

УДК 629. 114.2

В. А. Судакова, М. Г. Гуков

ЛОВИТЕЛИ ДВУХСТОРОННЕГО ДЕЙСТВИЯ ПЛАВНОГО ТОРМОЖЕНИЯ КАК ОДНО ИЗ НАПРАВЛЕНИЙ ПОВЫШЕНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ И КОМФОРТНОСТИ ПАССАЖИРСКИХ ЛИФТОВ

UDC 629. 114.2

V. A. Sudakova, M. G. Gukov

BY-DIRECTIONAL SMOOTHLY BRAKING SAFETY CATCHES AS ONE OF THE WAYS OF INCREASING SAFETY AND COMFORT OF PASSENGER ELEVATORS

Аннотация

Проанализировано состояние в области безопасности лифтов, выпускаемых ОАО «Могилевлифтмаш», их соответствие европейским нормам. Описан разработанный отечественный ловитель двухстороннего действия плавного торможения, приведены результаты испытаний ловителей, изготовленных из различных материалов, при различных нагрузках. Даны технические характеристики разработанного ловителя.

Ключевые слова:

лифт, кабина, канат, ловитель, тормозная колодка, ограничитель скорости, замедление, испытания.

Abstract

The article provides an analysis of safety of elevators manufactured by JSC Mogilevliftmash and their compliance with the European standards. The developed domestic by-directional safety catch device ensuring smooth braking is described, and the results of tests of safety catch mechanisms made of various materials and under different loads are given. The technical characteristics of the developed safety catch device are given.

Keywords:

elevator, cabin, rope, safety catch device, brake shoe, speed limiter, deceleration, testing.

Введение

Безопасность пассажирского лифта заключается в предотвращении падения кабины при обрыве каната, возрастания скорости подъема кабины выше допустимой из-за неуравновешенной массы канатов лифтов высотных домов при изношенных ручьях шкива лебедки; в исключении хода лифта с открытыми дверями, неточного позиционирования кабины относительно лестничной площадки; в обеспечении быстрой эвакуации людей при аварии и т. д.

Устройства, обеспечивающие без-

опасность лифтов в той или иной аварийной ситуации, требуют обязательной сертификации. Кабина лифта всегда оборудуется таким устройством безопасности, как ловитель, требования к которому в последнее время всё ужесточаются. Например, последнее веяние – это использование ловителей двухстороннего действия, смысл работы которых заключается в срабатывании не только в случае движения кабины вниз, но и вверх (по EN 81-20:2014). В настоящее же время лифты завода «Могилевлифтмаш» такими ловителями не оснащаются. Поэтому для обеспечения



конкурентоспособности продукции необходимо привести ее к требованиям европейских стандартов.

Обзор конструкций лифтовых ловителей

Ловители лифтов конструктивно состоят из следующих основных узлов:

- механический ограничитель скорости;
- ловитель, расположенный на кабине лифта;
- канат, связывающий ограничитель с ловителем.

По характеру действия различают следующие типы ловителей:

- резкого торможения;
- плавного торможения;
- комбинированные.

Ловители резкого торможения обеспечивают быструю остановку кабины за доли секунды на весьма малых участках тормозного пути, поскольку торможение происходит за счет работы сил трения и сил сопротивления пластической деформации поверхности направляющей. Они применяются в лифтах со скоростью движения кабины до 1 м/с. В этих ловителях отсутствует упругий элемент, ограничивающий силу нормального давления на тормозную колодку. Замедление при их использовании достигает больших значений (10...25 м/с²).

Самые распространенные в советское время, которые действуют и по сегодняшний день на постсоветском пространстве, были клиновые ловители резкого торможения. Типовая конструкция такого ловителя представлена на рис. 1.

Ловитель работает синхронно с ограничителем скорости. При увеличении скорости спуска кабины последний активируется (вращение шкива ограничителя остановлено), трос натягивается и приводит в действие рычажную систему ловителя на кабине лифта, пре-

одолевая силу упругости пружины. Через рычажный механизм клинья задвигаются между вертикальными направляющими лифта и колодками, скорость движения кабины снижается за счет увеличения сил трения тормозных колодок, полностью фиксируя кабину по отношению к направляющей. Поскольку сила трения тормозных колодок не ограничивается, то происходит резкое торможение кабины лифта.

