

Дерюгина Ирина Викторовна,
магистрант, Рязанский институт (филиал)
Московский политехнический университет
Deryugina Irina Viktorovna,
Master's student, Ryazan Institute (branch)
Moscow Polytechnic University

**КИНЕМАТИЧЕСКИЕ ПАРАМЕТРЫ ЛИФТОВЫХ
ПОДЪЁМНИКОВ БЕЗ ДОПОЛНИТЕЛЬНЫХ ГРУЗОВ-ПРОТИВОВЕСОВ
KINEMATIC PARAMETERS OF ELEVATOR LIFTING
WITHOUT ADDITIONAL LOAD-WEIGHTING CARRIAGE**

Аннотация. Статья посвящена вопросу потребления электрической энергии лифтовыми подъёмниками с выкатываемыми кабинами в промышленных зданиях без дополнительных грузов-противовесов.

В статье приведены экспериментальные данные по прямому определению энергетических затрат через напряжение и силу тока. Механические характеристики задавались с помощью установки грузов в выкатную кабину.

Abstract. The article is devoted to the issue of electrical energy consumption by elevator lifts with rolling cabins in industrial buildings without additional counterweights.

The article presents experimental data on the direct determination of energy consumption through voltage and current. The mechanical characteristics were set by placing weights in the retractable cabin.

Ключевые слова: Грузовые лифты, выкатываемые кабины, электрические приводы, мощность приводов, цепной подвес кабин, КПД цепных подвесов кабин, моделирование выкатываемых кабин лифтов.

Keywords: Cargo elevators, out-of-the-way cabins, electric drives, drive power, chain suspension of cabins, efficiency of chain suspension of cabins, modeling of out-of-the-way elevator cabins.

В настоящее время после экономических реформ 90-х годов XX столетия очень много промышленных многоэтажных зданий оказалось без использования, т.к. существовавшие тогда предприятия использовали специализированные подъёмники для существовавших в них производств. Соответственно вновь образовавшиеся столкнулись с проблемой установки универсальных лифтовых подъёмников (желательно внутри здания и пригодными для новых технологических линий). Это означает, что лифтовой подъёмник, встраиваясь в технологический процесс основного производства, должен обеспечивать подачу компонентов для основного производства на четыре стороны, при этом лифтовой подъёмник не должен ждать разгрузки, т.е. поданные на тележке детали и узлы должны тут же вывозиться из кабины лифта [1]. Однако, учитывая специфику некоторых производств, эти комплектующие могут находиться вне производственного процесса до часа и более. Для подобных ситуаций удобно использовать лифтовые кабины, в качестве камер хранения. Соответственно на первом или техническом этажах должны находиться площадки хранения свободных лифтовых кабин, которые могут быстро вводиться в лифтовой подъёмник [4, 5, 6, 7, 10].

По принципу приводов лифтовые конструкции подразделяются на: винтовые; тросовые; цепные [3, 5].

Для определения эффективности предложения о применении лифтовых подъёмников были проведены лабораторные испытания их масштабных моделей с цепным приводом для подъема площадок с выкатными кабинами, показанные на рис. 1, 2 и 3 [2, 9].



