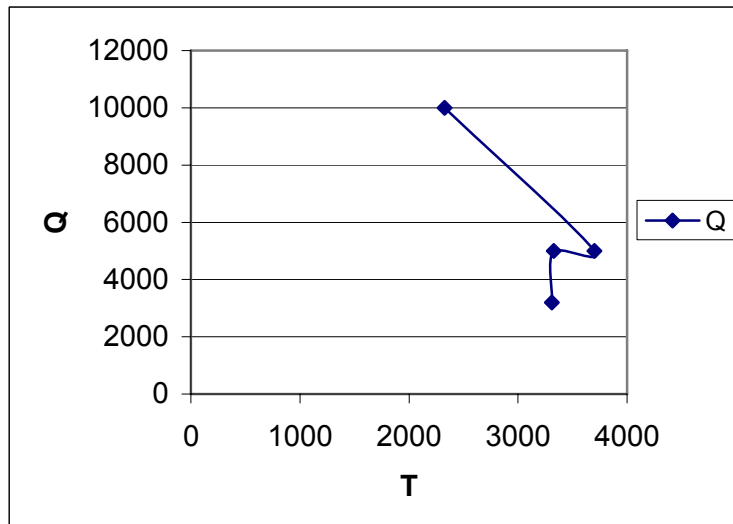
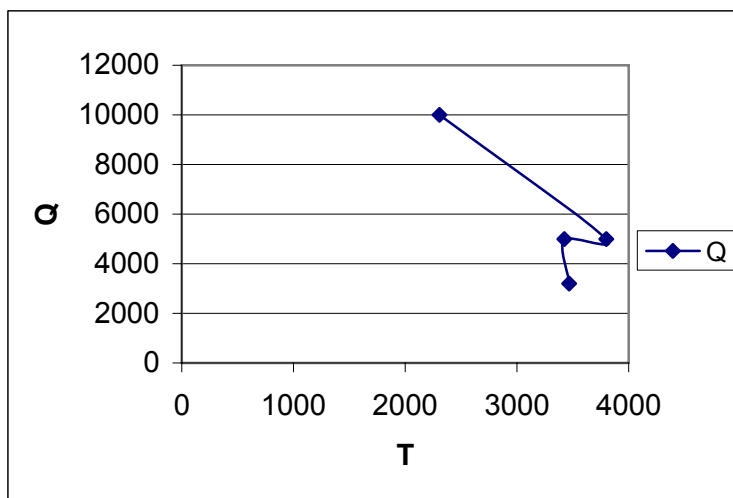
$G_{кб}$ – масса кабеля, Н;

Таблица 2

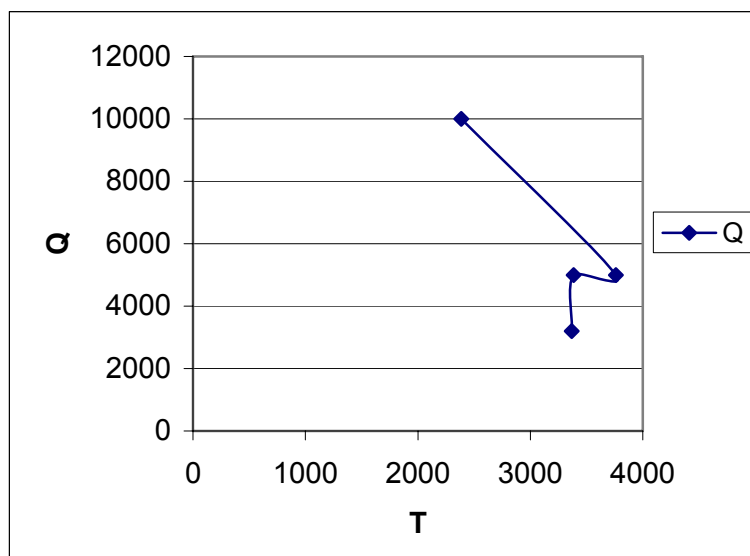
Назначения лифтов	Грузоподъемность, кг	Скорость, м/с	Размеры кабин, мм			Масса кабин, кг
			ширина	глубина	высота	
Пассажирские	320	0,71 и 1,0	1000	1200	2100	650
	500	1,0	1200	1400	2100	800
	1000	1,0; 1,4; 2,0 и 4,0	1200	2400	2100	1400
			1800	1500	2250	1700
Грузопассажирские	500	1,0	2200	1200	2100	1500
Грузовые общего назначения	500	0,5	1000	1500	2000	500
		0,5	1500	2000	2000	700
	1000	0,5	1500	2000	2200	1000
		0,5	2000	2500	2200	1400
	2000	0,5	2000	2500	2200	1450
		0,5	2000	3000	2200	1900
	3200	0,5	2000	3000	2200	2000
	0,5	2500	3500	2200	2200	
	5000	0,25	3000	4000	2400	3300
Грузовые с моно-рельсом	1000	0,5	2000	2500	3700	2000
			2000	2500	2700	1700
	2000	0,5	2000	2500	3700	2000
			2000	3000	2700	2300
			2000	3000	3700	2800
	3200	0,5	2500	3500	2700	2500
			2500	3500	3700	3000

