

Научная статья

Статья в открытом доступе

УДК 629.114.2

doi: 10.30987/2782-5957-2025-4-19-29

## ОБОСНОВАНИЕ МЕТОДИКИ ВЫБОРА ПАРАМЕТРОВ ЭЛЕМЕНТОВ КОНСТРУКЦИИ ЛОВИТЕЛЯ

Любовь Александровна Сладкова<sup>1✉</sup>, Ван Инь<sup>2</sup>

<sup>1,2</sup> ФГАОУ ВО Российский университет транспорта (МИИТ), Москва, Россия.

<sup>1</sup> rich.cat2012@yandex.ru; <https://orcid.org/0009-0008-6786-0386>

<sup>2</sup> chuan\_wy@126.com

### Аннотация

Цель исследования. Тема аварийности лифтов является актуальной, которая требует усовершенствования или создания принципиально новых конструкций ловителей с соответствующей разработкой обоснованного выбора параметров.

В статье предложено принципиально новое конструктивное решение обеспечения безопасности лифтов (ловителя) при обрыве каната подъема. Предлагаемое устройство, представляющее собой шарнирно-сочлененную систему, располагается на боковых стенках кабины лифта и центрируется относительно его каната подъема. Предлагаемое техническое решение позволяет повысить надежность и безопасность лифтов в процессе эксплуатации в случае аварии (обрыва каната). В этом случае напряжения (усилия), приходящиеся в шарнирно-сочлененных элементах конструкции снижаются, что ведет к складыванию шарнирных четырехзвенников, предотвращая падение кабины в шахту. Любое новое конструктивное решение требует определения геометрических параметров устройства.

Методы исследования и результаты исследования. Методика обоснования выбора параметров выбранного шарнирно-сочлененного устройства,

основанная на условии равнонагруженности элементов конструкции, показала, что этому условию отвечает только одно расчетное положение с фиксированными углами  $\alpha = 10^\circ$ ,  $\beta = 70^\circ$  и  $\gamma = 50^\circ$ , что делает конструкцию неудобной для реализации в процессе эксплуатации. Исходя из стандартов, предусмотренных для определения основных параметров лифта и шахты, определены основные параметры устройства и предложена расчетная схема.

Новизна работы. Проведенные теоретические исследования по обоснованию методики выбора параметров относятся к принципиально новой конструкции ловителей.

Выводы. Предложены варианты конструктивного решения ловителей, имеющие более высокую надежность в эксплуатации в результате увеличения скорости срабатывания устройства. Установлена целесообразность определения параметров ловителя исходя из условия равнопрочности, а не равнонагруженности его элементов.

**Ключевые слова:** методика, лифт, безопасность, ловители, механизмы, усилия, равнонагруженность, параметры, анализ, конструкции, равнопрочность.

Ссылка для цитирования:

Сладкова Л.А. Обоснование методики выбора параметров элементов конструкции ловителя / Л.А. Сладкова, Ван Инь // Транспортное машиностроение. – 2025. – № 4. – С. 19-29. doi: 10.30987/2782-5957-2025-4-19-29.

Original article

Open Access Article

## SUBSTANTIATION OF THE METHOD TO SELECT THE PARAMETERS OF SAFETY CATCH STRUCTURAL ELEMENTS

Lyubov Aleksandrovna Sladkova<sup>1✉</sup>, Wang Yin<sup>2</sup>

<sup>1,2</sup> Russian University of Transport (MIIT), Moscow, Russia.

<sup>1</sup> rich.cat2012@yandex.ru; <https://orcid.org/0009-0008-6786-0386>

<sup>2</sup> chuan\_wy@126.com

### Abstract

Study objective. The problem of elevator accidents is relevant, which requires improvement or creation of

fundamentally new safety catch designs with the corresponding substantiation of parameters selection.

The paper proposes a fundamentally new constructive solution to ensure the safety of elevators (catcher) when the lifting rope breaks. The proposed device, that is an articulating system, is located on the side walls of the elevator cabin and is centered relative to its lifting rope. The proposed technique makes it possible to increase the reliability and safety of elevators during operation in case of emergency (rope breakage). In this case, the stresses (forces) in the articulated structural elements are reduced, which leads to folding of the articulated four-link joints, preventing the cabin from falling into the shaft. Any new design requires defining the geometric parameters of the device.

Research methods and research results. The method for substantiating the choice of parameters of the selected articulating device, based on the condition of uniform loading of structural elements, showed that only one design position with fixed angles  $\alpha = 10^\circ$ ,  $\beta = 70^\circ$  and  $\gamma = 50^\circ$  meets this condition, which makes the

*Reference for citing:*

*Sladkova LA, Wang Yin. Substantiation of the method to select the parameters of safety catch structural elements. Transport Engineering. 2025;4:19-29. doi: 10.30987/2782-5957-2025-4-19-29.*

## Введение

Лифты относятся к самым надежным механическим системам, но несмотря на это, иногда и здесь случаются аварии с периодичностью 3...4 раза в год [1, 2], что негативно сказывается на всей работе лифтового хозяйства.

Одними из требований безопасности лифтов является:

- шахта, размеры которой должны предусматривать наличие свободного пространства при остановке кабины в верхнем крайнем положении для размещения на крыше кабины лифта обслуживающего персонала для проведения ремонтных работ. При этом высота свободного пространства должна быть не менее 800 мм [3], а расстояние между кабиной и стенкой лифта – не менее 500 мм.