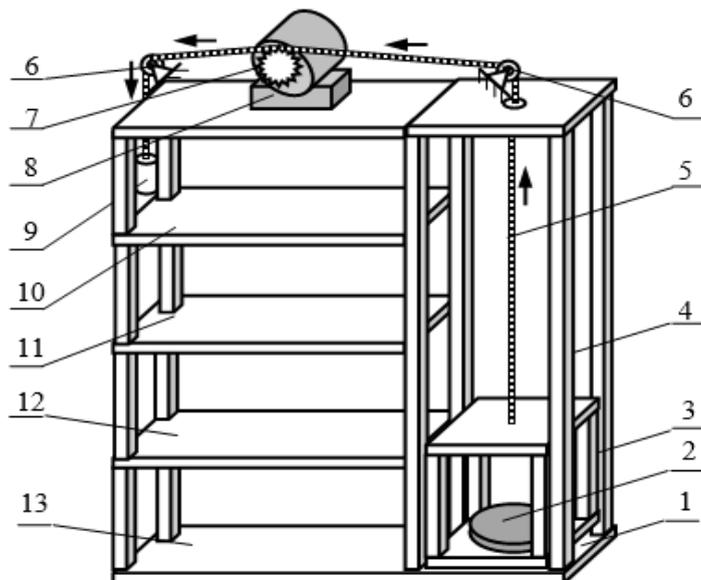


Рисунок 1. Модель лифтового подъёмника с единичной нагрузкой без противовеса.
1 – клеть лифтовой шахты; 2 – одинарный груз для испытаний; 3 – лифтовой подъёмник; 4 – стойки клетки; 5 – цепь; 6 – поворотный блок; 7 – ведущая звёздочка подъёмника $z = 20$; 8 – электромотор; 9 – грузик натяжения цепи; 10 – пол 4-го этажа; 11 – пол 3-го этажа; 12 – пол 2-го этажа; 13 – пол 1-го этажа.

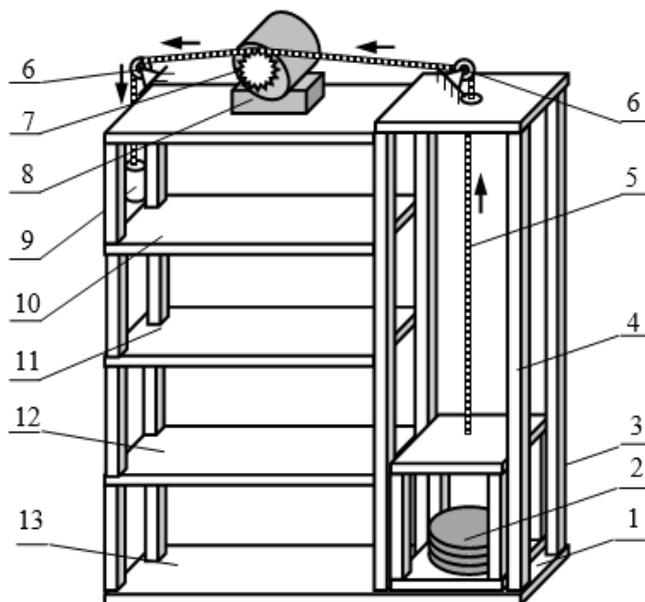


Рисунок 2. Модель лифтового подъёмника с удвоенной нагрузкой без противовеса.
1 – клеть лифтовой шахты; 2 – двойной груз для испытаний; 3 – лифтовой подъёмник; 4 – стойки клетки; 5 – цепь; 6 – поворотный блок; 7 – ведущая звёздочка подъёмника $z = 24$; 8 – электромотор; 9 – грузик натяжения цепи; 10 – пол 4-го этажа; 11 – пол 3-го этажа; 12 – пол 2-го этажа; 13 – пол 1-го этажа.

Исходя из его конструкции, когда его подъём осуществляется цепью 5 через ведущую звездочку 7 от привода 8, причём цепь имеет свободно свисающий конец с небольшим грузом 9, который обеспечивает её спускание вдоль шахты лифтового подъёмника 3.



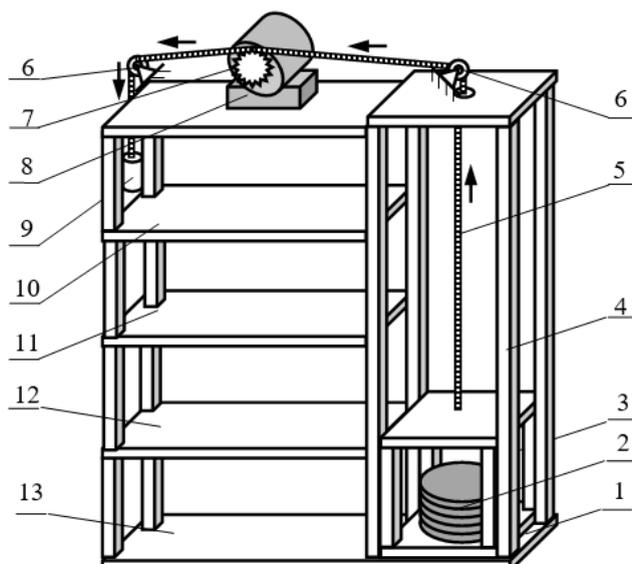


Рисунок 3. Модель лифтового подъёмника с утроенной нагрузкой без противовеса.