Таблица 3

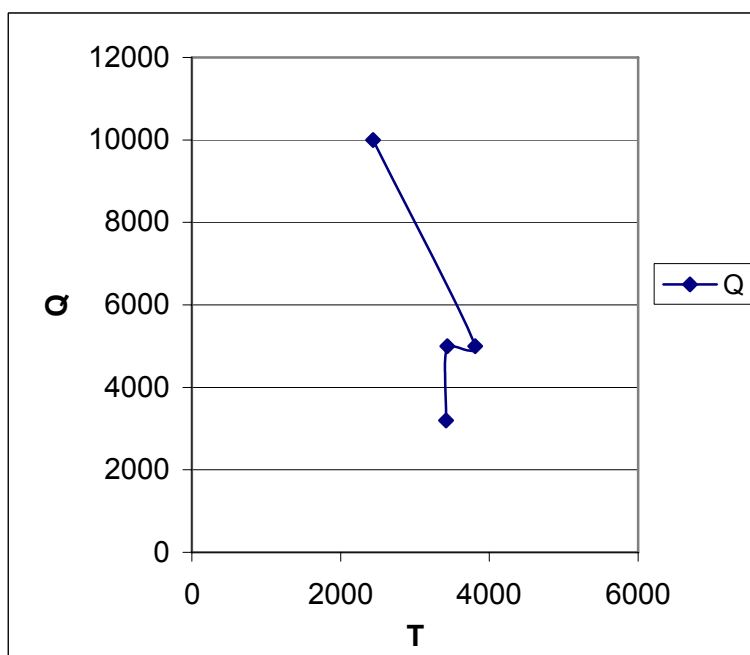
Назначение лифтов	Пассажирские лифты							
Система уравнивания	Натяжение канатов при положении кабины.							
Без уравнивания	наверху	внизу	наверху	внизу	наверху	внизу	наверху	внизу
	$T=0$	$G_{кб}=0$	$T=0$	$G_{кб}=0$	$T=0$	$G_{кб}=0$	$T=0$	$G_{кб}=0$
	3467	3311	3467	3369	3467	3419	3467	3583
	3425	3327	3425	3389	3425	3436	3425	3600
	3800	3702	3800	3761	3800	3811	3800	3975
2308	2327	2308	2386	2308	2436	2308	2600	



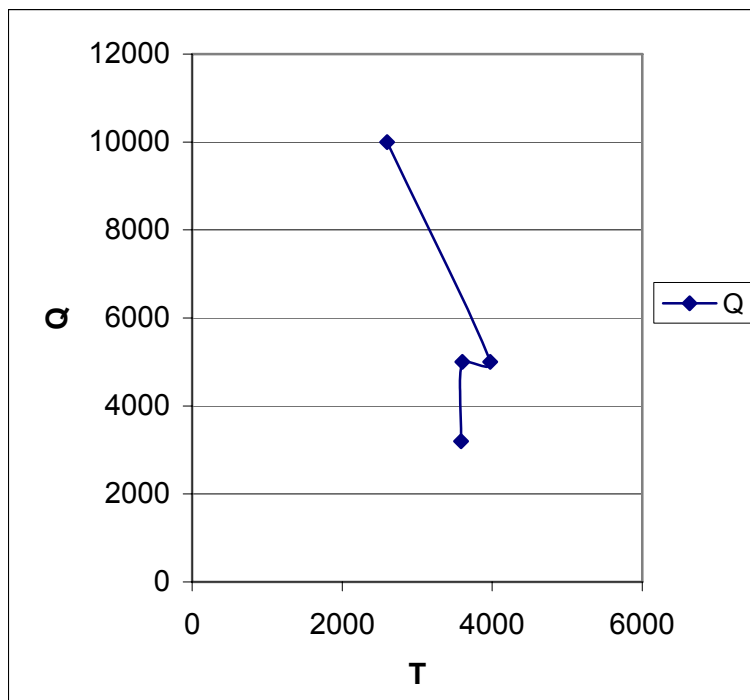
d=7,8 мм



d=10,5 мм



d=12 мм



d=16,5 мм

Зависимость грузоподъемности от натяжения каната.

Литература

1. Антипов В.Н., Таран И.Д., Сухоруков В.В., Касимов Г.А., Белицкий С.Б. Новое в дефектоскопии канатов шахтных подъемов / Безопасность труда в промышленности. – 1998. – №8. – С. 35–38.
2. Грешиников В.А., Дробот Ю.Б. Акустическая эмиссия. – М.: Изд-во стандартов, 1976. – 272 с.
3. Сенник К.А. Горно-разведочная механика. – М.: Госгеолтехиздат, 1960. – 316 с.
4. Штремель Г.Х. Грузоподъемные машины. – М.: Высшая школа, 1980. – 304 с.
5. Правила устройства и безопасности эксплуатации лифтов. – Бишкек, 1993. – 164 с.