- устройства безопасности (ловители), предназначенные для остановки и удержания на направляющих шахты движущейся кабины лифта даже в случае обрыва каната подъема и, которые должны приводиться в действие автоматически. Коэффициент запаса прочности каната и удерживающих элементов принимается равным не менее 8. Механизм ловителя, как правило, закреплен в лифтовой шахте, что не всегда удобно при проведении работ, связанных с обслуживанием лифта.

design inconvenient to implement during operation. Based on the standards provided for determining the basic parameters of the elevator and shaft, the main parameters of the device are determined and a design scheme is proposed.

Novelty of the work. The theoretical studies are carried out to substantiate the method of selecting parameters relate to a fundamentally new design of catchers.

Conclusions. Types of the safety catch design are proposed, which have higher reliability in operation as a result of an increase in the response rate of the device. The expediency of determining the parameters of the safety catch based on the condition of equal strength, rather than equal loading of its elements, are found out.

**Keywords:** method, elevator, safety, catches, mechanisms, forces, uniform loading, parameters, analysis, structures, equal strength.

Недостатками современных ловителей является то, что в современных лифтах при обрыве каната в районе первого-третьего этажей [4], ловители и ограничители скорости не успевают сработать (лифт может не набрать скорости запуска систем безопасности). Для такого случая предусмотрены дополнительные устройства (буферы), расположенные внизу шахты, которые амортизируют упавшую кабину. Однако, как показала практика, амортизаторы пробивают пол кабины.

По конструктивному признаку устройства безопасности бывают:

- механического действия (ограничитель скорости);
- ловители (располагается на крыше кабины);
- канат для связи ограничителя с ловителем.

По принципу действия ловители, как правило, являются клиновыми [5, 6, 7, 8, 9, 10].

Существующие конструкции устройств безопасности имеют определенные недостатки:

- заедание клина;
- запоздалое срабатывание в результате ненадлежащего обслуживания или изнашивания механизма.

Цель работы – обоснование методики выбора рациональных размеров ловителя предлагаемой конструкции.

Постановка задачи. Обоснование рекомендаций по выбору рациональных параметров элементов ловителя из условий равнонагруженности и равнопрочности.

### Конструктивные особенности ловителя и его основные параметры

Предлагаемое в статье [6] конструктивное решение ловителя позволяет обеспечить безопасность в случае обрыва каната подъема лифта (рис. 1). Здесь величины  $B$ ,  $b$  и  $b_1$  являются соответственно поперечными размерами шахты, кабины лифта и, как следствие, раскрытия стержней устройства в его безаварийном положении. В случае обрыва каната подъема кабины лифта (рис. 1) усилия в элементах системы обнулятся, что ведет к изменению положения всех стержней устройства за счет их поворота относительно сопряженных с ними шарниров, перемещаясь из положения  $A$  и  $B$  в положения  $A_1$  и  $B_1$ , и из положения  $C$  и  $D$  в положения  $C_1$  и  $D_1$ , занимая шахтное пространство и зависая в этих точках опоры, тем самым предотвращая падение кабины. При этом напряжения (усилия), возникающие в двухзвенниках, соединенных посредством проушины, жестко соединенной с кабиной, не позволяют конструкции терять жесткость.

В случае аварии (обрыва каната) напряжения (усилия), в шарнирных двухзвенниках также снижаются, что ведет к складыванию шарнирных четырехзвенников, предотвращая падение кабины в шахту.

### Анализ нагруженности элементов ловителя

Расчеты, основанные на положениях теоретической механики [11, 12] и проведенные в программном комплексе Raunton, позволили выявить изменение усилий в элементах конструкции ловителя, представляющей собой стержневую систему в зависимости от углов сопряжения элементов конструкции. Был выявлен характер (растяжение/сжатие) и проведена оценка изменения усилий в стержнях и их величин (рис. 2) при изменении углов  $\alpha$ ,  $\beta$  и  $\gamma$  в пределах от 0 до  $90^\circ$ .

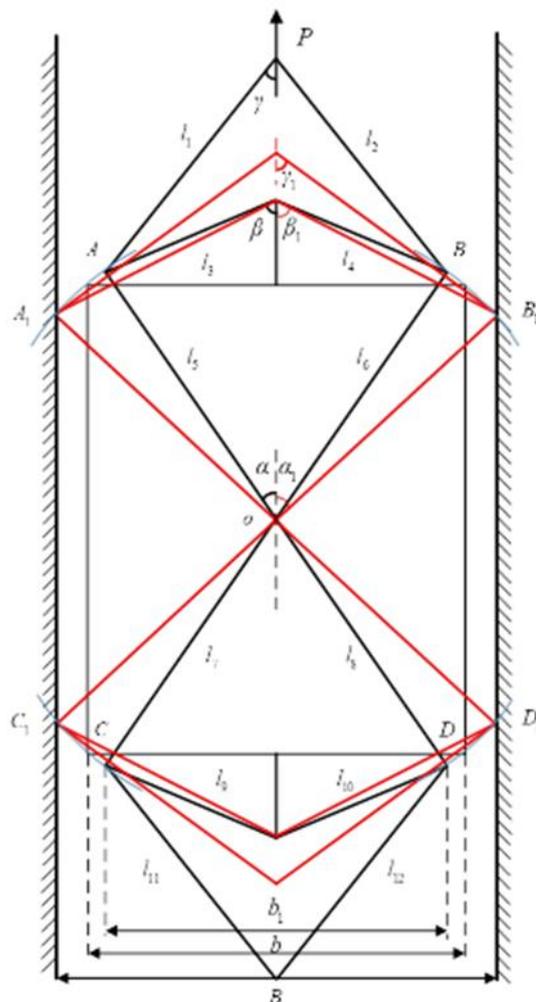


Рис. 1. Схема конструкции ловителя  
Fig. 1. Catcher design diagram

Рациональным и очевидным решением при выборе параметров элементов предлагаемого устройства безопасности (ловителя) является выбор элементов конструкции исходя из условий равнонагруженности стержней, т.е. при условии, что усилия во всех стержнях равны, при выполнении равенства  $|S| = |S_i|$  [13] (здесь  $S_i$  – усилие в  $i$ -м стержне).

