

## К вопросу о долговечности канатно-блочной системы лифта

77-30569/234034

# 11, ноябрь 2011

авторы: Витчук П. В., Абрамов Д. Ю.

УДК 621.86

ФГБОУ ВПО МГТУ им. Н.Э. Баумана Калужский филиал

[zzzVentor@ya.ru](mailto:zzzVentor@ya.ru)

[deni91-91@mail.ru](mailto:deni91-91@mail.ru)

Известно, что успешная эксплуатация лифта в значительной мере зависит от показателей надежности его канатно-блочной системы (КБС). Для КБС лифта определяющими критериями надежности являются безотказность и долговечность.

Обширные экспериментальные исследования на пробных машинах и эксплуатационные наблюдения показывают, что на долговечность КБС влияют самые разнообразные факторы, связанные с условиями эксплуатации, характеристиками и качеством изготовления [5, 6, 8]. Эти факторы можно разбить на следующие группы, применительно к элементам конструкции лифта:

- тяговый шкив (КВШ) или блок: расчетная величина диаметра шкива (блока); форма ручья КВШ; материал шкива и его физические свойства; точность изготовления ручьев шкива; однородность структуры материала ручьев шкива;
- канат лифта: конструкция каната; количество и направление перегибов; материал проволоки и его физические свойства; затягивание каната под влиянием угла отклонения между продольной осью каната и радиальной плоскостью ручья обода;
- высота подъема кабины;

- спектр нагрузки: абсолютная величина сил натяжения в канатах лифтов; разница сил натяжения набегающей и сбегающей со шкива ветви каната; разница сил натяжения в отдельных ветвях каната лифта (в одном и том же месте);
- технические параметры приводного механизма и других узлов лифта: значение ускорения и торможения кабины; тяговая способность шкива; скорость канатов лифта; вибрация канатов лифта;
- прочие факторы: смазывание канатов, их хранение, обращение и монтаж; условия окружающей среды и техническое обслуживание.

Очевидно, что смазывание канатов лифта, их хранение, обращение и монтаж, а также ряд других факторов являются величинами, зависящими от квалификации обслуживающего персонала, наличия соответствующей материально-технической базы и др. и их влияние не может быть учтено на стадии проектирования.

Интенсивность износа КБС лифта определяется силами трения между канатом и ручьем КВШ, которые в свою очередь зависят от оптимальности взаимосвязанных геометрических, кинематических и силовых параметров, изменяющихся в процессе эксплуатации. Основными факторами, влияющими на ресурс канатно-блочной системы лифта, являются: величина удельного контактного давления в ручьях КВШ и величина пассажиропотока.

Расчет параметров КБС можно представить тремя этапами:

- определение нескольких вариантов числа лифтов, их грузоподъемности и скорости движения кабины исходя из конструктивных и функциональных особенностей здания, а также разных видов пассажиропотоков (рис.1);
- подбор параметров канатно-блочной системы для каждого из рассчитанных вариантов (рис.2);
- технико-экономический анализ получившихся сочетаний «лифтовая установка - КБС».

Этажность здания (конструктивная особенность) и заселенность этажа (функциональная особенность) определяются непосредственно для каждого конкретного здания (жилой дом, офис, торговый центр и др.). Класс здания определяет степень использования лифта во времени. Например, для жилых зданий характерна высокая заполняемость кабины и большое время ожидания лифта при вызове его на этаж. К

офисным зданиям такой принцип неприменим – здесь в первую очередь необходимо обеспечить высокую комфортность при пользовании лифтом: малое время ожидания при заполняемости кабины не выше 60%. При необходимости проектирования серийного лифта для типовых объектов возможно использование среднестатистических данных о заселенности этажей.

