УДК А. 62. С. 27/00 DOI: https://doi.org/10.18664/1994-7852.148.2014.72804

ВОПРОСЫ СПАСЕНИЯ ПРИ ПОЖАРАХ С ВЫСОТНЫХ ЗДАНИЙ

Канд. техн. наук В.Д. Шмаров

ПИТАННЯ СПАСІННЯ ПРИ ПОЖЕЖАХ З ВИСОТНИХ БУДІВЕЛЬ

Канд. техн. наук В.Д. Шмаров

QUESTIONS RESCUE AT FIRES WITH HIGH-RISE BUILDINGS

Candidate of technical sciences V.D. Shmarov

Проведен анализ существующих конструкций спасателей с высоток. Отмечены их недостатки: дороговизна, большая масса, малая устойчивость в транспортном положении, наличие трубопроводов высокого давления по всей длине подъемника и гидроцилиндров, большое время развертывания в рабочее состояние. Предложена новая конструкция подъемника и дана сравнительная характеристика параметров существующих подъемников и предлагаемого, защищенного патентами.

***Ключевые слова**: подъемник, конструкция, рама, высота, материал, стоимость, время.*

Проведено аналіз існуючих конструкцій рятувальників з висоток. Відзначені їх недоліки: дорожнеча, велика маса, мала стійкість в транспортному положенні, наявність трубопроводів високого тиску по всій довжині підйомника і гідроциліндрів, великий час розгортання в робочий стан. Запропоновано нову конструкцію підйомника і дана порівняльна характеристика параметрів існуючих підйомників і пропонованого, захищеного патентами.

***Ключові слова**: підйомник, конструкція, рама, висота, матеріал, вартість, час.*

The analysis of structures with high-rise rescue. Marked disadvantages: high center of gravity in the transport position, as attachments, and more 15-30t mass located above the cab, so TATRA-T815 with a lifting height 50 m is the mass of the chassis and hinged part 12,1t 15,53t, Bronto Skilift F68HLA (height lift 68m) chassis weight 11,25t and attachments 33,95t; unjustified high cost, less complex design attachments worth 5-8 times more expensive chassis, more complex in design; the presence of high-pressure pipelines for the entire length of the ski lift and hydraulic cylinders for all the tribes; large deployment time and clotting - 220s 180-200s due to structural peculiarities of these lifts. A new design of the lift and the comparative characteristic parameters of existing lifts and proposed protected by patents. The layout of the new machine is original because of the frame truss with variable base and is not above the elevator and down to the

platform. With three meters to a height of 70m is set for 30-40s, while existing at that time, 220c-duty similar to the existing one.

***Keywords**: lift, construction, frame, height, material, cost, and time.*

Учитывая все возрастающую цену на землю, в городах в последнее время строят, в основном, высотные здания. Все чаще при пожарах в этих зданиях люди гибнут из-за невозможности спасательных средств достигнуть определенных высот, при заблокированных по тем или иным причинам выходах. Для спасения с высоты в настоящее время используются в основном автолестницы и коленчатые подъемники. Существующие конструкции имеют над кабиной телескопическую или коленчатую раму (рис. 1, 2), размеры которой ограничиваются допускаемой высотой (габаритами) машины. В результате возникает необходимость в изготовлении ее из утолщенных материалов (или профилей) для обеспечения прочности, а это приводит к увеличению массы, в результате требуется шасси большей грузоподъемности и более мощной гидравлики, что тоже увеличивает общую массу подъемника. У существующих конструкций масса телескопической балки или коленчатой конструкции над кабиной достигает 15-35т при высоте подъема 50-70 м и грузоподъемности 400-500 кг. Так, например, TATRA-T815 при массе шасси 12,1 т имеет общую массу 27,63 т, т.е. на навесную часть приходится 15,53 т при грузоподъемности 400 кг, другой пример – Bronto Skilift F68HLA (высота подъема 68 м) имеет шасси массой 11,25 т и навесное оборудование 33,95 т; при увеличении высоты подъема масса этой части увеличивается также как и общая масса подъемника. Недостатком всех существующих конструкций является небольшая грузоподъемность-при значительной общей массе, большая высота и малая устойчивость в мобильном состоянии, так как рабочая конструкция расположенна сверху автомобиля и центр тяжести находится высоко над поверхностью. Еще один существенный недостаток – большое количество гидроцилиндров, стоящих между каждыми балками, которые их разворачивают, а следовательно, по всей длине необходимо тянуть трубопроводы высокого давления. А это, в свою очередь, приводит к тому, что время разворачивания подъемника увеличивается до 200-220 сек. У автолестниц есть еще один серьезный недостаток – по ним не могут спускаться дети и люди преклонного возраста. Компоновка современных пожарных машин представлена на рис. 1, 2.