Для решения этой задачи воспользуемся результатами определения усилий в стержнях [6] (табл. 1).

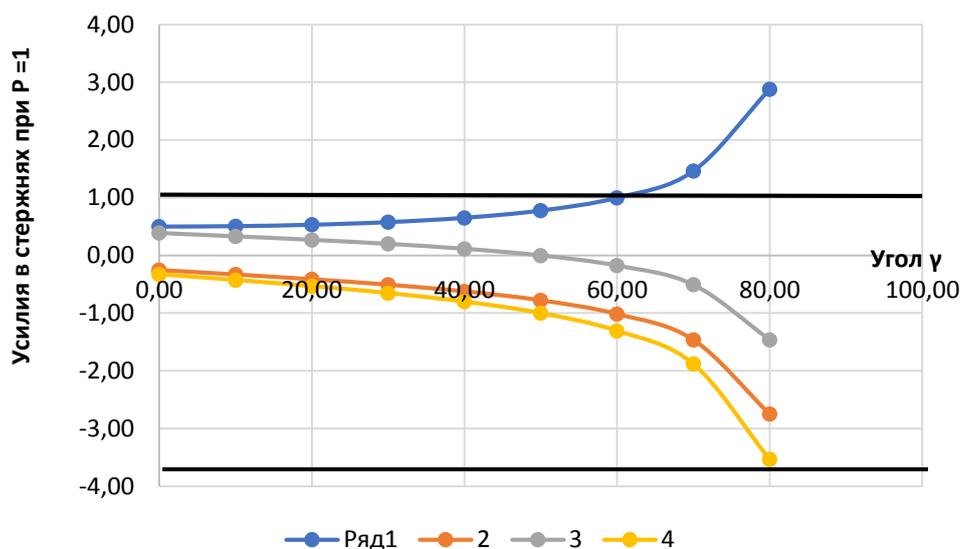


Рис. 2. Изменение усилий  $S$  в стержнях ловителя при углах  $\alpha = 30^\circ$ ,  $\beta = 50^\circ$  и  $\gamma \in [0; 90]$ :  
 1 ряд – 1, 2, 11, 12; 2 ряд – 3, 4, 8, 9; 3 ряд – 5, 6, 7, 8; 4 ряд – 13, 14  
 Fig. 2. Change in Forces  $S$  in Catcher Rods at angles  $\alpha = 30^\circ$ ,  $\beta = 50^\circ$  and  $\gamma \in [0; 90]$ :  
 1 row – 1, 2, 11, 12; 2 row – 3, 4, 8, 9; 3 row – 5, 6, 7, 8; 4 row – 13, 14

Таблица 1

Усилия в стержнях

Table 1

Forces in Members

Номер стержня / Rod Number	Усилие / Effort	Номер формулы / Formula Number
$S_1, S_2$	$\frac{P}{2\cos\gamma}$	(1)
$S_3, S_4$	$\frac{S_2 \sin(\alpha + \gamma)}{\sin(\alpha + \beta)}$	(2)
$S_5, S_6, S_7, S_8$	$\frac{S_2 \sin(\beta - \gamma)}{\sin(\alpha + \beta)}$	(3)
$S_9, S_{10}$	$\frac{S_8 \sin(\alpha + \gamma)}{\sin(\gamma - \beta)}$	(4)
$S_{11}, S_{12}$	$\frac{S_8 \sin(\alpha + \beta)}{\sin(\beta - \gamma)}$	(5)
$S_{13}, S_{14}$	$-2S_4 \cos\beta$	(6)

$\alpha$ ,  $\beta$  и  $\gamma$  – углы между элементами устройства ловителя, град.

В табл. 1 видно, что изменение величин усилий зависят от изменения веса поднимаемого груза и углов  $\alpha$ ,  $\beta$  и  $\gamma$ , которые изменяются в случае обрыва каната до величин  $\alpha_1$ ,  $\beta_1$  и  $\gamma_1$  (рис. 1).

Из выражения (1) видно, что усилия  $S$  в стержнях 1 и 2 больше усилия  $P$  при угле  $\gamma$  превышающем  $60^\circ$ .

$$\frac{P}{2\cos\gamma} = S;$$

Тогда из вышестоящего выражения получим:

$$\cos\gamma = P/(2S) \quad (7)$$

Из выражения (6), используя условие равнонагруженности стержней конструкции имеем:

$$S_{13} = -2S_4 \cos\beta = S; \text{ или } 1 = -2S \cos\beta \cos\beta = 1/2; \beta = 60^\circ. \quad (8)$$

Для определения соотношений между другими углами предлагаемой конструкции ловителя сравним выражения (2) и (3).

$$\begin{aligned} \sin(\alpha + \gamma) &= -\sin(\beta - \gamma); \\ \sin \alpha \cos \gamma + \cos \alpha \sin \gamma &= -\sin \beta \cos \gamma \cos \beta \sin \gamma; \\ \cos \gamma (\sin \alpha + \sin \beta) &= \sin \gamma (\cos \beta - \cos \alpha); \end{aligned}$$

$$\frac{\sin \gamma (\cos \beta - \cos \alpha)}{\cos \gamma (\sin \alpha + \sin \beta)} = 1, \quad (9)$$

