

<https://doi.org/10.21122/2227-1031-2023-22-6-460-469>

УДК 621.876.11, 629.114.2

Современные средства обеспечения безопасности во время движения кабины лифта вверх и при ее остановке в этажной площадке

Магистр техн. наук А. В. Куцепенко¹⁾, канд. техн. наук, доц. А. И. Антоневиц²⁾,
инж. Д. В. Непша¹⁾

¹⁾ОАО «Могилевлифтмаш» (Могилев, Республика Беларусь),

²⁾Белорусский национальный технический университет (Минск, Республика Беларусь)

© Белорусский национальный технический университет, 2023
Belarusian National Technical University, 2023

Реферат. Лифты относятся к потенциально опасным объектам и, несмотря на достаточно высокую безопасность современных лифтов, которая регламентируется правилами по промышленной безопасности, ГОСТами и инструкциями завода-изготовителя, требования к лифтам постоянно ужесточаются. Согласно п. 5.6.1.1 (б) и п. 5.6.6 ГОСТ 33984.1–2016, необходимо предотвращать превышение скорости при перемещении кабины в обоих направлениях (и вверх и вниз). Для выполнения этого требования лифты могут оснащаться двумя ограничителями скорости одностороннего действия, один из которых приводит в действие ловители одностороннего действия, размещенные на кабине, а второй – на противовесе лифта. Однако такое решение ведет к дублированию системы безопасности (помимо двух ограничителей скорости и ловителей, дополнительно требуются два натяжных устройства, два каната ограничителя скорости и двойное количество конечных выключателей). Это может быть оправдано только в случаях, когда под приямком лифтовой шахты находятся используемые помещения, например подземная парковка. В данной статье рассмотрены устройства безопасности лифта, соответствующие новым требованиям современных отечественных и зарубежных стандартов (EN 81–20:2014): ловители и ограничители скорости двухстороннего действия, система предотвращения непреднамеренного движения кабины (противовеса). Ловители и ограничитель скорости представляют собой взаимосвязанные устройства, которые предотвращают падение кабины (противовеса) в случае обрыва или при ослаблении несущих канатов, а также останавливают кабину (противовес) при недопустимом превышении скорости. Однако, как показала практика, возможны случаи неконтролируемых движений лифта вверх и во время стоянки лифта с открытыми дверями. Это приводит к авариям и травматизму пассажиров. Предложенные конструкции ограничителя и ловителя позволяют этого избежать. Даны рекомендации по модернизации старых лифтов и, как следствие, повышению их уровня безопасности.

Ключевые слова: узел безопасности, ловитель плавного торможения двухстороннего действия, ограничитель скорости двухстороннего действия, система предотвращения непреднамеренного движения кабины (противовеса), устройство стопорное, повторное выравнивание кабины

Для цитирования: Куцепенко, А. В. Современные средства обеспечения безопасности во время движения кабины лифта вверх и при ее остановке в этажной площадке / А. В. Куцепенко, А. И. Антоневиц, Д. В. Непша // *Наука и техника*. 2023. Т. 22, № 6. С. 460–469. <https://doi.org/10.21122/2227-1031-2023-22-6-460-469>

Modern Means of Ensuring Safety During the Upward Movement of the Elevator Car and When it Stops in the Floor Area

A. V. Kutsepolenko¹⁾, A. I. Antonevich²⁾, D. V. Nepsha¹⁾

¹⁾OJSC “Mogilevliftmash” (Mogilev, Republic of Belarus),

²⁾Belarusian National Technical University (Minsk, Republic of Belarus)

Abstract. Elevators are potentially dangerous objects and, despite the fairly high safety of modern elevators, which is regulated by industrial safety rules, State Standards and manufacturer’s instructions, the requirements for elevators are constantly

Адрес для переписки

Куцепенко Александр Владимирович
ОАО «Могилевлифтмаш»
пр. Мира, 42,
212798, г. Могилев, Республика Беларусь
Тел.: +375 22 263-35-08
bn_ntc@liftmach.by

Address for correspondence

Kutsepolenko Alexander V.
OJSC “Mogilevliftmash”
42, Mira Ave.,
212798, Mogilev, Republic of Belarus
Тел.: +375 22 263-35-08
bn_ntc@liftmach.by

becoming more stringent. According to clause 5.6.1.1 (b) and clause 5.6.6 of GOST [All-Union State Standard] 33984.1–2016, it is required to prevent overspeeding when moving the cabin in both directions (up and down). To meet this requirement, elevators can be equipped with two single-acting speed limiters, one of which activates single-acting safety devices located on the car, and the second on the elevator counterweight. However, this solution leads to duplication of the safety system (in addition to two speed limiters and safety catches, two tensioners, two speed limiter ropes and a double number of limit switches are additionally required). This can only be justified in cases where there are used premises under the pit of the elevator shaft, for example an underground parking lot. This paper discusses elevator safety devices that meet the new requirements of modern domestic and foreign standards (EN 81–20:2014): double-acting safety devices and speed limiters, a system for preventing unintentional movement of the car (counterweight). Catchers and a speed limiter are interconnected devices that prevent the cabin (counterweight) from falling in the event of a break or when the supporting ropes are weakened, and also stop the cabin (counterweight) if the speed is unacceptable. However, as practice has shown, cases of uncontrolled upward movements of the elevator and while the elevator is parked with open doors are possible. This leads to accidents and injuries to passengers. The proposed designs of the limiter and catcher allow this to be avoided. Recommendations are proposed for modernizing old elevators, and, as a result, increasing their level of safety.

Keywords: safety node, double-acting soft-brake catcher, double-acting speed limiter, system to prevent unintentional movement of the car (counterweight), locking device, re-leveling the car

For citation: Kutsepoleko A. V., Antonevich A. I., Nepsha D. V. (2023) Modern Means of Ensuring Safety During the Upward Movement of the Elevator Car and When it Stops in the Floor Area. *Science and Technique*. 22 (6), 460–469. <https://doi.org/10.21122/2227-1031-2023-22-6-460-469> (in Russian)

Введение

Лифты – важная часть инфраструктуры городов и зданий, они играют важную роль в повседневной жизни тысяч людей, и их значение в будущей урбанизации будет только возрастать. При этом главным вопросом является обеспечение надежной работы лифтов и максимальной безопасности пассажиров. Причем требования, предъявляемые к уровню безопасности лифтов, постоянно повышаются, что находит отражение в новых стандартах.