- 1 – клеть лифтовой шахты; 2 – тройной груз для испытаний; 3 – лифтовой подъёмник;
 4 – стойки клетки; 5 – цепь; 6 – поворотный блок; 7 – ведущая звёздочка подъёмника $z = 28$;
 8 – электромотор; 9 – грузик натяжения цепи; 10 – пол 4-го этажа;
 11 – пол 3-го этажа; 12 – пол 2-го этажа; 13 – пол 1-го этажа.

Электропитание лабораторной установки осуществлялось во время экспериментов от источника постоянного тока, что позволяло получить жесткие характеристики изменяемых кинематических параметров. Основные изменяемые факторы в исследованиях были следующие:

- 1 – поднимаемый груз: 0,8 кгс; 1,6 кгс; 2,4 кгс;
 2 – скорость подъёма $n_{эд} = \text{const}$ об/мин ($z_1 = 20$; $z_2 = 24$; $z_3 = 28$);
 3 – груз противовеса 0,3 кгс, 0,8 кгс, 2 кгс.

Оптимизируемый параметр потребляемая мощность N кВт

Основные результаты, полученные в ходе проведения экспериментов, представлены в таблице 1 и рисунках 4, 5, 6.

Таблица 1.

Энергетические затраты на перемещение площадок
 в лифтовом подъёмнике без противовесов

№ п/п	Тип ведущей звёздочки, мм	Время подъёма кабины, с	Напряжение питающей сети, В	Сила тока в моторе привода, А	Потребляемая мощность, Вт	Вес поднимаемого груза, кг
1.	МЗ ($z = 20$)	2,92	16,4	0,96	15,7	0,8
2.	МЗ ($z = 20$)	3,78	16,4	1,27	20,8	1,6
3.	МЗ ($z = 20$)	4,54	16,4	1,62	26,6	2,4
4.	СЗ ($z = 24$)	2,66	16,3	1,13	18,4	0,8
5.	СЗ ($z = 24$)	3,30	16,3	1,53	24,9	1,6
6.	СЗ ($z = 24$)	3,96	16,3	1,96	31,9	2,4
7.	БЗ ($z = 28$)	2,84	16,2	1,17	18,9	0,8
8.	БЗ ($z = 28$)	3,50	16,2	1,66	26,9	1,6
9.	БЗ ($z = 28$)	4,16	16,2	2,23	36,1	2,4



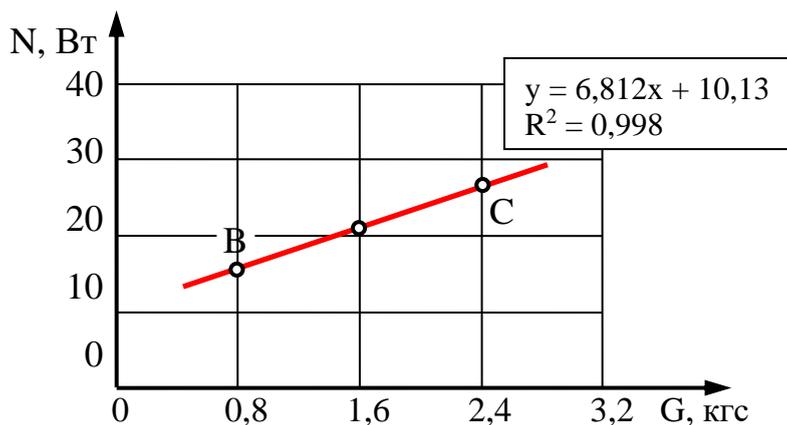


Рисунок 4. Потребление электроэнергии моделью лифтового подъёмника на режиме малой звёздочки $z_1 = 20$.

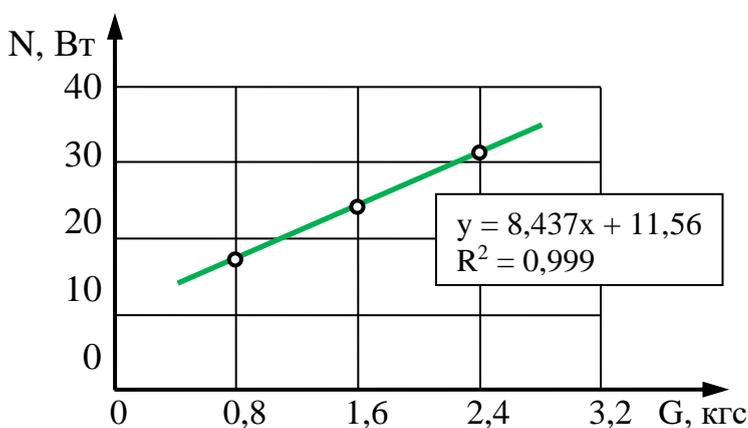


Рисунок 5. Потребление электроэнергии моделью лифтового подъёмника на режиме средней звёздочки $z_2 = 24$.