Используя выражение (8), преобразуем выражение (9) к виду

$$\begin{aligned} \frac{\sin \arcsin \sqrt{1-a^2}}{a} \cdot \frac{1-2 \cos \alpha}{2 \left( \sin \alpha + \sqrt{1-\frac{1}{4}} \right)} &= 1; \\ \frac{\sin \arcsin \sqrt{1-a^2}}{a} \cdot \frac{1-2 \cos \alpha}{2 \left( \sin \alpha + \sqrt{1-\frac{1}{4}} \right)} &= 1; \end{aligned}$$

$$\frac{\sqrt{1-a^2}}{a} \cdot \frac{1-2 \cos \alpha}{2 \sin \alpha + \sqrt{3}} = 1. \quad (10)$$

Здесь

$$a = \frac{P}{2S} = \cos \gamma. \quad (11)$$

Косинус угла  $\gamma$  не может превышать единицы (выражение 11). Следовательно отношение  $P/2S < 1$ , т.е. усилие  $S$  в стержнях при условии равнонагруженности должно быть больше, чем  $P/2$ .

Из выражения (10) видно, что угол  $\alpha$  зависит от изменения угла  $\gamma$ , который, в

свою очередь изменяется в зависимости от грузоподъемности лифта  $P$ . Для проведения анализа рассмотрим грузоподъемности существующих лифтов, выпускаемых, например, ОАО «Щербинский лифтостроительный завод» (г. Щербинка), которая равна, 400, 500, 630 и 1000 кг [14].

Результаты расчета усилия  $S$  в стержнях 1 и 2 в зависимости от грузоподъемности лифта и угла  $\gamma$  приведены в табл. 2.

Таблица 2

Усилия в стержнях 1 и 2 в зависимости от грузоподъемности  $P$  лифта и угла  $\gamma$

Table 2

Forces in bars 1 and 2 depending on the lifting capacity of the elevator  $P$  and angle  $\gamma$

№ / №	Угол, $\gamma$ , град / Angle, $\gamma$ , deg	$\cos \gamma / \cos \gamma$	Грузоподъемность $P$ , кН / Load capacity $P$ , kN			
			4	5	6,3	10
0	0	1	2	2,5	3,15	5
1	10	0,984823	2,030822	2,538527	3,198544	5,077054
2	20	0,939753	2,128219	2,660273	3,351944	5,320546
3	30	0,866158	2,309047	2,886309	3,636749	5,772618
4	40	0,766272	2,61004	3,26255	4,110812	6,525099
5	50	0,643126	3,109808	3,88726	4,897948	7,774521
6	60	0,50046	3,996326	4,995407	6,294213	9,990815
7	70	0,342602	5,837676	7,297095	9,19434	14,59419
8	80	0,174345	11,47149	14,33937	18,0676	28,67873
9	90	0,000796	2511,532	3139,415	3955,663	6278,83

Из табл. 2 видно, что угол  $\gamma$  с учетом зависимости (7) лежит в пределах от 10 до 80°, причем усилия  $S$  возрастают по мере увеличения угла.

Для дальнейших исследований целесообразно преобразовать выражение (10) к виду

$$\frac{\sqrt{1-a^2}}{a} - \sqrt{3} = 2 \sin \alpha + \frac{2\sqrt{1-a^2}}{a} \cos \alpha. \quad (12)$$

Принимаем:

$$\frac{\sqrt{1-a^2}}{a} = c; \quad (13)$$

С учетом полученного выражения видно, что (12) будет иметь вид

$$\frac{c-\sqrt{3}}{2} = (\sin \alpha + c \cos \alpha). \quad (14)$$

Решение уравнения (14) представлено графически на рис. 3.

