

ОБЗОР ЭКЗОСКЕЛЕТОВ, ПРИМЕНЯЕМЫХ ПРИ ЛИКВИДАЦИИ ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЙ

Аннотация: В докладе приводится краткий обзор применения экзоскелетов

При ликвидации чрезвычайных ситуаций (ЧС) с наибольшей эффективностью для дела спасения людей. Кратко рассмотрены их функциональные возможности применения. Кроме того, дано краткое обоснование дальнейшего развития ЭС при ликвидации ЧС.

Ключевые слова: ЭС (экзоскелет), ликвидация ЧС (чрезвычайных ситуаций), МЧС, пожарный, экипировка, безопасность.

Введение

Возможности человека при выполнении своей работы безграничны, а в некоторых профессиях они сильно зависят от его физической силы (выносливости). Чтобы хоть как-то помочь им в выполнении своих нелёгких обязанностей, был создан экзоскелет (ЭС). Простыми словами ЭС – это устройство (конструкция), которое надевается на тело человека и усиливает его физические возможности (увеличивая силу и выносливость). К примеру, спасателям и пожарным приходится не только работать в экстремальных условиях, но и носить на себе груз (оборудование).

На сегодняшний день ЭС применяются в различных отраслях, таких как: медицина, промышленность, военное дело, погрузочно-разгрузочные работы, а также их применяют при ликвидации чрезвычайных ситуаций (пожаротушение, спасение людей, ликвидация последствий природного характера и т.д.). Далее будут рассмотрены ЭС, которые предназначены для пожарных и спасателей.

Такие специализированные ЭС представляет собой передовые устройства, которые позволяют приступить к ликвидации чрезвычайных ситуаций (ЧС) с наибольшей эффективностью для дела спасения людей [1]. Кроме того, ЭС повышает безопасность и уменьшает риски профессиональных заболеваний и травм.

Для пожарно-спасательных служб могут подойти ЭС на гидравлических приводах. Правильно сконструированный ЭС сможет в одиночку прокладывать полукилометровые магистральные линии, поднимать тяжелые обломки при разборе обрушенных конструкций или даже быть передвижным лафетным стволом [2]. ЭС незаменимы в условиях длительной работы на местах бедствия при поиске пострадавших, разборе конструкций в местах обрушения и эвакуации пострадавших. ЭС позволяет спасателям делать больше, не на пределе своих возможностей.

Обычный неактивный (пассивный) ЭС, интегрированный в боевую одежду пожарного, способен значительно облегчит их трудную работу. Снятие при помощи ЭС нагрузки обмундирования, разгрузка мышц спины и позвоночного столба, поможет там, где травма была бы неизбежна. Особое внимание уделяется пожарным ЭС, т.к их специфика применения связана с особо тяжелыми и опасными для жизни человека условиями труда. Необходимо учитывать, что вес защитной экипировки пожарного в полном комплекте составляет 30 кг [3]



ПРИМЕНЕНИЕ ЭС В ЛИКВИДАЦИИ ЧС

Начнём обзор с пожарного ЭС, разработанного в Университете Монаш (Австралия) и имеющего название *Advanced Firefighting Apparatus (AFA* – в пер. англ. «современное устройство для пожаротушения») [4]. ЭС изготовлен из титана и покрыт мета-арамидным волокном, вследствие чего он весит не более 23 кг. Он содержит привод (серводвигатель) и блок датчиков в каждом сочленении. В районе стопы имеется датчик распределения нагрузки. Также он оснащён двумя литий-полимерными батареями, которые обеспечивают бесперебойную работу пожарного ЭС около 2 часов.

ЭС AFA призван повысить безопасность и физические возможности пожарных при ходьбе, беге и переноске груза во время пожара в высотных зданиях [5]. AFA помогает переносить грузы весом до 91 кг. ЭС крепится поверх боевой одежды пожарного и управляется удобными джойстиком, перенося свой вес и нагрузку непосредственно на землю. Это обеспечивает значительную дополнительную мышечную силу при работе пожарного и сокращает время тушения или спасения человека из огня. На случай выхода костюма из строя предусмотрена система аварийного отсоединения. Пожарный может просто потянуть за переключатели с каждой стороны бедра и составные компоненты ЭС автоматически и немедленно отпадут. Кроме того, ЭС AFA оснащён эффективными «шарнирами», позволяющими убирать из прохода тяжёлые предметы и выбивать закрытые двери.

Необходимо отметить, что ЭС AFA может быть оснащён целым рядом приспособлений для различных задач, включая водяной шланг высокого давления, который просто закрепляется на руке.

Далее рассмотрим ЭС *Auberon*, разработанный производителем автомобилей *Trigen Automotive* (Сингапур) совместно с силами гражданской обороны [6]. Позволяет пожарному в полной экипировке свободно передвигаться по задымлённым лестничным клеткам с дополнительным весом около 40 кг. Руки пожарного остаются свободными для работы в условиях пожара, а все основные и дополнительные нагрузки передаются на пол через каркас и экзоскелетную обувь, таким образом разгружая плечи и спину пожарного.