Ловители плавного торможения обеспечивают плавное замедление кабины за счет работы сил трения гладких (или с поперечной насечкой) тормозных колодок при ограничении силы нормального давления ввиду наличия упругого элемента.

Комбинированные ловители представляют собой ловители резкого торможения, взаимодействующие с кабиной через амортизирующее устройство. При использовании комбинированных ловителей замедление кабины лифта должно быть не выше 9,81 м/с². Эти ловители допускается применять в лифтах со скоростью кабины не более 1 м/с.

В зависимости от принципа действия ловители бывают:

- клиновые (рис. 1, а);
- эксцентриковые (рис. 1, б);
- роликовые (рис. 1, в).

По направлению действия ловители делятся на односторонние (однаправленные) и двухсторонние (двухнаправленные).

Лифты со скоростью движения 1 м/с и более, а также больничные лифты независимо от скорости движения оборудуются ловителями плавного торможения. Максимальная величина замедления при посадке кабины на ловители не должна превышать 25 м/с². Допускается превышение этой величины только в том случае, если время действия данного превышения не более 0,04 с.

В ловителях двухстороннего (двухнаправленного) действия используется такой же принцип работы. Они имеют



возможность срабатывания в случае неконтролируемого движения кабины лифта вверх, позволяя кабине замедлиться и полностью остановиться.

Рассмотрим некоторые двухсторонние лифтовые ловители иностранных производителей, наиболее известных и популярных на территории СНГ.

Производитель Dynatech.

Латвийская компания Dynatech является одним из лидеров в производстве лифтовых компонентов безопасности. На мировом рынке в области ловителей двухстороннего действия плавного торможения компания представлена ловителем ASG-100 UD (рис. 2).

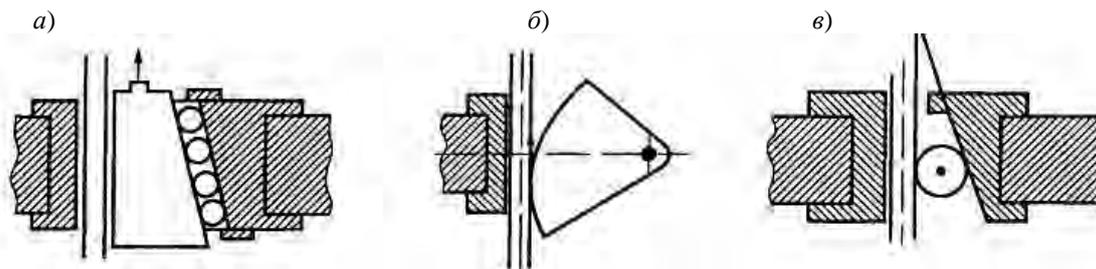


Рис. 1. Схемы улавливающих устройств: а – клиновые; б – эксцентриковые; в – роликовые



Рис. 2. Ловитель ASG-100 UD

Производитель Gervall.

Gervall – это завод высококачественных лифтовых компонентов в Испании, объединяющий две производственные площадки – Gervall в Барселоне, которая изготавливает ловители, ограничители скорости, электромеханические замки и другие компоненты, производимые под брендами Gervall и Aljo, а также MEV в Валенсии, изготавливающие лифтовые лебёдки, станции управления и механизмы открывания дверей. Компания производит лифтовые компоненты с 1920 г. и поставля-

ет их на ведущие заводы в мире – Kone, Otis, Hidral, Sodimas, MacPuarsa, Wittur и др., а также на ряд ведущих заводов на территории СНГ, где представлена модель M247 (рис. 3).

Производитель Cobianchi Lifteile AG.

Cobianchi Lifteile AG – швейцарская компания, специализирующаяся на производстве тормозных устройств безопасности и лифтовых компонентов. На рис. 4 изображена модель PC 24GA.