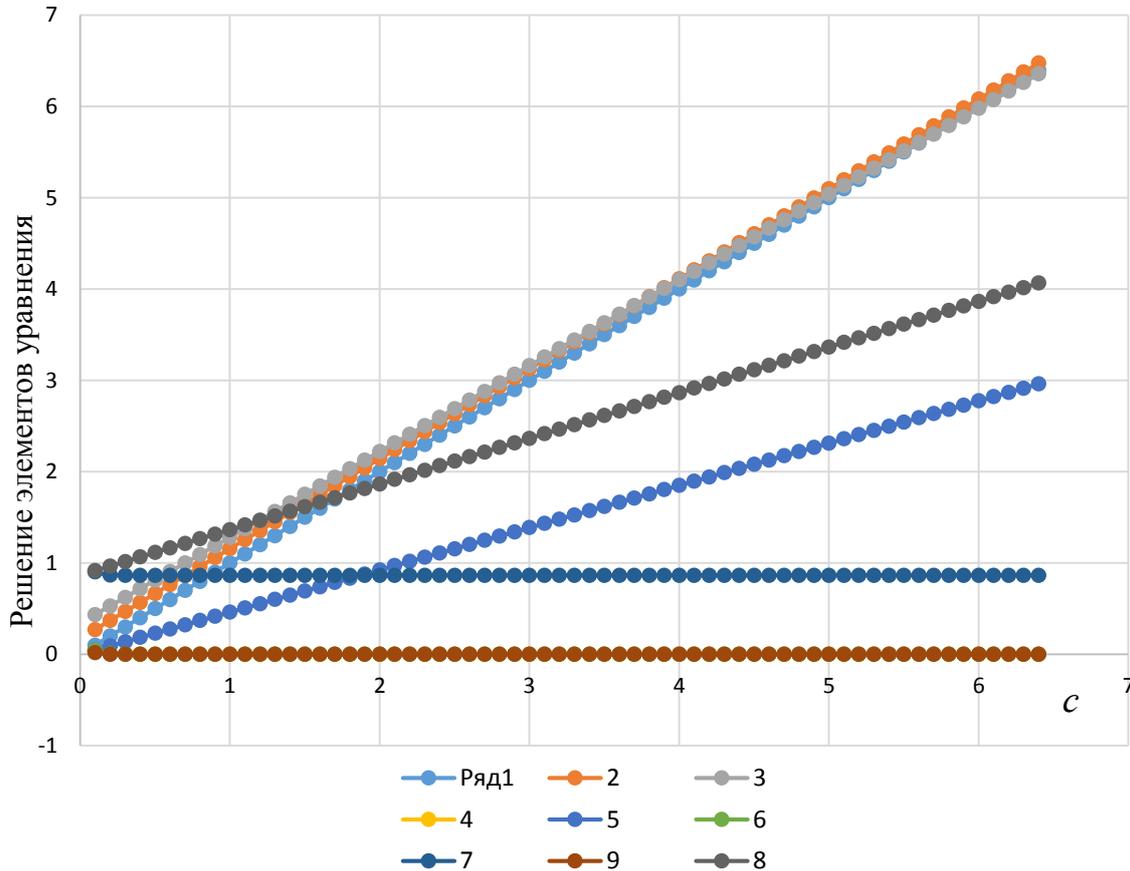


Рис. 3. Графическое представление уравнения (14):  
 ряд 1 –  $\alpha = 0$ ; ряд 2 –  $\alpha = 10$ ; ряд 3 –  $\alpha = 20$ ; ряд 4 –  $\alpha = 30$ ;  
 ряд 5 –  $\alpha = 40$ ; ряд 6 –  $\alpha = 50$ ; ряд 7 –  $\alpha = 60$ ; ряд 9 –  $\alpha = 70$ ; ряд 8 –  $\frac{c-\sqrt{3}}{2}$

Fig. 3. Graphical representation of the dependency (14):  
 row 1 –  $\alpha = 0$ ; row 2 –  $\alpha = 10$ ; row 3 –  $\alpha = 20$ ; row 4 –  $\alpha = 30$ ;  
 row 5 –  $\alpha = 40$ ; row 6 –  $\alpha = 50$ ; row 7 –  $\alpha = 60$ ; row 9 –  $\alpha = 70$ ; row 8 –  $\frac{c-\sqrt{3}}{2}$

Из рис. 3 видно, что угол  $\alpha$  изменяется в зависимости от изменения величины  $c$ . Решение уравнения (14) возможно при условии, что угол  $\alpha$  лежит в пределах от  $0$  до  $30^\circ$  при величине  $c \in (1; 2)$ .

Аналитически доказано, что условие равнонагруженности стержней возможно при условии выбора следующих углов между стержнями (рис. 1):

$$\beta = \arccos \frac{1}{2} = 60^\circ; \quad (15)$$

$$\gamma = \arccos \frac{P}{2S}; \quad (16)$$

$$\alpha = \arcsin \left( \frac{c-\sqrt{3}}{2\sqrt{1+c^2}} \right) - \arctg c. \quad (17)$$

Полученные аналитические выражения подтверждены расчетами, проведенными для различных углов  $\alpha$ ,  $\beta$  и  $\gamma$  в программе Paunton, при анализе которых было установлено, что условие равнонагруженности возможно, если угол  $\alpha = 10^\circ$ ,  $\beta = 70^\circ$  и  $\gamma = 50^\circ$ . При этом усилие  $S$  в каждом

стержне конструкции, при условии, что усилие  $P = 1$ , составляет 0,77786 единиц грузоподъемности.

Для выбора геометрических параметров предлагаемой конструкции ловителя (размеров стержней) были рассмотрены и проанализированы возможные типы кабин лифтов, рекомендуемых, например, АО «Щербинским лифтостроительным заводом» [14]. В результате было установлено, что их конструктивные особенности

(расположение дверей) и геометрические параметры (длина, ширина  $b$ , высота), а также размеры лифтовой шахты  $B$  зависят от грузоподъемности лифта. Из рис. 1 видно, что параметры стержней ловителя связаны с указанными выше параметрами, поэтому для их оценки целесообразно построить прогностическую зависимость изменения ширины лифтовой кабины  $b$  в зависимости от ее грузоподъемности (рис. 4).

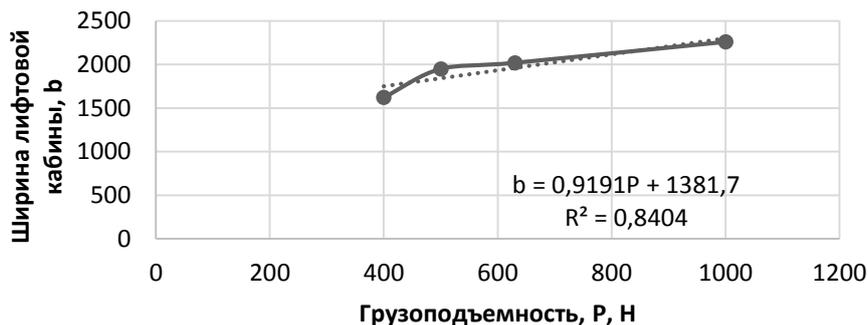


Рис. 4. Изменение ширины лифтовой кабины в зависимости от ее грузоподъемности  
Fig. 4. Changing the width of the elevator cabin depending on its load capacity