Рис. 1. Подъемник пожарный

Известны ножничные подъемники у которых две плоские рамы (рис. 3) устанавливаются параллельно и соединяются между собой осями. Конструкция получается тяжелой и не обладает достаточной жесткостью по оси перпендикулярной плоскости рамы. Соединив четыре плоских рамы определенным образом (рис. 4, 5) получаем жесткую ферменную конструкцию, которая с высоты трех метров разворачивается на высоту 70-80 м за 30-40 с, имея сверху площадку с грузом массой 600 кг (в расчетах принята маса площадки – 200 кг и поднимаемого груза – 400 кг). Устойчивость при максимальной высоте проверялась по формуле Эйлера. Общий вид машины показан на рис. 5. Конструкция предлагаемой машины принципиально отличается от существующих и

защищена патентами [1, 2]. Основная часть машины – рама шарнирно-ферменной конструкции сделана из простых деталей (рис. 4, 5, 6). При одной и той же грузоподъемности конструкция в виде фермы имеет меньшую массу чем балочная, а кроме того, и это существенно, отпадает необходимость компоновать раму над кабиной. Момент сопротивления сечения увеличивается с увеличением геометрических размеров сечения, что и используется в предлагаемой конструкции.

Рис. 2. Лестница пожарная

Рис. 3. Ножничный подъемник

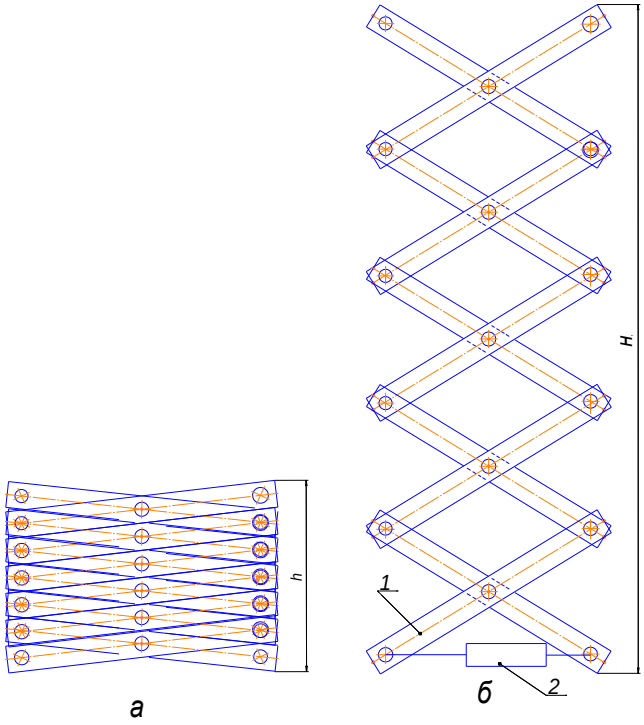

Рис. 4. Сторона рамы:
а – в сложенном состоянии; б – в развернутом состоянии; 1 – рама; 2 – гидроцилиндр

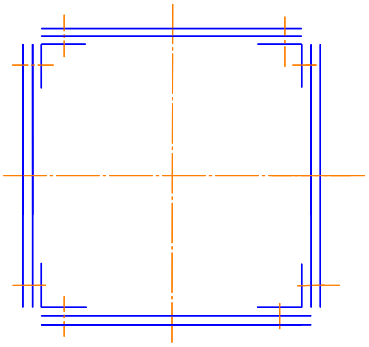

Рис. 5. Рама в сборе
(вид сверху)