Если лифтовая система обеспечит критический пассажиропоток, то она обеспечит и любой другой пассажиропоток в любое время суток. Критический поток офисного здания (или любого другого производственного, административного, учебного) определяется утренним «часом пик», т.е. временем, когда количество пассажиров лифта, поступающих в лифтовый холл за единицу времени, максимально. Если максимальный пассажиропоток значителен (10-12 часов), то это сути не меняет. Если же пассажиропоток относительно постоянен в течение суток, задача существенно упрощается, так как лифтовая система призвана обеспечить именно этот постоянный по величине поток.

Количество и грузоподъемность лифтовой системы определяются исходя из условия ее достаточной пропускной способности:

$$\sum N_i \cdot q_i \left( \frac{T_i'}{T} + \frac{T_i''}{T} \right) \geq Q_{\max},$$

где:  $N_i$  - количество лифтов  $i$ -го типа;  $T_i'$  и  $T_i''$  - время кругового рейса лифта для различных высот подъема;  $T$  – максимальное время кругового рейса лифта;  $q_i$  - грузоподъемность лифта  $i$ -го типа;  $Q_{\max}$  - количество пассажиров, поступающих за единицу времени в течение «часа пик».

Время кругового рейса определяется по известной методике [7]. При наличии путевых регистраторов на лифтах, возможно накопление данных об использовании лифта во времени с последующей их статистической обработкой. Это позволит: упростить расчет параметров проектируемого объекта; настраивать работу лифтовой лебедки в зависимости от сезона и времени суток с целью экономии потребляемой электроэнергии; оценить число знакопеременных движений канатно-блочной системы за определенный промежуток времени, что можно использовать при определении путей повышения ее долговечности. Время кругового рейса можно также получить, используя имитационную модель лифта в виде компьютерной программы. Исходными дан-

ными в этом случае будут: параметры здания (количество и высота этажей, число сотрудников, работающих на каждом этаже), характеристики лифта (скорость движения кабины в номинальном режиме, ускорение при пуске и торможении, время закрытия и раскрытия дверей). Программа моделирует количество остановок, их состав и на выходе выдает среднее значение периода и среднее квадратичное отклонение при разном числе экспериментов.

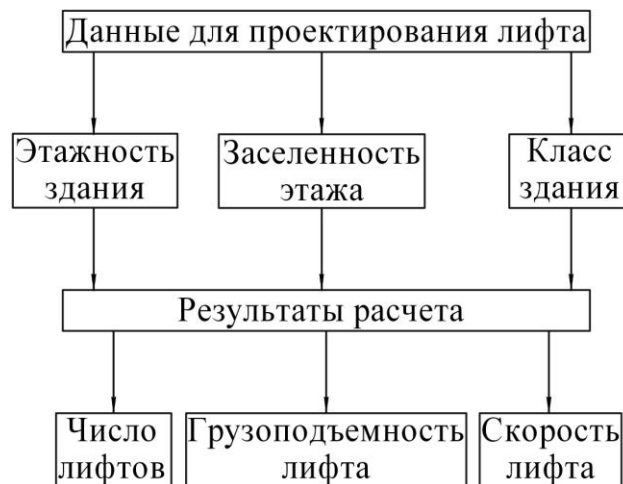


Рис. 1. Схема расчета основных параметров лифтовой установки

В результате расчета получают ряд вариантов, характеризующихся следующими параметрами: число лифтов, грузоподъемность и скорость каждого из лифтов. Например, для  $n$ -этажного здания могут использоваться  $N$  лифтов грузоподъемностью  $Q_1$  и скоростью  $V_1$ , или  $N$  лифтов грузоподъемностью  $Q_2$  и скоростью  $V_2$ , или  $N + 1$  лифтов грузоподъемностью  $Q_3$  и скоростью  $V_3$  и т.д.

Остальные параметры лифта, необходимые для расчета параметров КБС (масса кабины, масса противовеса и др.), определяются по известным закономерностям [7].