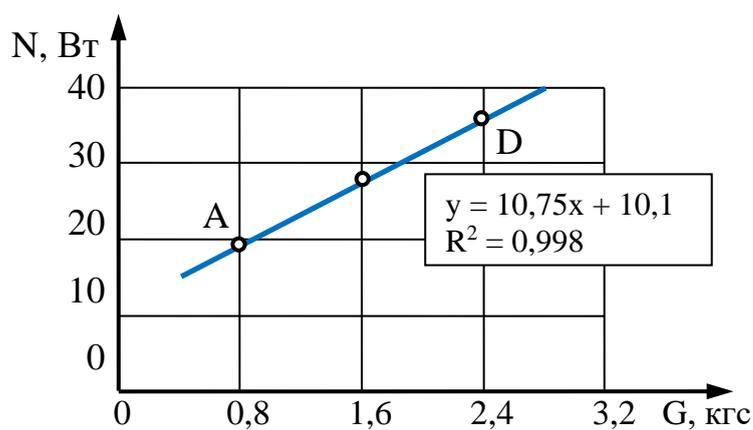


Рисунок 6. Потребление электроэнергии моделью лифтового подъёмника на режиме большой звёздочки $z_3 = 28$.



Как показали эксперименты, результаты потребления электрической мощности описывались линейными зависимостями, т.к. постоянный ток имеет жёсткие характеристики. Итоговый график затрат мощности на привод модели лифтового подъёмника представлен на рис.

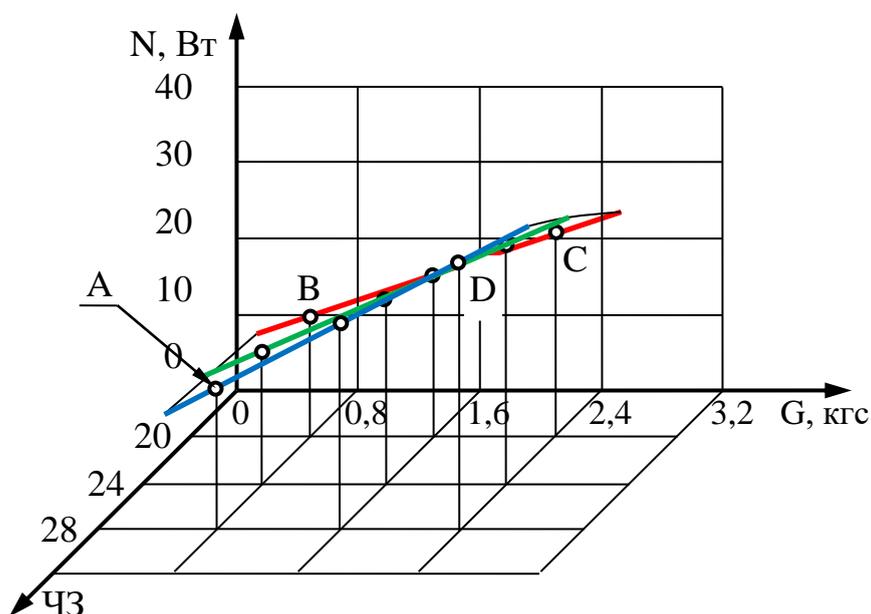


Рисунок 7. Итоговый график потребления мощности моделью лифтового подъёмника в зависимости от величины груза и числа зубьев ведущей звездочки (ЧЗ)

Полученная итоговая плоскость ABCD в поперечном направлении имеет искривление, что свидетельствует о недостаточной мощности электродвигателя.