Основная часть

Требования к лифтовому оборудованию, касающиеся безопасности пассажиров, формировались на основе опасностей – либо с высокой вероятностью возникновения, либо с высокой категорией тяжести возникающих последствий [1–2]. По мере обеспечения защиты от указанных опасностей, а также на основе анализа статистики несчастных случаев проводится оценка рисков, на основе которой принимаются решения о необходимости обеспечивать безопасность пассажиров и от менее вероятных отказов лифтового оборудования и от отказов, не приводящих к тяжелым последствиям. В результате, требования к лифтовому оборудованию и к узлам безопасности лифта постоянно возрастают.

Примером все возрастающих требований к лифтовому оборудованию в области безопасности могут служить новые пункты, касающиеся ограничителя скорости лифта, которые появились при замене ГОСТ Р 53780–2010

на ГОСТ 33984.1–2016. При этом, несмотря на то что лифты, сертифицированные ранее на соответствие ГОСТ Р 53780–2010, могут и сегодня производиться и эксплуатироваться, однако вновь разрабатываемые лифты должны быть сертифицированы на соответствие ГОСТ 33984.1–2016.

Так, согласно п. 5.4.7.1 ГОСТ Р 53780–2010, улавливание и удержание кабины лифта при аварийном превышении ею скорости перемещения требовались только при движении вниз. Поэтому было достаточно использовать ограничители скорости и ловители только одностороннего действия.

Согласно п. 5.6.1.1 (б) и 5.6.6 ГОСТ 33984.1–2016, необходимо предотвращать превышение скорости при перемещении кабины в обоих направлениях (и вверх и вниз). Аналогичные требования появились и в современных зарубежных стандартах (EN 81–20:2014). Для выполнения этого требования лифты могут оснащаться двумя ограничителями скорости одностороннего действия, один из которых приводит в действие ловители одностороннего действия, размещенные на кабине, а второй – на противовесе лифта. Однако такое решение ведет к дублированию системы безопасности (помимо двух ограничителей скорости и ловителей, дополнительно требуются два натяжных устройства, два каната ограничителя скорости и двойное количество концевых выключателей). Это может быть оправдано только в случаях, когда под приямком лифтовой шахты находятся используемые помещения, например подземная парковка. В остальных

случаях экономически целесообразнее оснащать лифт ограничителем скорости двухстороннего действия и соответственно ловителем двухстороннего действия. При этом так как в большинстве случаев они используются комплектно, т. е. на каждую направляющую по ловителю, в соответствии с требованиями ГОСТ 33984.1–2016 ловители должны быть плавного торможения.

Для выполнения вышеуказанных требований новых стандартов на ОАО «Могилевлифтмаш» разработаны двухсторонние маятниковый ограничитель скорости [3] и роликовый ловитель [4–5] плавного торможения.

Маятниковый ограничитель скорости двухстороннего действия производства ОАО «Могилевлифтмаш» [6] имеет классическую конструкцию с верхним расположением коромысла, которая подробно описана в справочниках и учебнике [7].

Ограничитель работает следующим образом (рис. 1). При перемещении кабины лифта канат ограничителя скорости вращает охватываемый им шкив и связанные с ним кулачок с криволинейной фасонной поверхностью, ступицу с зубьями и перфорированный диск. При этом направление вращения шкива зависит от направления перемещения кабины лифта.

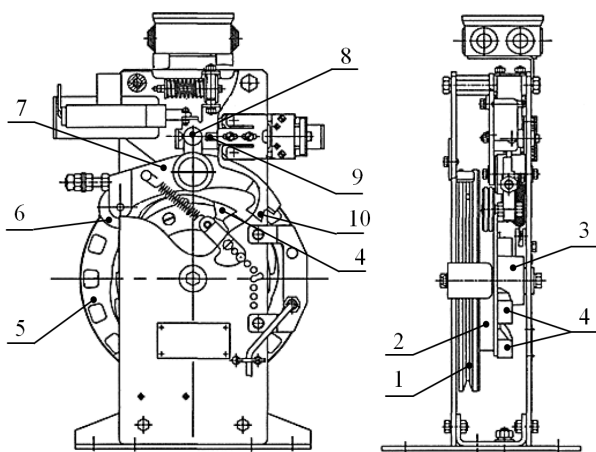


Рис. 1. Двухсторонний ограничитель скорости маятникового типа производства ОАО «Могилевлифтмаш»:

- 1 – шкив; 2 – кулачок с криволинейной фасонной поверхностью; 3 – ступица; 4 – зубья на ступице;
- 5 – диск перфорированный; 6 – ролик; 7 – коромысло;
- 8 – выступ, 9 – выключатель, 10 – зацеп коромысла

Fig. 1. Double-sided pendulum-type speed limiter manufactured by OJSC “Mogilevliftmash”:

- 1 – pulley; 2 – cam with curved shaped surface;
- 3 – hub; 4 – teeth on the hub; 5 – perforated disk; 6 – roller;
- 7 – rocker; 8 – clutch, 9 – switch, 10 – rocker hook

В нормальном режиме работы ограничителя скорости, когда скорость перемещения кабины не превышает допустимую, ролик коромысла обкатывается по криволинейной фасонной поверхности кулачка, сохраняя с ней контакт. Коромысло совершает колебания, однако его выступ не контактирует с выключателем, а зацеп коромысла не контактирует с зубьями ступицы.