Из представленных образцов зарубежных ловителей двухстороннего действия плавного торможения одни явля-



ются ловителями роликового, другие – кулачкового типа. Такое исполнение ловителей обусловлено тем, что они меньше по габаритам в сравнении с клино-

выми, легко настраиваются, меньше подвергают износу направляющую лифта, а также просты в производстве.



Рис. 3. Ловитель M247

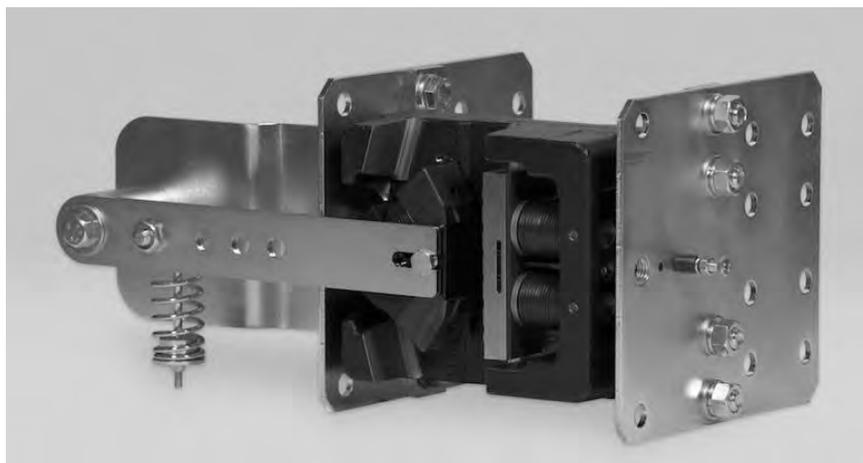


Рис. 4. Ловитель PC 24GA

***Предлагаемый ловитель
двухстороннего действия плавного
торможения***

Собственная разработка лифтового ловителя плавного торможения двухстороннего действия завода «Могилевлифтмаш» представлена на рис. 5.

Ловитель кабины лифта двухстороннего действия содержит корпус 1, реактивную колодку 2 с рабочей поверх-

ностью 3, установленную в корпусе 1 посредством упругого элемента 4. Зажимные ролики 5а и 5б установлены в основании 6 с криволинейными направляющими 7. Каждая криволинейная направляющая 7 снабжена пазом и имеет неактивную А и рабочую Б зоны. При этом верхняя криволинейная направляющая 7 имеет меньшую протяженность по сравнению с нижней. Каждый из роликов 5а и 5б имеет рифленую поверх-



ность 8 и гладкие поверхности 9 (рис. 6). С целью предотвращения самопроизвольного срабатывания и для возврата в исходное состояние ролики 5а и 5б связаны с корпусом 1 посредством вин-

товых пружин 10. Ловитель кабины лифта двухстороннего действия перемещается вдоль направляющей лифта 11 и для приведения его в действие используется рычаг 12.