Технический к.п.д. будет определяться из соотношения:

$$\eta = N_{\text{расч.}} / N_{\text{эсп.}}, \quad (1)$$

где $N_{\text{расч.}} = 9,81 G V$ – расчётная мощность, Вт (определяется из табл. 1);

G – вес груза, кгс;

$V = l / t$ – скорость подъёма, м/с:

l – высота подъёма полезного груза (0,5 м)

Результаты расчетов по подъёму грузов и площадок с грузом без противовесов приведены в таблице 2.

Таблица 2.

Энергетические затраты на перемещение грузов и площадок с грузом в лифтовом подъёмнике без противовесов

№ п/п	Вес поднимаемого груза, кг	Время подъёма кабины, с	Мощность на подъём груза, Вт	Потребляемая мощность, Вт	коэффициент полезного действия η , %
1.	0,8	2,92	1,34	15,7	8,54
2.	1,6	3,78	2,08	20,8	10,0
3.	2,4	4,54	2,59	26,6	9,74
4.	0,8	2,66	1,47	18,4	8,00
5.	1,6	3,30	2,38	24,9	9,56
6.	2,4	3,96	3,19	31,9	10,0



7	0,8	2,40	1,82	18,9	9,63
8	1,6	2,66	2,64	26,9	9,81
9	2,4	3,42	3,44	36,1	9,47

Таким образом, средняя величина коэффициента полезного действия работы без противовеса составляет 9,42 %, что является довольно низкой величиной.

На основе проделанных экспериментов можно сделать выводы о том, что:

- для повышения к.п.д. лифтовых подъёмников с цепным тяговым элементом для площадок выкатываемых кабин необходимо использовать противовесы;
- достоинство выкатываемых лифтовых кабин в том, что они открываются и закрываются вне лифтового подъёмника. Это позволяет качественно комплектовать кабины с неограниченным временем, и при этом лифт продолжает работать в шаговом режиме, поднимая или опуская площадки.

Список литературы:

1. Федеральный закон Российской Федерации от 23 ноября 2009 г. N 261-ФЗ "Об энергосбережении и о повышении энергетической эффективности и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации". Принят Государственной Думой 11 ноября 2009 года Одобрен Советом Федерации 18 ноября 2009 года
Опубликовано: 27 ноября 2009 г. в "РГ" – Федеральный выпуск №5050
Вступает в силу: 27 ноября 2009 г.
2. А.С. № 1652220 Тяговый орган конвейера. / Ю.А. Пертен, Е.В. Кисленков, А.К. Мусаев, заявл. 24.01.86 4012141/03. Оpubл. БИ 30.05.91 №20
3. А.С. № 1776247 Вертикальный цепной конвейер./ А.А. Бугай, Г.В. Висько, заявл. 21.09.90 4868005/03. Оpubл. БИ 15.11.92 № 42.
4. Воробьёв Ю.В. Подъёмно-транспортирующие машины Тамбов: ТГТУ, 1999.- 98с.
5. Карлинский З. И. Детали машин и подъёмно-транспортные машины – М.: МГУЛ, 2000. – 227с.
6. Патент РФ № 2232120. Вертикальная конвейерная система. / Пертен Ю.А., Пертен А.Ю., Эбервейн Н.В., заявл. 29.04.2002 2002111400/03. Оpubл. БИ 10.07.2004 №19.
7. Пертен Ю.А., Эбервейн Н.В., Боровский С.А., Созин А.Ю. Экспериментальное исследование вертикально-горизонтальной конвейерной системы. //В сборник «Актуальные вопросы техники пищевых производств» СПб, 2004.-С. 203-217.
8. Эбервейн Н.В. Вертикальные четырёхцепные конвейеры.// Энциклопедия. Машиностроение, под редакцией академика Фролова В.А. Том IV-17. «Машины и агрегаты пищевой и обрабатывающей промышленности». М: Машиностроение 2003. – С. 254 – 259.
9. Эбервейн Н.В., Пертен Ю.А. Элементы расчёта вертикального четырёхцепного конвейера.// Материалы межвузовской научной конференции «XXX Юбилейная неделя науки СПбГТУ». Часть IV. СПб.:СПбГТУ. 2002. – С. 70-72.
10. Кушев И.Е., Коченов К.И., Серебряникова А.С. Лабораторные исследования модели винтового лифта с приводом от постоянного тока. / Экономика строительства, № 12, 2024 г. – С. 495 – 498.