При достижении скорости срабатывания ограничителя скорости ролик отрывается от поверхности кулачка и выступ коромысла воздействует на выключатель, а зацеп коромысла сцепляется с одним из зубьев ступицы. Таким образом блокируется вращение шкива. Так как кабина продолжает перемещаться и тянет канат ограничителя скорости, между ним и охватываемым им шкивом ограничителя скорости возникает сила трения, а в канате возникает растягивающее усилие, с которым канат воздействует на механизм включения ловителей. Усилие натяжения каната растет до тех пор, пока канат не начнет проскальзывать относительно шкива. Усилие натяжения каната, при котором он начал проскальзывать относительно невращающегося шкива ограничителя скорости, называют усилием протягивания. Величина усилия протягивания должна быть достаточной для включения ловителей (п. 5.6.2.2 (а) ГОСТ 33984.1–2016).

Общий вид двухстороннего роликового ловителя [4–5] плавного торможения производства ОАО «Могилевлифтмаш» представлен на рис. 2.

При срабатывании ограничителя скорости происходит включение ловителя. Ловитель работает следующим образом.

В зависимости от направления перемещения кабины механизм включения ловителя будет перемещать в рабочее положение один из роликов, воздействуя на установленную на него ось. Необходимое усилие торможения создается за счет пружины, которая создает соответствующее усилие поджатия тормозной колодки к направляющей и ролика к основанию. Тормозная колодка поджимается к пружине винтами. Требуемое усилие поджатия создается за счет соответствующего исполнения пружины и регулировочных прокладок. Направляющая пластина предотвращает роли-

ки от выпадения из корпуса, а пластина с табличкой-пломбой служит для опломбирования ловителя.

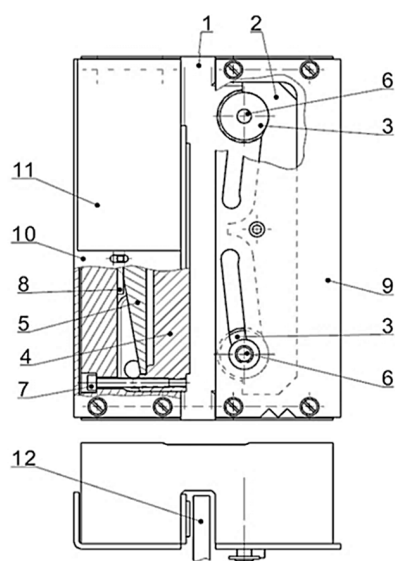


Рис. 2. Общий вид ловителя плавного торможения двухстороннего действия производства ОАО «Могилевлифтмаш»: 1 – корпус; 2 – основание; 3 – ролики; 4 – тормозная колодка; 5 – пружина; 6 – оси; 7 – винты; 8 – регулировочные прокладки; 9 – направляющая пластина; 10 – пластина; 11 – табличка-пломба; 12 – направляющая лифта

Fig. 2. General view of a double-acting smooth braking catcher manufactured by OJSC “Mogilevliftmash”:

- 1 – body; 2 – base; 3 – rollers; 4 – brake shoe; 5 – spring;
- 6 – axes; 7 – screws; 8 – adjust shims;
- 9 – guide plate; 10 – plate; 11 – seal plate;
- 12 – elevator guide

Следует помнить, что лифт является объектом повышенной опасности не только во время перемещения кабины, но даже в момент остановки в этажной площадке, когда происходит посадка пассажиров в кабину или их выход из нее. Соответственно безопасность пассажиров должна быть обеспечена на всех этапах поль-

зования лифтом. Например, согласно требованиям п. 5.6.1.1 (с) и 5.6.7 ГОСТ 33984.1–2016, лифты должны быть оборудованы средством, предотвращающим или останавливающим неконтролируемое движение кабины вверх или вниз от этажной площадки с незапертой дверью шахты и незакрытой дверью кабины. Выполнить это требование можно двумя способами:

- оснастить лифт контролем тормоза лебедки (в случае если он снабжен необходимыми контактами). Как правило, это возможно сделать при использовании безредукторного привода;

- оснастить ограничитель скорости стопорным устройством (Overspeed governor with UCM, Unattended Car Movement, anticreep system), блокирующим вращение шкива при открытой двери кабины [8]. В качестве примера импортных ограничителей, оснащенных такими устройствами, можно рассмотреть центробежные ограничители скорости Europa [9] фирмы Gervall (Испания) или Vega [10] фирмы Dynatech (Испания) и маятниковые ограничители скорости Gervall Aljo 2129/2130 [11], а также блокировочное устройство SA12.1 фирмы ThyssenKrupp [12].

ОАО «Могилевлифтмаш» также выпускает новые модели лифтов, сертифицированные на соответствие требованиям ГОСТ 33984.1–2016 и оснащенные системой защиты от непреднамеренного движения кабины лифта [13], в состав которой входят устройства:

- обнаружения неконтролируемого движения кабины;
- торможения кабины лифта;
- активации устройств торможения.

Функциональные особенности компонентов системы предотвращения непреднамеренного движения кабины приведены в табл. 1.

Таблица 1

Функциональные особенности компонентов системы от непреднамеренного движения кабины
Functional features of the system components against unintentional movement of the cabin

Компоненты системы предотвращения непреднамеренного движения кабины	Устройства обнаружения	На лифтах, которые не имеют функций повторного выравнивания или выравнивания с открытыми дверями кабины и незапертыми дверями шахты, не требуется выявлять неконтролируемое движение кабины (п. 5.6.7.2. ГОСТ 33984.1–2016)
	Устройства активации	Устройство управления лифтом
	Устройства торможения	Ограничитель скорости со стопорным устройством
		Ловители

Взаимодействие компонентов системы предотвращения непреднамеренного движения кабины иллюстрирует рис. 3.

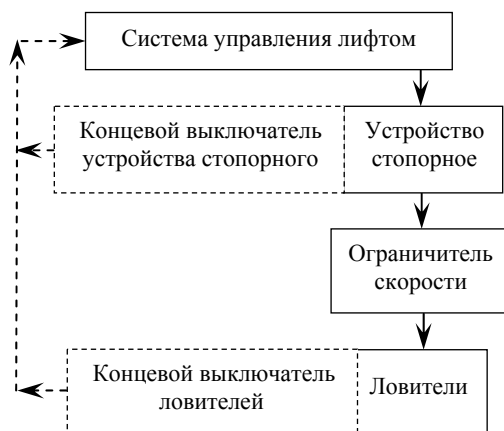


Рис. 3. Структурная схема системы предотвращения непреднамеренного движения кабины

Fig. 3. Block diagram of the system for preventing unintentional movement of the cabin

На рис. 4 показаны конструкция устройства стопорного и принцип его взаимодействия с ограничителем скорости [14–15].