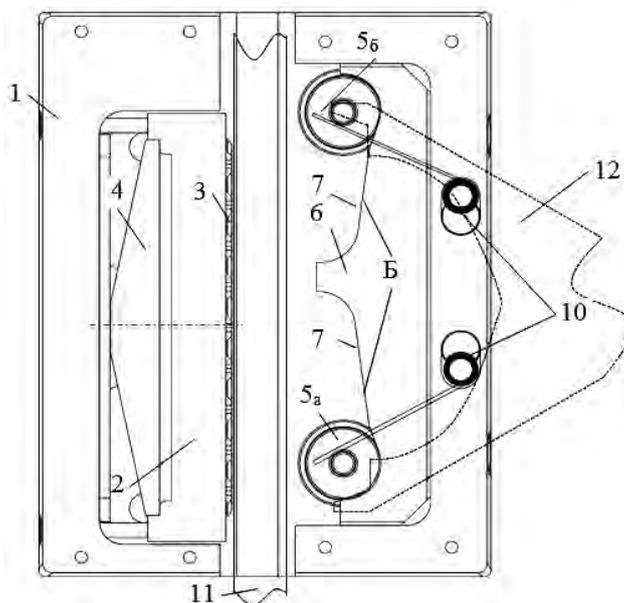


Рис. 5. Ловитель кабины лифта двухстороннего действия плавного торможения

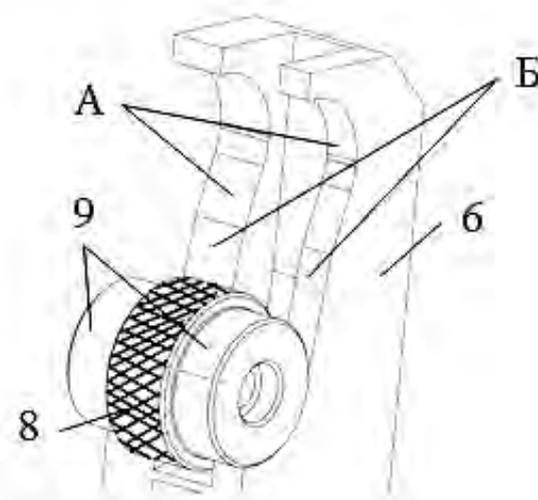


Рис. 6. Элемент основания с роликом

При аварийном движении лифта вниз срабатывает механизм включения ловителей (ограничитель скорости), рычаг 12 перемещает ролик 5а вверх, переводя его из неактивной зоны А в рабочую зону Б криволинейных направ-

ляющих 7 до соприкосновения с направляющей лифта 11. Вследствие фрикционного взаимодействия и различия коэффициентов трения (рифленая поверхность 8 и гладкие поверхности 9) происходит самозатягивание ролика по



криволинейным направляющим 7 основания 6. По мере затягивания зажимного ролика 5а деформируется плоская пружина 4 и, как следствие, создается нормальное усилие прижатия реактивной колодки 2 и зажимного ролика 5а к направляющей лифта 11, что приводит к возникновению силы торможения. Величина тормозного усилия зависит от коэффициента трения рабочей поверхности 3 по направляющей лифта 11, гладких поверхностей 9 ролика 5а и криволинейных направляющих 7 основания 6. Перемещение ролика 5а происходит по криволинейной направляющей 7 большей протяженности и в конечной точке усилие прижатия приходится в центральную часть реактивной колодки 2.

Ввиду различной величины улавливаемой массы при движении вверх изменение прижимного усилия рабочей поверхности 3 к направляющей лифта 11 достигается несимметричной геометрией криволинейных направляющих 7, при которой в конечной точке усилие прижатия смещено по отношению к центру тормозной колодки 2. Появление перекоса при эксцентричном приложении усилия обеспечивает оптимальное соотношение тормозных усилий в зависимости от направления движения.

Снятие с ловителей осуществляется перемещением кабины лифта в направлении, противоположном срабатыванию ловителя. При этом усилие, необходимое для снятия кабины с данного ловителя, существенно ниже, чем с клинового ловителя, из-за наличия тел качения, т. е. роликов 5а и 5б.

Расчет ловителей до сих пор вызывает определенные сложности. Это связано в первую очередь с тем, что ловитель контактирует с направляющей лифта, по которой движется кабина. Для минимизации износа направляющих их смазывают, но с течением времени смазка ухудшается, изменяя коэффициент трения тормозных колодок с

направляющей. Ловители же должны надежно работать во всем диапазоне изменения коэффициента трения.