Устройство работает на сжатом воздухе от двух баллонов ёмкостью 6,8 л каждый и этого достаточно, чтобы пожарный поднялся и спустился по лестнице на 12 этажей три раза и ещё немного осталось. Пневматические поршни на ногах помогают спасателю перейти на легкий шаг, делая подъем по лестнице гораздо менее затратным физическим испытанием [7]. А если ситуация потребует от пожарного освободиться от экзоскелета, предусмотрен механизм быстрого освобождения. В ЭС отсутствует какая-либо электроника, управляющая им, что гарантирует его функционирование даже в неблагоприятных условиях, подвергаясь влиянию экстремально высоких температур или влажной среды. Кроме того, для безопасности в ЭС *Auberon* отсутствуют батареи (аккумуляторы), что, по сути, характеризует его как чисто механическую систему.

Компания *Trigen Automotive* при разработке ЭС *Auberon* тесно сотрудничали с аварийно-спасательными службами, чтобы понять их проблемы, как говорится на земле и создали надёжное решение, смягчающее суровые условия, с которыми сталкиваются пожарные при тушении пожаров на высотных объектах [8].

Хотелось бы также рассмотреть ЭС, разработанный государственной *China Aerospace Science and Industry Corp (CASIC, Kumai)* [9]. Это ЭС в открытой печати никак не назван, потому введу для него название по имени компании CASIC. Он предназначен для работы пожарных при ликвидации огненной угрозы лесном массиве и горных регионах в условиях экстремального холода, помогая огнеборцам переносить грузы до 50 кг., а также более свободно перемещаться на местности в режиме обычной ходьбы, прыжков или бега [10].



Его относительно лёгкий вес, который составляет не более 5 кг., достигается за счёт того, что каркас ЭС CASIC выполнен из углеродного, в связке с мощной функциональностью помогает пожарным эффективнее расходовать энергию – достигая 50%. Это ощутимый фактор, так как в высокогорных регионах из-за недостатка кислорода грузы весом 1 кг. ощущаются как 5 кг., а на высоте 3500 метров физические возможности человека снижаются всего до 70-75 % от нормального уровня [11]. Для того, чтобы надеть этот ЭС необходимо менее минуты, а снять 10 секунд.

Необходимо отметить, что ЭС CASIC разработали в 2020, как ответ на призывы китайского правительства найти срочное решение для оперативного и эффективного тушения лесных пожаров [12]. Его разработка велась в рамках национального плана действий на случай чрезвычайных ситуаций при лесных и луговых пожарах (высокогорных территорий), предусматривающий модернизацию высокотехнологичного противопожарного оборудования и увеличение запасов оборудования [13].

Завершить обзор хотелось бы отечественным ЭС ПЭ7-Спина от компании ProEco (Россия). Изначально его применение планировалось для промышленной отрасли, но затем он прошёл испытания при выполнении задач МЧС и был одобрен для дальнейшего внедрения после некоторых доработок в помощь пожарным [14]. ЭС ПЭ7-Спина является пассивным и основан на шарнирных механизмах (пружинные и резиновые элементы), которые крепятся на спину, руки и бедра. Состав

Были проведены следующие усовершенствования: более надёжное крепление балона с кислородом, плавная интеграция с текущей амуницией, быстросъём конструкции без снятия шлема, применение негорючих материалов и др.. ЭС ПЭ7-Спина снимает нагрузку с позвоночника (до 90 %), мышц спины, рук и частично ног при выполнении пожарно-спасательных операций (поднятие груза до 45 кг.) и др [15].

К, сожалению, о работе в нём при экстремальных температурах речи не идёт, но он здорово может выручить при разгрузке и переноске тяжёлых предметов (помощь в доставке дополнительного оборудования на место пожара в высотном доме) [16]. На сегодняшний день ЭС ПЭ7-Спина применяют некоторые промышленные российские предприятия и компании по доставке, но у этого проекта блестящие перспективы.

Внедрение ЭС ПЭ7-Спина в структуру МЧС не за горами, т.к. он, несомненно, может быть отнесён к элементам совершенствования специальной экипировки пожарных (СЭП). Необходимость развития ЭСН в интересах МЧС Российской Федерации, как перспективных элементов специальной экипировки пожарных закреплена Концепцией развития робототехнических систем специального назначения в системе МЧС России до 2030 года [17].

Заключение

ЭС востребованы во многих сферах, и ликвидация ЧС является одним из перспективных сегментов рынка для данного вида продукции. Такого рода ЭС позволяют увеличить мобильность и выносливость пожарных (спасателей), значительно снизить нагрузки на организм в целом, а также сделать их более защищёнными в процессе их экстремальной работы, в том числе от воздействия вредных веществ [18]. Вложения в компании, специализирующиеся на ЭС для ликвидации ЧС, могут иметь потенциально высокую доходность.

В целом, применение ЭС, в частности, при пожаротушении является важнейшим направлением повышения безопасности и улучшения работы пожарно-спасательных служб. Современные мировые технологии позволяют создавать наиболее совершенные устройства, способные повысить уровень работы при ликвидации ЧС и защитить (спасти) здоровье и жизни людей (пожарных, спасателей и спасаемых).