При контролируемом движении кабины система управления лифтом подает напряжение на электромагнит устройства стопорного, который удерживает защелку в отведенном от шкива состоянии (рис. 4). При этом шкив ограничителя скорости не заблокирован и может вращаться при перемещении кабины лифта.

При остановке кабины подача напряжения на электромагнит прекращается. В результате защелка устройства стопорного под действием пружины (или под действием силы тяжести) входит в зацепление с одним из пазов, выполненных в канавке шкива ограничителя скорости, и блокируется посредством рычажного стопора. Положение защелки устройства стопорного в рабочем состоянии контролируется концевым выключателем.

При неконтролируемом движении кабины напряжение на электромагните устройства стопорного отсутствует и защелка остается в зацеплении с одним из пазов, выполненных в канавке шкива ограничителя скорости, предотвращая возможность его вращения. Так как перемещающаяся кабина тянет канат ограничителя скорости, из-за сил трения между ним и шкивом ограничителя скорости в канате возникает растягивающее усилие, которое приводит в действие ловители.

Концевой выключатель ловителя контролирует срабатывание системы предотвращения непреднамеренного движения кабины. Если неконтролируемое движение кабины произошло по причине несанкционированной подачи напряжения на тормоз главного привода, то при срабатывании ловителей их концевой выключатель разрывает цепь безопасности и подача напряжения прекращается.

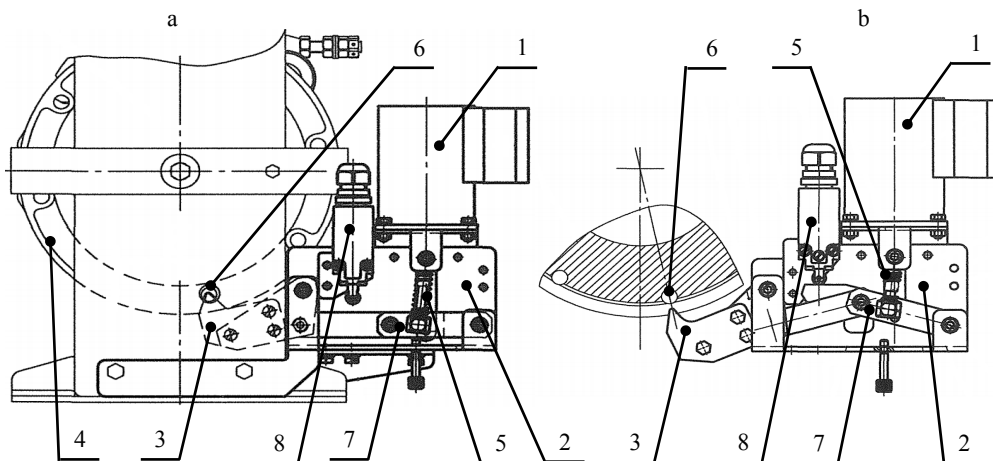


Рис. 4. Устройство стопорное навесное на ограничитель скорости маятникового типа (ОАО «Могилевлифтмаш»):

а – шкив заблокирован (кабина лифта остановлена); б – шкив разблокирован (кабина лифта в движении); 1 – электромагнит; 2 – устройство стопорное; 3 – защелка; 4 – шкив; 5 – пружина; 6 – пазы; 7 – стопор; 8 – выключатель

Fig. 4. Stopping device mounted on a pendulum-type speed limiter (OJSC “Mogilevliftmash”):

а – pulley blocked (elevator car is stopped); б – pulley unlocked (elevator cabin in motion); 1 – electromagnet; 2 – locking device; 3 – latch; 4 – pulley; 5 – spring; 6 – grooves; 7 – stopper; 8 – switch

Необходимость защиты от неконтролируемого движения кабины вверх или вниз от этажной площадки с незапертой дверью шахты и незакрытой дверью кабины, к сожалению, подтверждается несчастными случаями, которые хоть и не часто, но случаются. Так, в 2018 г. в Чебоксарах [16], в 2021 г. в Чите и Красногорске [17] в результате самопроизвольных движений кабин лифтов с открытыми дверями произошли аварии, повлекшие травмы пассажиров. Очевидно, что в перечисленных случаях оснащение ограничителя скорости устройством стопорным позволило бы предотвратить аварию.

Необходимо заострить внимание на том, что помимо обеспечения безопасности пассажиров, также важно обеспечить безопасность обслуживающего персонала при работе лифта в режиме ревизии. Рассмотренная выше система предотвращения непреднамеренного движения кабины и ее устройство стопорное блокируют вращение шкива при остановке кабины как с открытыми, так и с закрытыми дверями кабины и шахты. То есть в момент, когда кабина лифта, который находится в режиме ревизии, не движется, шкив ограничителя скорости заблокирован устройством стопорным. Это позволяет в случае непреднамеренного движения кабины остановить ее не тогда, когда она разгонится до скорости, на которую настроен ограничитель скорости, а сразу, как только она начнет движение, что значительно снижает уровень тяжести последствий такого отказа для обслуживающего лифт персонала.

Следует учитывать, что в лифтах, оснащенных функцией повторного выравнивания кабины, требование о защите от неконтролируемого ее движения вверх или вниз от этажной площадки с незапертой дверью шахты и незакрытой дверью кабины тоже должно выполняться. То есть, с одной стороны, должна быть обеспечена возможность перемещения кабины с незакрытой дверью (п. 3.13 ГОСТ 33984.1–2016) после ее остановки на этаже, а с другой – не должны нарушаться п. 5.6.1.1 (с) и 5.6.7 ГОСТ 33984.1–2016. Необходимо отметить, что временное отключение устройства стопорного для проведения повторного выравнивания кабины лифта снижает уровень безопасности пассажиров, а также уменьшает его ресурс. Ограничители скорости фирм Gervall и Dynatech позволяют выполнять повторное выравнивание

кабины лифта без отключения стопорного устройства. На ОАО «Могилевлифтмаш» также ведутся работы в этом направлении [18]. Разработаны опытные образцы и проводятся испытания ограничителей скорости двухстороннего действия с функцией повторного выравнивания маятникового (рис. 5) и центробежного (рис. 6) типов, при этом оснащенных устройством стопорным.