Анализ отечественных и зарубежных методик расчета ловителей и направляющих показывает недостаточность знания о процессе взаимодействия рабочих поверхностей ловителя с направляющей. Результаты расчета даже в рамках одной методики могут существенно отличаться в зависимости от выбранных допущений и коэффициентов трения и в несколько раз при использовании разных методик. В достаточной мере проработанными являются лишь две методики расчета геометрических параметров клиновых ловителей. Первая базируется на экспериментальных данных, накопленных в большом количестве в научно-исследовательских центрах СССР, в первую очередь, ВНИИПТМАШ. Вторая (аналитическая) разработана в МГСУ (МИСИ) на основе изучения следов пластической деформации рабочей поверхности направляющей тормозной колодкой ловителя [1]. Существенными недостатками обеих методик являются неучет условий смазывания и ограниченная применимость для ловителей и направляющих, изготовленных из иных материалов и имеющих конструктивное отличие от исследованных. Последний факт особенно важен в современных условиях, когда разрабатывается большое число материалов, имеющих лучшие физико-механические свойства по сравнению с используемыми ранее, а также новые методы взаимодействия тормозящих элементов ловителя с направляющей.

Поэтому очевидна необходимость проведения значительного числа экспериментальных исследований работы ловителей, направленных на подтверждение их работоспособности при использовании новых материалов и основанных на новых принципах работы.

Испытания по проверке улавливания свободно падающей массы роликовыми ловителями плавного торможения



проводились в испытательном центре ОАО «Могилевлифтмаш» на стенде для испытаний лифтовых ловителей на

надежность (рис. 7).

Результаты испытаний представлены в табл. 1.



Рис. 7. Стенд для испытаний лифтовых ловителей ОАО «Могилевлифтмаш»

Табл. 1. Результаты испытаний

Бросок	Улавливание свободно падающей массы	Скорость срабатывания ловителей, м/с	Максимальное ускорение, превышающее 25 м/с ² на временном интервале в 0,04 с	Среднее значение величины замедления, м/с ²
Ловители 1 и 2 (колодка–ВЧ80–закалка; ролик–9ХС–закалка; основание–сталь 40Х–азотирование (без улучшения). Улавливаемая масса 1000 кг				
Первый	Есть	1,8	Отсутствуют	5,5
Второй	Есть	1,97		4,8
Третий	Есть	2,19		5,1
Ловители 3 и 4 (колодка–ВЧ80–закалка; ролик–ВЧ80–нормализация; основание–сталь 18ХГТ–цементация (52 HRC). Улавливаемая масса 1000 кг				
Первый	Есть	1,76	Отсутствуют	12,2
Второй	Есть	2,13		12,5
Третий	Есть	2,09		12,3
Ловители 5 и 6 (колодка–ВЧ80–закалка; ролик–ВЧ80–нормализация; основание–сталь 18ХГТ–цементация (52 HRC). Улавливаемая масса 1300 кг				
Первый	Есть	2,46	Отсутствуют	5,1
Второй	Есть	2,1		7,1
Третий	Есть	1,93		5,7
Ловители 7 и 8 (колодка–ВЧ80–закалка; ролик–сталь 18ХГ–цементация; основание–сталь 18ХГТ–цементация (52 HRC). Улавливаемая масса 1000 кг				
Первый	Есть	2,04	Отсутствуют	4,8
Второй	Есть	1,84		7,0
Третий	Есть	1,75		6,79

На основании полученных данных, а также анализа сложности производства узлов из различных материалов были приняты следующие материалы для узлов:

- колодка–ВЧ80–закалка;
- ролик–ВЧ80–закалка;
- основание–сталь 40Х–азотирование.

Для подтверждения расчётной части, а также заявленных данных были проведены испытания в соответствии с ГОСТ Р 53781–2010 (EN 81-1:1998, EN 81-2:1998) *Лифты. Правила и методы исследований (испытаний) и измерений при сертификации лифтов. Правила отбора образцов.* Результаты испытаний сведены в табл. 2.