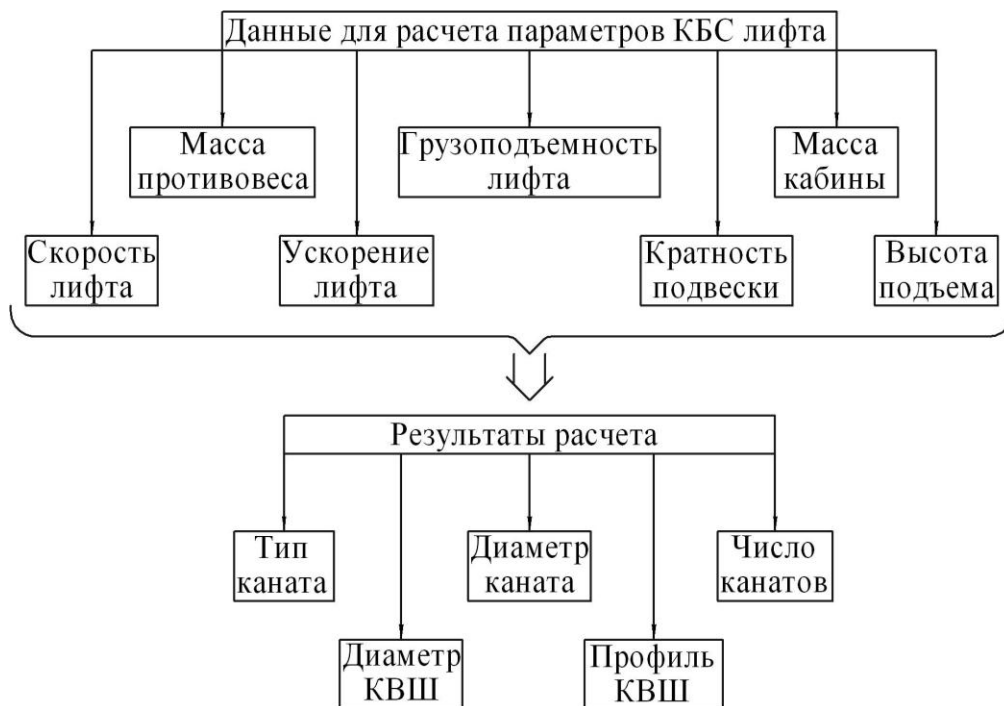


Рис. 2. Схема расчета параметров канатно-блочной системы лифта

Расчет параметров КБС лифта изложен в работе [9]. При этом в результате многовариантных расчетов определяются диаметр и тип тяговых канатов, их число, а также диаметр канатоведущего шкива и тип профиля его ручьев. Расчет проводится исходя из условия повышения долговечности КБС лифта. В результате для каждой из рассматриваемых лифтовых установок получается несколько вариантов соотношения параметров КБС.

Приближенно считается по [3, С.27-28], что выносливость каната при прочих равных условиях изменяется прямо пропорционально величине:

$$\left( \frac{D}{d} \cdot \frac{1}{\sigma_p} \right)^2,$$

где:  $D$  – диаметр КВШ;  $d$  – диаметр каната;  $\sigma_p$  - напряжение растяжения в канате.

Исходя из этого, величина среднего удельного давления может в значительной мере являться мерилем долговечности каната (при одинаковом материале и форме канавки). С другой стороны, из источника [1] известно, что при расчете тяговому канату с большим номинальным диаметром следует отдавать предпочтение с целью уменьшения контактного давления в ручьях КВШ и увеличения долговечности канатов и ручьев. В европейской практике иногда используются канаты на два типоразмера больше

расчетного. Это противоречит приведенной выше зависимости. Известно также, что форма ручья (канавки) КВШ оказывает непосредственное влияние на величину удельного контактного давления в ручье и коэффициент тяговой способности, поэтому этот фактор нельзя игнорировать при расчете.

Следует отметить, что расчет параметров КБС лифта строится, исходя из условия минимизации контактного давления между поверхностями канавок КВШ и канатом при одновременном обеспечении достаточности тяговой способности. Такой подход в ряде случаев может привести к избыточной долговечности КБС (выше нормативного срока эксплуатации, равного 25 лет).