На рис. 5 показан способ реализации повторного выравнивания кабины при жестко закрепленном на корпусе ограничителя скорости устройстве стопорным. Для этого на шкиве ограничителя скорости расположен промежуточный диск, на периферийной поверхности которого выполнены канавки. На корпусе ограничителя скорости расположено устройство стопорное, чей зацеп при незакрытых и незапертых дверях шахты и кабины контактирует с канавками. Также в промежуточном диске выполнены две пары пазов.

В одной паре пазов расположены пружины сжатия, концы которых опираются на опоры, закрепленные на шкиве ограничителя скорости. Таким образом, при повторном выравнивании кабины шкив может поворачиваться на некоторый угол относительно промежуточного диска, заблокированного зацепом. В центре каждого из второй пары шести пазов расположены упоры, которые жестко закреплены на шкиве ограничителя скорости и ограничивают угол его поворота относительно промежуточного диска.

На рис. 6 показан способ реализации повторного выравнивания кабины при оснащении центробежного ограничителя скорости устройством стопорным, имеющим возможность перемещаться относительно его корпуса. Данное решение, разработанное конструкторами ОАО «Могилевлифтмаш» [19–21], близко к решению фирмы Dynatech [10].

Суть заключается в том, что стопорное устройство закреплено на диске, который может поворачиваться относительно корпуса ограничителя скорости на угол, ограничиваемый упором, который расположен на корпусе. Особенностью этого устройства стопорного является то, что при активации его зацеп перемещается в зону, в которой возможен его контакт непосредственно с рабочими органами ограничителя скорости.

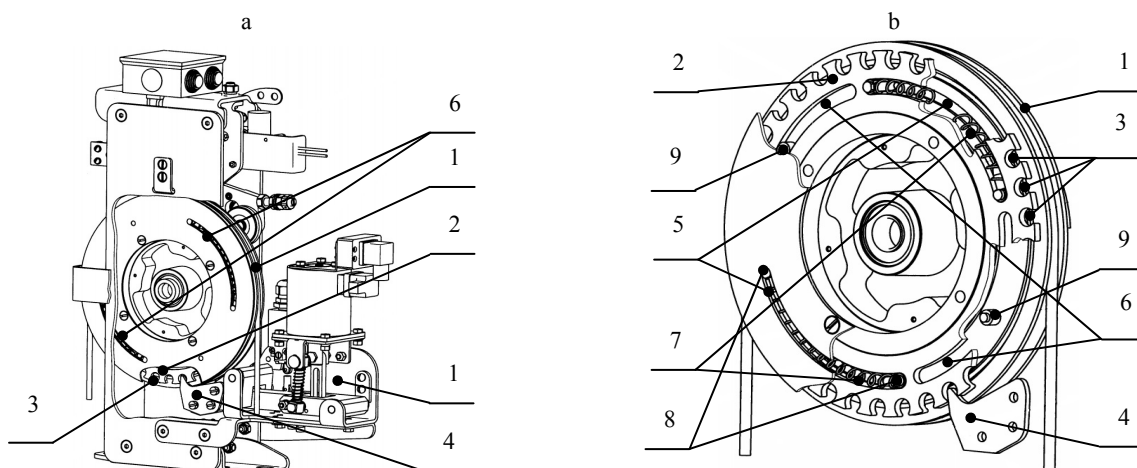


Рис. 5. Конструкция опытного образца ограничителя скорости двухстороннего действия маятникового типа с функцией повторного выравнивания кабины, оснащенного устройством стопорным (ОАО «Могилевлифтмаш»):

а – ограничитель скорости в сборе; б – шкив ограничителя скорости в разрезе;

1 – шкив ограничителя скорости; 2 – промежуточный диск; 3 – канавки; 4 – зацеп; 5 – пазы; 6 – пазы; 7 – пружина; 8 – опоры; 9 – упоры

Fig. 5. Design of a prototype of a pendulum-type double-acting speed limiter with the function of re-leveling the cabin, equipped with a locking device (OJSC “Mogilevliftmash”): a – speed limiter assembly; b – cutaway speed limiter pulley; 1 – speed limiter pulley; 2 – intermediate disk; 3 – grooves; 4 – hook; 5 – channels; 6 – channels; 7 – spring; 8 – supports; 9 – stops

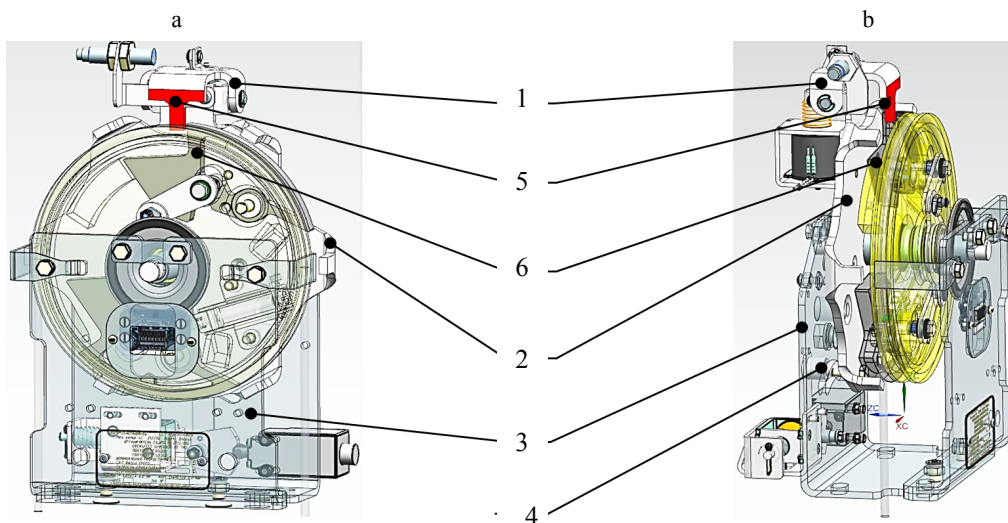


Рис. 6. Конструкция опытного образца ограничителя скорости двухстороннего действия центробежного типа с функцией повторного выравнивания кабины, оснащенного устройством стопорным (ОАО «Могилевлифтмаш»): а – вид спереди; б – вид сбоку; 1 – устройство стопорное; 2 – диск; 3 – корпус ограничителя скорости; 4 – упор; 5 – зацеп; 6 – рабочие органы