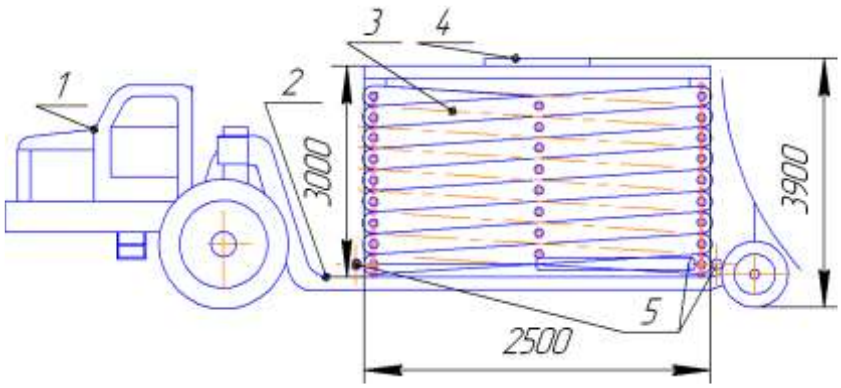

Рис. 6. Предлагаемая машина:
1 – тягач; 2 – платформа; 3 – рама; 4 – площадка для людей;
5 – гидроцилиндры управления рамой

С 3-х метров рама разворачивается на высоту 70 м за 30-40 с (у существующих конструкций это время 200-220 с). Площадка (люлька) с грузом наверху рамы – 600 кг. Устанавливается рама на транспортном средстве с аутригерами. Изменение высоты рамы осуществляется с помощью гидроцилиндров расположенных внизу рамы. Предпочтение отдано транспортному средству с одноосным тягачем. Тягачи намного дешевле базовых автомобилей, а скорость их 40-50 км, при средней скорости движения в городах 35-45 км/час по исследованиям профессоров Говорущенко Н.Я., Великанова Д.П. и др. [3,4,5,6]. Хотя можно использовать в качестве базовой машины и автомобили КРАЗ и КАМаз.

Произведенные расчеты массы и стоимости рычагов рамы (основной части подъемника) с использованием данных из интернета приведены в табл. 1. Наименьшая стоимость рамы будет из стального профиля (труба прямоугольная), при изготовлении из профиля алюминиевого сплава того же профиля масса уменьшается в 2,7 раза, но стоимость увеличивается в 1,6 раза, а при применении профиля из нержавеющей стали масса уменьшается в 1,4 раза при увеличении стоимости в 5 раз. При компоновке с одноосным тягачом и рамой из стали масса машины будет порядка 15 т, при компоновке на Камаз-43118 – до 20-25 т. Произведенные сравнения характеристик и цены различных подъемников приведены в табл. 2.

Таблица 1

Ориентировочный расчет стоимости материала рамы

Высота подъема, м	Высота рамы в сложенном состоянии, м	Масса площадки с грузом Q , кг	Общая масса рамы с Q, кг	Цена материала рамы (из интернета)	Материал рамы (труба прямоугольная)	Стоимость материала рамы тыс. грн
70	2,91	600	6500	28-30 тыс. руб/т	сталь	50
76	2,88	600	2400	393-464 руб/п.м	алюм. сплав	81
72	3,02	600	4690	208 руб/кг	сталь нержав	253
Размер рамы в плане в мобильном состоянии 2,5х2,5 м						

Таблица 2

Сравнение характеристик подъемников существующих и проектируемого

Марка подъемника	Максимальная рабочая высота, м	Допускаемая нагрузка на люльку, кг	Транспортная высота, м	Транспортная длина, около, м	Общий вес, т	Цена
Проектируемый	70-80*	400*	3,9-4	8-10	15-20	100-150 тыс. EUR
F 70 RPX (Bronto, Финляндия)	70	500	3,95	12,45	35	-
VEMA 453TFL на шасси Mercedes 3336 6x4/5100	45	400	3,8	11,2	30,5	778000 EUR
VEMA 553TFL на шасси Mercedes Actros 4141 8x4	55	400	4,1	12	37	905000 EUR
АПТ-50 (КАМАЗ-6540)	50	400	3,7	12	26,5	600000 EUR
АПТ-50 (МЗКТ-6923)	50	400	3,8	11,87	34,5	525000 EUR
TATRA-T815 (8x8)	50	400	4	12	35	-
F 55 RLX (Bronto, Финляндия)	55	500	3,9	11	32	-
F 78 RPX (Bronto, Финляндия)	78	500	3,95	13	43	-
МАГИРУС ALP 540, ФРГ	54	400	-	-	38	-

*грузоподъемность может быть увеличена за счет уменьшения массы люльки (площадки), на которую в расчетах выделено 200 кг, т.е. поднимается 200+400=600 кг;
**цена приблизительная первого экземпляра с учетом проектирования и испытаний, последующие будут дешевле.