Табл. 2. Результаты испытаний ловителя плавного торможения

Наименование характеристик, определенных при испытаниях	Наименование нормативной и технической документации	Результирующее значение по образцу № 4 (улавливаемая масса 2100 кг)
1. Общая высота падения, м: первый бросок второй бросок третий бросок	ГОСТ Р 53781–2010 В.2.3.3.1	0,72 0,65 0,68
2. Средняя длина тормозного пути на направляющих, м	ГОСТ Р 53781–2010 В.2.3.3.1	0,38
3. Средняя величина проскальзывания каната ограничителя скорости, мм	ГОСТ Р 53781–2010 В.2.3.3.1	48
4. Суммарное перемещение упругих элементов, мм	ГОСТ Р 53781–2010 В.2.3.3.1	1,7
5. Максимальное мгновенное значение усилия торможения, Н	ГОСТ Р 53781–2010 В.2.3.4	36307
6. Минимальное мгновенное значение усилия торможения, Н	ГОСТ Р 53781–2010 В.2.3.4	35451
7. Среднее значение усилия торможения, Н	ГОСТ Р 53781–2010 В.2.3.4	35879
8. Улавливание свободно падающей массы, равной полной загрузке кабины	ГОСТ Р 53781–2010 В.2.3.3.1.1	Требование выполняется
9. Трещины, деформации или износ схватывающих элементов, наличие задиров на направляющих поверхностях	ГОСТ Р 53781–2010 В.2.3.5	Требование выполняется
10. Допустимая улавливаемая масса, кг	ГОСТ Р 53781–2010 В.2.3.6.1	2242,4
11. Твердость рабочей поверхности ловителей: до испытаний после испытаний	ГОСТ Р 53781–2010 В.2.3.5	58 HRC 58 HRC

После завершения испытаний поломок в конструкции ловителей не обнаружено. Следовательно, основываясь на приведенных данных, ловитель двухстороннего действия производства ОАО «Могилевлифтмаш» обладает высокими характеристиками стабильности

в работе, изготовлен с износостойкими рабочими поверхностями, а также соответствует всем нормам безопасности нашего времени.

Разработанный ловитель имеет технические характеристики, сведённые в табл. 3.



Табл. 3. Характеристика ловителя двухстороннего действия производства ОАО «Могилевлифтмаш»

Характеристика	Значение
Исполнение ловителя	Двухстороннего действия
Диапазон улавливаемых масс, кг	От 560 до 2200
Максимальная скорость срабатывания, м/с	2,62
Тип направляющей	Тавровая
Толщина головки направляющей, мм	14 или 16
Состояние поверхности направляющей	Тянутая или фрезерованная

Выводы

Предлагаемая конструкция ловителя двухстороннего действия хорошо показала себя как в теоретической части его проектирования, так и в экспериментальной. В ходе исследований было выявлено наилучшее сочетание материалов поверхностей ловителя, обеспечивающее наилучшие характеристики и технологичность изготовления.

К плюсам данного ловителя можно также отнести следующее:

- предложенная конструкция легко устанавливается в различных конструкциях лифтовых кабин;
- ловитель имеет низкий износ направляющей при срабатывании ловителей из-за широких зажимных роликов;
- конструкция ловителей обеспечивает простоту снятия кабины с ловителей после срабатывания;

– в сочетании с валом синхронизации обеспечивается безупречная синхронность работы ловителей;

– модельный ряд позволяет удовлетворить потребность производства почти всех типов пассажирских лифтов, на данный момент изготавливаемых в странах Таможенного союза;

– ловитель прошёл натурные испытания в испытательном центре ОАО «Могилевлифтмаш» на стенде для проведения испытаний на надежность лифтовых ловителей.

Таким образом, пройдя все сертификационные этапы на соответствие международным стандартам, данный ловитель будет на равных конкурировать с иностранными производителями, представленными на территории стран Таможенного союза.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Лифты: учебник для вузов / Под общ. ред. Д. П. Волкова. – Москва: АСВ, 1999. – 480 с.

Статья сдана в редакцию 20 сентября 2019 года

Вероника Александровна Судакова, канд. техн. наук, доц., Белорусско-Российский университет.
Максим Геннадьевич Гуков, магистр, инженер-конструктор, ОГК НТЦ ОАО «Могилевлифтмаш».

Veronika Aleksandrovna Sudakova, PhD (Engineering), Associate Prof., Belarusian-Russian University.
Maksim Gennadyevich Gukov, MSc student, design engineer, JSC Mogilevliftmash.