### Список литературы:

1. Яновски Л. Проектирование механического оборудования лифтов. Третье издание:- М.: Монография. Издательство АСВ, 2005;
2. Витчук П.В., Анцев В.Ю., Сероштан В.И. Влияние величины диаметров каната и канатопроводящего шкива на значение контактного давления в ручье// Известия ТулГУ. Технические науки. Вып. 3. Тула: Изд-во ТулГУ, 2011 – С. 8-10;
3. Дукельский А. И. Подвесные канатные дороги и кабельные краны: учебник для машиностроительных вузов / А.И. Дукельский. - Изд. 4-е, перераб. И дополн. - М.; Л. : Машгиз, 1966;
4. Ермишкин В.Г. и др. Наладка лифтов.-М.: Стройиздат, 1990;
5. Житков Д.Г., Поспехов И.Т. «Стальные канаты для подъемно-транспортных машин» М. «Металлургиздат», 1953;
6. Колчин А.И., Стальные канаты, М., Машгиз, 1950;
7. Лифты. Учебник для вузов /под общей ред. Д.П.Волкова. - М.: изд-во АСВ, 1999;
8. Масленников К.М., Исследование и расчеты крановых металлоконструкций и канатов// Сборник статей, № 23, М., ВНИИПТМАШ. Исследование узлов и деталей ПТМ, вып.7(29), М.,1962;
9. Витчук П.В. Обобщенная методика расчета канатно-блочной системы лифта// Лифт. - 2011. - №2. – С. 19-23;
10. Витчук П.В., Сероштан В.И. Тяговые возможности канатопроводящих шкивов// Лифт. - 2010. - №10. – С. 37-41.

## Longevity of block and tackle elevator system

77-30569/234034

# 11, November 2011

authors: Vitchuk P.V., Abramov D.Yu.

Bauman Moscow State Technical University

[zzzVentor@ya.ru](mailto:zzzVentor@ya.ru)

[deni91-91@mail.ru](mailto:deni91-91@mail.ru)

The article considers reasons of failures of the block and tackle elevator system and factors which influence its longevity. The authors review the procedure of parameter determination of the block and tackle elevator system by analyzing the results of multivariant calculations. The authors give recommendations regarding processing of the data obtained during the calculation. They justify the choice of the contact pressure value as the standard of longevity of the block and tackle elevator system. The authors examine the contact pressure calculation in the stream which differs from the traditional one by separate examination of the diameters of the rope-guiding pulley and rope, and also of the profile of the stream of the rope-guiding pulley.

**Publications with keywords:** [elevator](#), [cable sheave](#), [durability](#), [multiple calculations](#), [analyses](#)

**Publications with words:** [elevator](#), [cable sheave](#), [durability](#), [multiple calculations](#), [analyses](#)

### Reference

1. Ianovski L., Designing of mechanical equipment elevators, Moscow,, Izdatel'stvo ASV, 2005.
2. Vitchuk P.V., Antsev V.Iu., Izvestiia TulGU. Tekhnicheskie nauki 3 (2011) 8-10.
3. Dukel'skii A. I., Suspended cableways and cable cranes, Moscow – Leningrad, Mashgiz, 1966.
4. Ermishkin V.G., et al., Adjustment of lifts, Moscow, Stroizdat, 1990.
5. Zhitkov D.G., Pospikhov I.T., Steel ropes for lifting-transport machines, Moscow, Metallurgizdat, 1953.
6. Kolchin A.I., Steel ropes, Moscow, Mashgiz, 1950.
7. In: D.P.Volkov (Ed.), Lifts, Moscow, Izd-vo ASV, 1999.
8. Maslennikov K.M., Collection of articles 23, Is. 7(29), Moscow, VNIPTMASH, 1962.
9. Vitchuk P.V., Lift 2 (2011) 19-23.
10. Vitchuk P.V., Seroshtan V.I., Lift 10 (2010) 37-41.