Fig. 6. Design of a prototype of a double-acting centrifugal speed limiter with the function of re-leveling the cabin, equipped with a locking device (OJSC “Mogilevliftmash”): a – front view; b – side view;

1 – locking device; 2 – disk; 3 – speed limiter housing; 4 – stop; 5 – hook; 6 – working elements

ВЫВОДЫ

1. Повышение безопасности лифтов при эксплуатации, монтаже, обслуживании, осмотре или ремонте – важнейшая задача, требующая постоянного совершенствования лифтового

оборудования и разработки новых устройств (узлов) безопасности. При этом необходимо ориентироваться не только на отечественные стандарты, но и самые современные зарубежные. Так, лифты, сертифицированные по ГОСТ Р 53780–2010, уступают по уровню без-

опасности лифтам, отвечающим требованиям ГОСТ 33984.1–2016.

2. Основными узлами, обеспечивающими безопасность лифтов, являются ограничитель скорости и ловитель. Поэтому замена устаревших получивших распространение на отечественных лифтах ловителей и ограничителей скорости одностороннего действия на аналогичные устройства двухстороннего действия позволит обеспечить безопасность пассажиров также при движении кабины вверх. Оборудование ограничителя скорости стопорным устройством обеспечит безопасность при загрузке или выгрузке кабины.

3. Модернизация лифтового оборудования может быть произведена в любой момент его эксплуатации, не дожидаясь выработки лифтом его ресурса. Анализ некоторых имевших место инцидентов с лифтами (данные Ростехнадзора) подтверждает вывод о том, что предлагаемые технические решения позволяют их избежать.

ЛИТЕРАТУРА

1. Надежность в технике. Анализ видов, последствий и критичности отказов. Основные положения = Надзейнасць у тэхніцы. Аналіз відаў, вынікаў і крытычнасці адказаў. Асноўныя палажэнні: ГОСТ 27.310–95. Введ. РБ 01.10.1997. Минск: Госстандарт, 1995. 13 с.
2. Лифты, эскалаторы и пассажирские конвейеры. Методология оценки и снижения риска = Ліфты, эскалаторы і пасажырскія канвееры. Метадалогія ацэнкі і зніжэння рызыкі: ГОСТ ISO 14798–2017. Введ. РБ 01.10.2019. Минск: Госстандарт, 2017. 32 с.
3. Speed Limiting Device [Electronic Resource]: Pat. EA 033019 (B1) / V. F. Komoza, O. A. Dobrinovich, S. V. Pavlov, D. N. Gusev. Publ. date 30.08.2019. Mode of access: https://ru.espacenet.com/publicationDetails/biblio?FT=D&date=20190830&DB=EPODOC&locale=ru_RU&CC=EA&NR=033019B1&KC=B1&ND=6. Date of access: 25.04.2023.
4. Механизм включения ловителя двухстороннего действия: пат. EA 202000184 (A1) / С. В. Павлов, И. Н. Балабанов, Д. В. Непша, А. С. Старовойтов. Оpubл. 30.11.2021.
5. Непша, Д. В. Параметры контактно-силового взаимодействия элементов ловителя плавного торможения в процессе аварийной остановки / Д. В. Непша, В. Н. Ключков, М. В. Соболев // Вестник Белорусско-Российского университета. 2021. № 4 (73). С. 45–55. https://doi.org/10.53078/20778481_2021_4_45.
6. Ограничитель скорости ОСМ-305 [Электронный ресурс]: Руководство по эксплуатации 1020БК.17.00.000 РЭ / Министерство промышленности Республики Беларусь; ОАО «Могилевлифтмаш». Режим доступа: <https://liftmach.by/upload/iblock/1020БК.17.00.000%20РЭ.pdf>. Дата доступа: 24.04.2023.
7. Лифты: учеб. для студ. высш. учеб. заведений, обучающихся по специальностям: «Механизация и автоматизация строительства» и «Подъемно-транспортные, строительные, дорожные машины и оборудование» / Г. Г. Архангельский [и др.]; под общ. ред. Д. П. Волкова. М.: Изд-во Ассоц. строит. вузов, 2010. 576 с.
8. Gervall. АО «Герваль-Рус». [Электронный ресурс]: каталог. Режим доступа: https://gervall.ru/upload/files/ogran_skorosti/UCM.pdf. Дата доступа: 06.04.2023.
9. Ограничители скорости. Gervall. [Электронный ресурс]. Режим доступа: https://gervall.ru/upload/files/ogran_skorosti/%D0%9E%D0%B3%D1%80%D0%B0%D0%BD%D0%B8%D1%87%D0%B8%D1%82%D0%B5%D0%BB%D0%B8%20%D1%81%D0%BA%D0%BE%D1%80%D0%BE%D1%81%D1%82%D0%B8.pdf. Дата доступа: 06.04.2023.
10. Dynatech. Overspeed Governor. Vega. [Electronic Resource]: Instructions: VEGA Cod: DYN 35.1.15. Publ. date 14.12.2022 Mode of access: <https://www.dynatech-elevation.com/documentos/articulos/Reducido%20VEGA-ING.pdf>. Date of access: 07.04.2023.
11. Gervall. Ограничители скорости ALJO 2129 Ø 200 и ALJO 2130 Ø 300 остановка и удержание кабины при спуске и подъеме [Электронный ресурс]: Руководство по эксплуатации. Техническое описание. Инструкции по монтажу. Редакция 2014 DT-2129-2130-RU-00 RU. Режим доступа: <https://gervall.ru/upload/iblock/587/2391gn7hzcl1edfxtot58gn3ig5ca0mru.pdf>. – Дата доступа: 27.03.2023.
12. Ограничитель скорости [Электронный ресурс]: Руководство по эксплуатации ThyssenKrupp. Режим доступа: http://liflift.ru/images/tovar/rukovodstvo_po_ekspluatcii_ogranichitelya_skorosti.pdf. Дата доступа: 23.05.2023.
13. Device Against Unintended Car Movement. 1020.77.00.000 [Electronic Resource]: EU – Type Examination Certificate – Amendment 2 № 3168/1/2019-3. Publ. date 16.12.2019. Mode of access: <https://www.liftmach.by/upload/iblock/Amendment%202%203168-1-2019-3.pdf>. Date of access: 11.05.2023.
14. Device for Pulley Blocking [Electronic resource]: Patent No EA 201700417 (A1) / V. F. Komoza, O. A. Dobrinovich, S. V. Pavlov, I. N. Balabanov. Publ. date 31.01.2019. Mode of access: https://ru.espacenet.com/publicationDetails/biblio?FT=D&date=20190131&DB=&locale=ru_RU&CC=EA&NR=201700417A1&KC=A1&ND=4. Date of access: 11.04.2023.
15. Лифт пассажирский [Электронный ресурс]: Дополнение к руководству по эксплуатации ФБИР.483310.001 ДРЭ12. Режим доступа: <https://www.liftmach.by/upload/iblock/%D0%A4%D0%91%D0%98%D0%A0.483310.001%20%D0%94%D0%A0%D0%AD%2012.pdf>. Дата доступа: 11.04.2023.