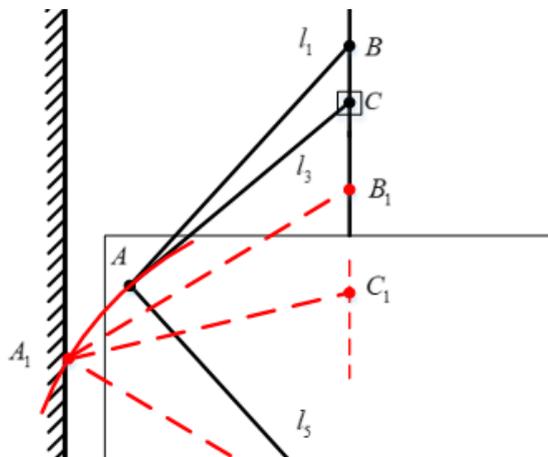


Рис. 5. Перемещение шарнирных узлов устройства ловителей  
Fig. 5. Moving the hinged units of the catcher device

Таким образом, среднестатистическую ширину кабины в зависимости от грузоподъемности  $P$ , при коэффициенте рассеяния  $R^2 = 0,8404$ , можно определить по формуле

$$b = 0,9191P + 1381,7. \quad (18)$$

Стандартная высота кабины равна 2,2 м. Проектируемое устройство (рис. 1 и 5) располагается симметрично с двух сторон кабины, причем точка  $O$  размещена в точке пересечения диагоналей боковой

стенки лифта [15]. На рис. 5 представлена верхняя левая часть устройства.

Для быстроты срабатывания устройства и возможного заклинивания стержней предлагается в конструкцию внести изменения расположив на неподвижно закрепленном стержне в точке  $C$  соединения стержней 3 и 4 (элемент  $CA$ ) ползун с возможностью его перемещения по направляющей.

Длина стержней 1 и 2, 3 и 4, 5 и 6 должна быть не менее  $B/2$  – ширины шах-

ты лифта, т.е. должны соблюдаться соотношения.

$$l_1 = l_2 > \frac{B}{2\sin\gamma_1}; l_5 = l_6 > \frac{B}{2\sin\alpha_1}; l_3 = l_4 > \frac{B}{2\sin\beta_1}. \quad (19)$$

При этом стержни 1, 3 и 5 должны сходиться в точке  $A$  в условиях штатной ситуации и точке  $A_1$  – в условиях аварии. Данные соотношения позволили установить, что создание устройства ловителя предлагаемой конструкции в условиях равнонагруженности всех ее стержней невозможно.

Предлагаемые углы между элементами конструкций в зависимости от грузо-

подъемности следует выбирать в соответствии с табл. 1 в пределах от 50 до 70 градусов, причем величина угла  $\beta$  должна быть больше угла  $\gamma$ . Предлагаемый диапазон выбора углов определен из условия конструктивной целесообразности и превышения усилий в стержнях не более, чем на 40 % (табл. 1).

### Предлагаемые решения

Другим вариантом конструктивного решения является замена стержня  $CA$  на пружину растяжения (рис. 6). Модель ловителя, выполненная на 3D-принтере, в

штатном (рабочем) и аварийном режимах приведена на рис. 7.

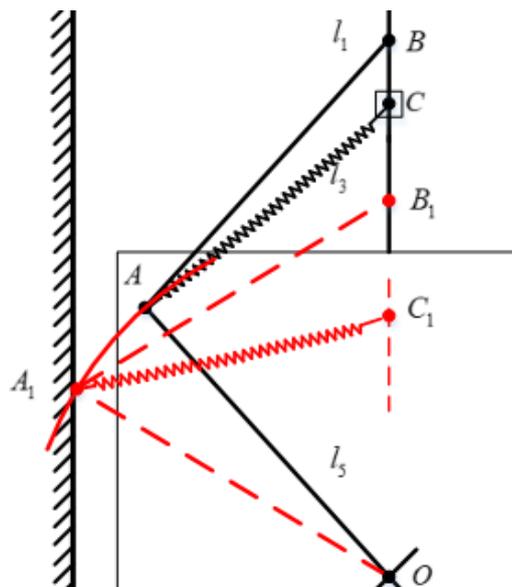


Рис. 6. Вариант ловителя при наличии упругого элемента  
Fig. 6. Catcher option in the presence of an elastic element

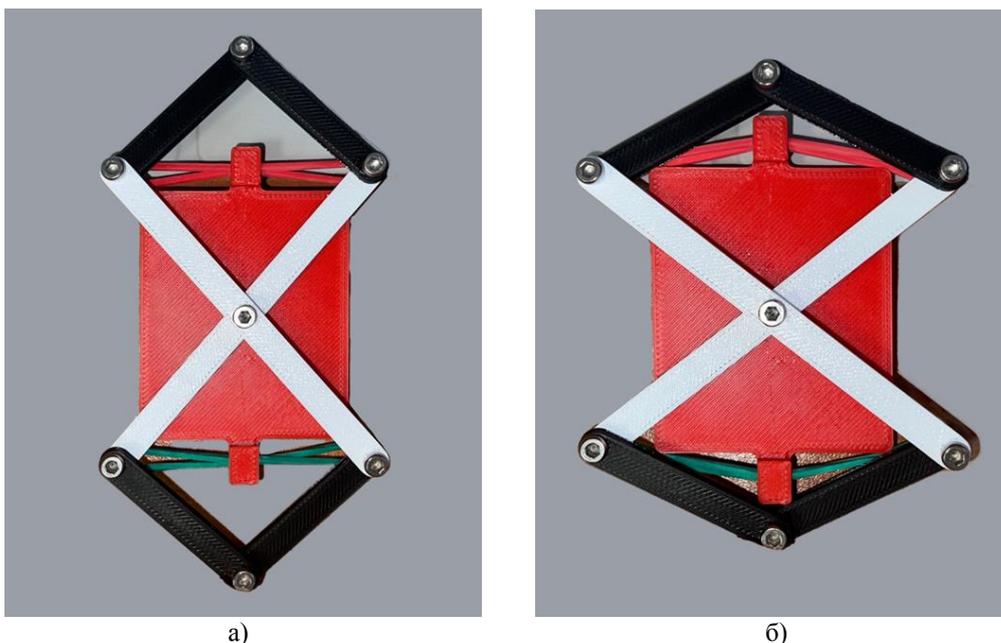
В дальнейших расчетах используем условие равнопрочности стержней [13] по зависимостям

$$F \geq \frac{1,8S_i}{[\sigma]}, \quad (20)$$

где  $F$  – площадь сечения элемента ловителя,  $m^2$ ; 1,8 – рекомендуемый [3] коэффициент запаса прочности;  $S_i$  – усилие в элементах ловителя, определяемое по зависимостям (1...6), Н;  $[\sigma]$  – допускаемое