Следует отметить, что стоимость шасси, на котором монтируется подъемник, в несколько раз ниже смонтированого на нем оборудования, хотя последнее по сложности уступает шасси. Так, например, Mercedes 3336 6x4/5100 стоит 125000 EUR, а на его базе подъемник VEMA 453TFL уже стоит 778000 EUR, Mercedes Actros 4141 8x4 и на его базе подъемник, соответственно 145000 и 905000 EUR. Как видно из табл. 3 производство подъемников весьма выгодное дело.

При уменьшении высоты подъема грузоподъемность резко возрастает. Вот один из расчетных вариантов. При высоте рамы в сложенном состоянии около 2 м и высоте подъема 36 м расчетный поднимаемый груз – 3,7 т, при собственной массе рамы 5,3 т. Так что эту конструкцию можно использовать при малых и средних высотах подъема груза.

Таблица 3

Отношение стоимости подъемника к стоимости шасси

Шасси	Подъемник на его базе	Стоимость шасси	Стоимость подъемника	Отношение стоимости подъемника к стоимости шасси
Mercedes 3336 6x4/5100	VEMA 453TFL	125000 EUR	778 000 EUR	6,224
Mercedes Actros 4141 8x4	VEMA 553TFL	145000 EUR	905 000 EUR	6,24
КАМАЗ-6540	АПТ-50	75000 EUR	600000 EUR	8

Учитывая высотное строительство в большинстве городов, только внутри Украины требуется не менее сотни таких машин. Даже взяв максимальную стоимость предлагаемого подъемника 150000 EUR, что, скорее всего, завышено, и минимальную иностранного АПТ-50 – 525000 EUR, (но его высота подъема всего 50 м) экономия составляет 37,5 млн EUR.

Для Украины 37,5 млн EUR не будут лишними. Но это только для МЧС, но есть и другие потребители: армия (поднятие экранов локаторов и антенн), коммуникационная область, строительство (ремонт высоток), учитывая дешевизну и простоту конструкции, вполне можно надеяться на экспорт. Выпуск таких подъемников-это еще и рабочие места.

Вывод. Решением проблемы может стать только налаживание производства своих подъемников на других технических решениях, более простых и дешовых, так как по старым схемам соревноваться с существующими иностранными производителями бесполезно. Да и патенты на основные технические решения коленчатых подъемников находятся у них. Затраты на организацию выпуска своих дешевых подъемников можно вернуть путем их продажи потребителям в других странах, так как они будут стоить в 5-8 раз дешевле зарубежных аналогов при той же грузоподъемности и высоте подъема и при других технических преимуществах указанных выше.

Список использованных источников

1. Пристрій для виконання пожежно-рятувальних робіт [Текст]: пат. 90525 Україна, МПК А 62 В 1/00, А 62 В 3/00, А 62 В 5/00 / В.Д. Шмаров, А.В. Шмаров. – № а 200800523; заявл. 15.01.2008; опубл. 11.05.2010, Бюл. № 9.

2. Пристрій для пожежно-рятувальних робіт з багатоповерхівок [Текст]: пат. 105439 Україна, МПК А 62 В 1/00; А 62 В 5/00; Е 06 С 9/00; А 62 В 3/00 / В.Д. Шмаров, А.В. Шмаров. – № а 201301067; заявл. 28.01.2013; опубл. 12.05.2014, Бюл. № 9.

3. Великанов, Д.П. Эксплуатационные качества отечественных автомобилей [Текст] /Д.П. Великанов. – М.: Машгиз, 1953.

4. Великанов, Д.П. Эксплуатационные качества отечественных автомобилей [Текст] / Д.П. Великанов. – М.: Машгиз, 1962.

5. Говорущенко, Н.Я. Основы теории эксплуатации автомобилей [Текст] / Н.Я. Говорущенко. – К.: Вища школа, 1971.

6. Шмаров, В.Д. Оптимальная загрузка автосамосвала экскаватором [Текст] / В.Д. Шмаров // Механизация строительства. – 1973. – № 3.

Рецензент д-р техн. наук А.Ю. Крот

Шмаров Володимир Данилович, канд. техн. наук, доцент, кафедра механізації будівельних процесів, Харківський національний університет будівництва і архітектури. Тел. 700-02-82, vladimirshmarov@mail.ru.

Shmarov Vladimir D., Ph.D., Associate Professor, Department of mechanization of construction processes, Kharkov National University of Construction and Architecture. Tel.7000282, vladimirshmarov@mail.ru.