16. О причинах аварий и травматизма [Электронный ресурс]: Письмо № 00-07-06/21 от 14.01.2019. Руководителям территориальных управлений Ростехнадзора. Режим доступа: <https://nkprom.ru/upload/priказы/%D0%9F%D0%B8%D1%81%D1%8C%D0%BC%D0%BE%20%D0%90%D0%BD%D0%B0%D0%BB%D0%B8%D0%B7%20%D0%B0%D0%B2%D0%B0%D1%80%D0%B8%D0%B9%20%D0%BF%D0%BE%20%D0%9B%D0%98%D0%A4%D0%A2%D0%90%D0%9C.pdf>. Дата доступа: 26.05.2023.
17. Анализ причин аварийности при эксплуатации лифтов, подъемных платформ для инвалидов, пассажирских конвейеров (движущихся пешеходных дорожек) и эскалаторов, за исключением эскалаторов в метрополитенах в 2021 году [Электронный ресурс] / Федеральная служба по экологическому, технологическому и атомному надзору Ростехнадзор. Северо-западное управление. Режим доступа: <http://szap.gosnadzor.ru/activity/control/analiz-prichin-avariynosti.php>. Дата доступа: 26.05.2023.
18. Lift [Electronic Resource]: Pat. EA 201800330 (A1) / С. А. Дондик, И. Н. Балабанов, А. В. Куцеполенко, В. Ф. Комоза. Publ. date 29.11.2019. Mode of access: https://ru.espacenet.com/publicationDetails/biblio?FT=D&date=20191129&DB=&locale=ru_RU&CC=EA&NR=201800330A1&KC=A1&ND=4. Date of access: 11.04.2023.
19. Разработка центробежного двухстороннего ограничителя скорости лифта и оптимизация его выходных характеристик на основании анализа влияния сил трения в звеньях механизма / А. В. Куцеполенко [и др.] // Актуальные вопросы машиноведения. 2021. Т. 10. С. 107–115.
20. Двухсторонний ограничитель скорости: полез. модель ВУ 12899 / А. В. Куцеполенко, М. Э. Подымако, С. А. Дондик, Г. С. Сеницын, К. Н. Князев. Опубл. 30.06.2022.
21. Куцеполенко, А. В. Современные направления развития конструкций центробежных ограничителей скорости лифтов / А. В. Куцеполенко, М. Э. Подымако, Е. С. Лустенкова // Материалы, оборудование и ресурсосберегающие технологии: материалы Междунар. науч.-техн. конф., Могилев, 20–21 апреля 2023 года. Могилев: Межгосударственное образовательное учреждение высшего образования «Белорусско-Российский университет», 2023. С. 86–87.
- Поступила 20.06.2023
Подписана в печать 25.08.2023
Опубликована онлайн 30.11.2023
- REFERENCES
- State Standard 27.310–95. *Reliability in Technology. Analysis of Failure Modes, Consequences and Criticality. Basic Provisions*. Minsk, Gosstandart Publ., 1995. 13 (in Russian).
 - State Standard ISO 14798–2017. *Elevators, Escalators and Passenger Conveyors. Risk Assessment and Mitigation Methodology*. Minsk, Gosstandart Publ., 2017. 32 (in Russian).
 - Komoza V. F., Dobrinovich O. A., Pavlov S. V., Gusev D. N. (2019) *Speed Limiting Device*. Patent No EA 033019 (B1). Available at: https://ru.espacenet.com/publicationDetails/biblio?FT=D&date=20190830&DB=EPODOC&locale=ru_RU&CC=EA&NR=033019B1&KC=B1&ND=6 (accessed 25 April 2023).
 - Pavlov S. V., Balabanov I. N., Nepsha D. V., Starovoytov A. S. (2021) *Double-Acting Safety Catcher Activation Mechanism*. Patent no. EA 202000184 (A1) (in Russian).
 - Nepsha D. V., Klochkov V. N., Sobolev M. V. (2021) Parameters of Contact-Force Interaction Between Elements of the Progressive Safety Gear During an Emergency Braking Stop. *Vestnik Belorussko-Rossiyskogo Universiteta* [Bulletin of Belarusian-Russian University], (4), 45–55 (in Russian). https://doi.org/10.53078/20778481_2021_4_45.
 - Speed Limiter OSM-305: Operation Manual 1020БК.17.00.000 RE*. Available at: <https://liftmach.by/upload/iblock/1020БК.17.00.000%20PЭ.pdf> (accessed 24 April 2023) (in Russian).
 - Arkhangelsky G. G., Volkov D. P., Gorbunov E. A., Ionov A. A., Tkachenko V. Ya., Chutchikov P. I. (2010) *Elevators*. Moscow, Publishinh House of Association of Building Universities. 576 (in Russian).
 - Gervall. JSC “Gervall-Rus”. Catalog*. Available at: https://gervall.ru/upload/files/ogran_skorosti/UCM.pdf (accessed 06 April 2023).
 - Speed Limiters. Gervall*. Available at: https://gervall.ru/upload/files/ogran_skorosti/%D0%9E%D0%B3%D1%80%D0%B0%D0%BD%D0%B8%D1%87%D0%B8%D1%82%D0%B5%D0%BB%D0%B8%20%D1%81%D0%BA%D0%BE%D1%80%D0%BE%D1%81%D1%82%D0%B8.pdf (accessed 06 April 2023) (in Russian).
 - Dynatech. Overspeed Governor. Vega: INSTRUCTIONS: VEGA Cod: DYN 35.1.15*. Publ. date 14.12.2022 Available at: <https://www.dynatech-elevation.com/documentos/articulos/Reducido%20VEGA-ING.pdf> (Accessed 07 April 2023).
 - Gervall. Speed Limiters ALJO 2129 Ø 200 and ALJO 2130 Ø 300 Stopping and Holding the Cabin During Descent and Ascent: Operation Manual. Technical Description. Installation Instructions. VERSION 2014 DT-2129-2130-RU-00 RU*. Available at: <https://gervall.ru/upload/iblock/587/239lgn7hzcl1edxfot58gn3ig5ca0mru.pdf> (Accessed 27 March 2023) (in Russian).
 - Speed Limiter: ThyssenKrupp Operation Manual*. Available at: http://liftlift.ru/images/tovar/rukovodstvo_po_eksp_luatacii_ogranichitelya_skorosti.pdf (accessed 23 May 2023) (in Russian).
 - Device Against Unintended Car Movement. 1020.77.00.000. EU – Type Examination Certificate – Amendment 2 No 3168/1/2019-3*. Publ. date 16.12.2019. Available at: <https://www.liftmach.by/upload/iblock/Amendment%20%203168-1-2019-3.pdf> (accessed 11 May 2023).
 - Komoza V. F., Lobrinovich O. A., Pavlov S. V., Balabanov I. N. (2019) *Device for Pulley Blocking*. Patent