напряжение на растяжение (сжатие) в соответствующих элементах ловителя, Па.

Усовершенствование исходного устройства ловителя, представленное на рис. 5 – 7, имеет недостаток, связанный с усложнением конструкции. Достоинством усовершенствованного устройства ловителя является более высокая надежность в эксплуатации в результате увеличения скорости срабатывания устройства.



а)  
 б)  
 Рис. 7. Вариант ловителя при наличии упругого элемента:  
*a* – в штатном; *б* – аварийном режимах  
 Fig. 7. Catcher option in the presence of an elastic element:  
*a* – in the regular one; *b* – emergency modes

## Выводы

На основании 2D и 3D моделирования установлены и подтверждены основные соотношения между размерами элементов и углами между ними в устройстве ловителя в зависимости от грузоподъемности лифта и параметров кабины.

Проведенные исследования позволили установить целесообразность определения параметров ловителя исходя из условия равнопрочности, а не равнонагруженности его элементов.

## СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Лифты всё же иногда падают. [Интернет ресурс] URL: <https://www.techinsider.ru/technologies/1588857-kak-lifty-zashchishchayut-ot-padeniya>.
2. Технические регламент таможенного союза. ТР ТС 011/2011. [Интернет ресурс] URL: <http://mos.gosnadzor.ru/about/documents/%D0%A2%D0%A0%D0%A2%D0%A1%200112011%20%D0%91%D0%B5%D0%B7%D0%BE%D0%BF%D0%B0%D1%81%D0%BD%D0%BE%D1%81%D1%82%D1%8C%20%D0%BB%D0%B8%D1%84%D1%82%D0%BE%D0%B2.pdf>.
3. ГОСТ Р 53780-2010. Лифты. Общие требования безопасности к устройству и установке. – Москва: Стандартинформ, 2012. – 81 с. (Введен в действие Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 31 марта 2010г. №41-ст.).
4. Система безопасности лифта. [Интернет ресурс] URL: <https://ziplift.ru/company/articles/sistema-bezopasnosti-lifta/>.
5. Судакова В.А., Гуков М.Г. Ловители двухстороннего действия плавного торможения как одно из направлений повышения безопасности и комфортности пассажирских лифтов // Вестник Белорусско-Российского университета. Механика и машиностроение. 2019, № 4 (65). С. 66-73.
6. Сладкова Л.А., Ван Инь. Теоретические исследования устройства обеспечения безопасности лифтов (ловителей) // Известия ТулГУ (технические науки), Тула, 2025, № 1. С. 344-355. DOI: 10.24412/2071-6168-2025-1-344-355.
7. Куцепенко А.В., Антоневиц А.И., Непша Д.В. Современные средства обеспечения безопасности во время движения кабины лифта вверх и при ее остановке в этажной площадке // Наука и техника. 2023. Т. 22, № 6. С. 460-469.
8. Patent No EA 201700417 (A1). Device for Pulley Blocking / V. F. Komoza, O. A. Dobrinovich, S. V. Pavlov, I. N. Balabanov. Publ. date 31.01.2019. Mode of access: [Electronic resource]: <https://ru.espacenet.com/publicationDetails/bib>
9. Патент RU 2735336 C1. Способ механической блокировки движения кабины лифта с открытыми кабинными дверями и устройство для его осуществления / А.Г. Данилов. Оpubл. 15.10.2020. Бюл. 36.

10. Патент RU 2740226 C1. Способ механической блокировки движения кабины лифта с открытыми кабинными дверями / А.Г. Данилов. Оpubл. 12.09.2021, Бюл. 34.
11. Тарг С. М. Краткий курс теоретической механики. М.: Высшая школа, 2010. 416 с.
12. Сладкова Л.А., Ногин О.Р., Неклюдов А.Н. Механика. Балашиха, ВА РКСН им. Петра Великого, 2023. 498 с.
13. Феодосьев, В. И. Сопротивление материалов [Текст] / В. И. Феодосьев. 16-е изд., испр. М.:

Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2016. 543 с. ISBN 978-5-7038-3874-7.

14. Лифты с машинным помещением // © 2025 АО «Щербинский лифтостроительный завод» (ЩЛЗ, входит в ГК ДОМ.РФ). URL: <https://www.shlz.ru/product/passazhirskie/lify-s-mashinnym-pomeshcheniem>.
15. Артоболевский И. И. Теория механизмов и машин [Текст]: учебное пособие для студентов высших технических учебных заведений. Изд. 8-е. М.: 2019. 639 с. ISBN 978-5-9710-6237-0.

## REFERENCES

1. Elevators still fall sometimes [Internet]. Available from: <https://www.techinsider.ru/technologies/1588857-kak-lifty-zashchishchayut-ot-padeniya>.
2. Technical regulations of the Customs Union. TP TC 011/2011 [Internet]. Available from: <http://mos.gosnadzor.ru/about/documents/%D0%A2%D0%A0%20%D0%A2%D0%A1%200112011%20%D0%91%D0%B5%D0%B7%D0%BE%D0%BF%D0%B0%D1%81%D0%BD%D0%BE%D1%81%D1%82%D1%8C%20%D0%BB%D0%B8%D1%84%D1%82%D0%BE%D0%B2.pdf>.
3. GOST R 53780-2010. Safety rules for the construction and installations of lifts. Moscow: Standartinform; 2012.
4. Elevator safety system [Internet]. Available from: <https://ziplift.ru/company/articles/sistema-bezopasnosti-lifta/>.
5. Sudakova VA, Gukov MG. Safety catches of two-way smooth braking as one of the directions for improving the safety and comfort of passenger elevators. Bulletin of the Belarusian-Russian University. Mechanics and Mechanical Engineering. 2019;4(65):66-73.
6. Sladkova LA, Wang Yin. Theoretical studies of elevator safety devices (catches). Izvestiya Tula State University. Technical Sciences. 2025;1:344-355. DOI: 10.24412/2071-6168-2025-1-344-355.
7. Kutsepolenko AV, Antonevich AI, Nepsha DV. Modern means of ensuring safety during the up-

ward movement of the elevator car and when it stops in the floor area. Science and Technology. 2023;22(6):460-469.

8. Komoza VF, Dobrinovich OA, Pavlov SV, Balabanov IN. Patent No EA 201700417 (A1). Device for Pulley Blocking. 2019 Jan 31.
9. Danilov AG. Patent RU 2735336 C1. Method of mechanically blocking the movement of an elevator car with open doors and a device for its implementation. 2020 Oct 15.
10. Danilov AG. Patent RU 2740226 C1. Method of mechanically blocking the movement of an elevator car with open doors. 2021 Sep 12.
11. Targ SM. A short course in theoretical mechanics. Moscow: Visshaya Shkola; 2010.
12. Sladkova LA, Nogin OR, Neklyudov AN. Mechanics. Balashikha: Russian Academy of Medical Sciences named after Peter the Great; 2023.
13. Feodosyev VI. Resistance of materials. 16th ed. Moscow: Publishing House of Bauman Moscow State Technical University; 2016.
14. Elevators with machinery space [Internet]. Available from: <https://www.shlz.ru/product/passazhirskie/lify-s-mashinnym-pomeshcheniem>.
15. Artobolevsky II. Theory of mechanisms and machines: textbook for students of higher technical educational institutions. 8<sup>th</sup> ed. Moscow; 2019.

## Информация об авторах:

**Сладкова Любовь Александровна** – доктор технических наук, профессор, профессор кафедры «Наземные транспортно-технологические средства», Российский университет транспорта (МИИТ), тел.+7(965) 377-93-89.

**Sladkova Lyubov Aleksandrovna** – Doctor of Technical Sciences, Professor, Professor of the Department of Ground Transportation and Technological Facilities, Russian University of Transport (MIIT), phone: +7(965) 377-93-89.

**Ван Инь** – аспирант кафедры «Наземные транспортно-технологические средства», Российский университет транспорта (МИИТ), тел.+7 (917) 504-37-67.

**Wang Yin** – Postgraduate Student of the Department of Ground Transportation and Technological Facilities, Russian University of Transport (MIIT), phone: +7 (917) 504-37-67.

**Вклад авторов: все авторы сделали эквивалентный вклад в подготовку публикации.**  
**Contribution of the authors: the authors contributed equally to this article.**

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.  
The authors declare no conflicts of interests.

Статья опубликована в режиме Open Access.  
Article published in Open Access mode.

Статья поступила в редакцию 26.02.2025; одобрена после рецензирования 17.03.2025; принята к публикации 26.03.2025. Рецензент – Анцев В.Ю., доктор технических наук, профессор Тульского государственного университета, член редсовета журнала «Транспортное машиностроение».

The article was submitted to the editorial office on 26.02.2025; approved after review on 17.03.2025; accepted for publication on 26.03.2025. The reviewer is Antsev V.Yu., Doctor of Technical Sciences, Professor of the Department of Tula State University, member of the Editorial Council of the journal *Transport Engineering*.

**Продолжается подписка на научно-технический журнал  
«Транспортное машиностроение» на 2025 год**

Подписку на журнал можно оформить в любом почтовом отделении или непосредственно в редакции журнала. Подписные индексы по интернет-каталогу «Пресса по подписке» – Э80859 – <https://www.akc.ru/itm/vestnik-bryanskogo-gosudarstvennogo-tehnicheskogo-universiteta/> и Объединенному каталогу «Пресса России» – 80859.

Стоимость подписки на минимальный срок – от 4846 руб.

Информация об опубликованных статьях регулярно направляется в систему Российского индекса научного цитирования (РИНЦ) – <https://www.elibrary.ru/contents.asp?titleid=79505>.

Сайт электронной редакции журнала: <https://bstu.editorum.ru/ru/nauka/journal/169/view>  
E-mail: [trans-eng@tu-bryansk.ru](mailto:trans-eng@tu-bryansk.ru).

Журнал входит в Перечень рецензируемых научных изданий, в которых должны быть опубликованы основные научные результаты диссертаций на соискание ученых степеней кандидата и доктора наук (категория К2) по группам научных специальностей:

- 2.5. Машиностроение (2.5.2; 2.5.3; 2.5.5; 2.5.6; 2.5.8),
- 2.6. Химические технологии, науки о материалах, металлургия (2.6.1; 2.6.17),
- 2.9. Транспортные системы (2.9.1; 2.9.3; 2.9.5).