- No EA 201700417 (A1). Available at: https://ru.espacenet.com/publicationDetails/biblio?FT=D&date=20190131&DB=&locale=ru_RU&CC=EA&NR=201700417A1&K C=A1&ND=4 (accessed 11 April 2023).
15. *Passenger Elevator: Addendum to Manual for Operation of FBIR 483310.001 DRE 12*. Available at: <https://www.liftmach.by/upload/iblock/%D0%A4%D0%91%D0%98%D0%A0.483310.001%20%D0%94%D0%A0%D0%AD%2012.pdf> (accessed 11 April 2023) (in Russian).
 16. *About the Causes of Accidents and Injuries: Letter No 00-07-06/21 dated 14.01.2019 to the Heads of Territorial Departments of Rostekhnadzor*. – Available at: <https://nkprom.ru/upload/prikazy/%D0%9F%D0%B8%D1%81%D1%8C%D0%BC%D0%BE%20%D0%90%D0%BD%D0%B0%D0%BB%D0%B8%D0%B7%20%D0%B0%D0%B2%D0%B0%D1%80%D0%B8%D0%B9%20%D0%BF%D0%BE%20%D0%9B%D0%98%D0%A4%D0%A2%D0%90%D0%9C.pdf> (accessed 26 May 2023) (in Russian).
 17. *Analysis of the causes of Accidents during the Operation of Elevators, Lifting Platforms for the Disabled, Passenger Conveyors (Moving Walkways) and Escalators, with the Exception of Esgalators in Subways in 2021*. Available at: <http://szap.gosnadzor.ru/activity/control/analiz-prichin-avariynosti.php> (accessed 26 May 2023) (in Russian).
 18. Dondik S. A., Balabanov I. N., Kutsepolenko A. V., Komoza V. F. (2019) *Lift*. Patent No EA 201800330 (A1). Available at: https://ru.espacenet.com/publicationDetails/biblio?FT=D&date=20191129&DB=&locale=ru_RU&CC=EA&NR=201800330A1&KC=A1&ND=4 (accessed 11 April 2023).
 19. Kutsepolenko A. V., Podymako M. E., Knyazev K. N., Sinitsyn G. S., Dalimaev V. A. (2021) Development of a Centrifugal Double-Sided Elevator Speed Limiter and Optimization of its Output Characteristics Based on an Analysis of the Influence of Friction Forces in the Mechanism Links. *Aktualnye Voprosy Mashinostroeniya* [Current Issues in Mechanical Engineering], 10, 107–115 (in Russian).
 20. Kutsepolenko A. V., Podymako M. E., Dondik S. A., Sinitsyn G. S., Knyazev K. N. (2022) *Double-Sided Speed Limiter*. Useful Model No BY 12899 (in Russian).
 21. Kutsepolenko A. V., Podymako M. E., Lustenkova E. S. (2023) Modern Directions of Design Development of Centrifugal Speed Limiters for Elevators. *Materialy, Oborudovanie i Resursosberegayushchie Tekhnologii: Materialy Mezhdunarodnoi Nauch.-Tekhn. Konf., Mogilev, 20–21 Aprelya 2023 goda* [Materials, Equipment and Resource-Saving Technologies: Proceedings of International Scientific and Technical Conference, Mogilev, April 20–21, 2023]. Mogilev, Belarusian-Russian University, 86–87 (in Russian).

Received: 20.06.2023

Accepted: 25.08.2023

Published online: 30.11.2023