Относительно применения ЭС в России можно добавить несколько слов. До 2025 гг. ЭС планируется повсеместно внедрить в практику реагирования на ЧС для снижения физических нагрузок на организм спасателей и пожарных, а также разработать антропоморфные робототехнические комплексы, которые будут удалённо копировать действия человека [19]. С 2026 по 2030 годы планируется внедрение технологий оснащения специальной техники МЧС модулями «искусственного интеллекта» и разработка роботизированных систем дополненной реальности для боевой экипировки спасателей и пожарных.

Список литературы:

1. Применение экзоскелета в пожаротушении URL: <https://portal.edufire37.ru/articles/367> ((дата обращения: 15.11.2024)
2. Иванова Е.С., Бородин Д.П. Предложения по совершенствованию специальной защитной одежды и анализ технологии экзоскелета // Сборник трудов XXXII Международной научно-практической конференции «Предотвращение. Спасение. Помощь» (секция № 55). – Химки: ФГБВОУ ВО АГЗ МЧС России, 2022. – С. 35-38
3. 30 кг вес защитного костюма пожарного в полном комплекте URL:<https://вдпо.пф/facts/30-kg-ves-zashchitnogo-kostyuma-pozharnogo-v-polnom-komplekte> (дата обращения: 15.11.2024)
4. A.F.A.-Powered Exo-Suit for Firefighter Advance Firefighting URL: <https://competition.adesignaward.com/design.php?ID=45387> (дата обращения: 15.11.2024)
5. Дизайнерский экзоскелет превратит пожарных в супергероев URL: <https://smotrim.ru/article/1385427> (дата обращения: 15.11.2024)
6. This is the Auberon, a made-in-Singapore firefighting exoskeleton URL: <https://www.hardwarezone.com.sg/tech-news-auberon-made-singapore-firefighting-exoskeleton> (дата обращения: 16.11.2024)
7. Auberon exoskeleton takes the strain out of firefighting in towering infernos URL: <https://www.trigenautomotive.com/news/auberon-exoskeleton-takes-the-strain-out-of-firefighting-in-towering-infernos/> (дата обращения: 16.11.2024)
8. Auberon Firefighting Suit Is An Exoskeleton For Firefighters URL:<https://wonderfulengineering.com/auberon-firefighting-suit-takes-load-off-firefighters/> (дата обращения: 16.11.2024)
9. These Powered Exoskeletons Are Being Used To Strengthen Chinese Firefighters URL: <https://wonderfulengineering.com/these-powered-exoskeletons-are-being-used-to-strengthen-chinese-firefighters/> (дата обращения: 18.11.2024)
10. China develops exoskeletons to support tasks in high-altitude regions URL: <https://window-to-china.eu/2020/11/11/china-develops-exoskeletons-to-support-tasks-in-high-altitude-regions/> (дата обращения: 18.11.2024)
11. Chinese army develops exoskeletons to alleviate tasks in high altitude region <https://armyrecognition.com/focus-analysis-conflicts/army/defence-security-industry-technology/chinese-army-develops-exoskeletons-to-alleviate-tasks-in-high-altitude-region> (дата обращения: 18.11.2024)
12. Стоит отметить, что данный экзоскелет невероятно легкий URL: <https://sm.news/aerokosmicheskaya-korporaciya-knr-razrabotala-ekzoskelet-dlya-pozharnyx-vesom-menshe-5-kg-70968/> (дата обращения: 18.11.2024)



13. Chinese space firm delivers exoskeleton system to firefighters, enhances performance in fighting grassland, forestry fires URL: <https://www.globaltimes.cn/page/202104/1221691.shtml> (дата обращения: 18.11.2024)

14. ProЕХО испытания экзоскелета в МЧС URL: https://pikabu.ru/story/proexo_ispyitaniya_yekzoskeleta_v_mchs_7978365 (дата обращения: 18.11.2024)

15. Промышленный экзоскелет модуль ПЭ7-Спина URL: <https://proexo.ru/promyshlennyj-ekzoskelet-pe7-spina> (дата обращения: 18.11.2024)

16. Промышленный экзоскелет модуль ПЭ7-Спина для экспедиторов URL: https://www.youtube.com/watch?v=GdQq6EMf_JA (дата обращения: 18.11.2024)

17. В России впервые разработают госстандарт на экзоскелеты для пожарных URL: <https://ru-bezh.ru/zakonodatelstvo-i-normativyi/news/24/10/18/v-rossii-vpervye-razrabotayut-gosstandart-na-ekzoskelety-dlya-po> (дата обращения: 18.11.2024)

18. Экзоскелеты – доспехи будущего URL: <https://vc.ru/u/1763848-titova-kseniya/691791-ekzoskelety-dospehi-budushego> (дата обращения: 18.11.2024)

19. В МЧС планируют к 2030 году вооружить спасателей экзоскелетами и робототехникой с модулями искусственного интеллекта URL: <https://www.interfax-russia.ru/moscow/novosti-mchs/v-mchs-planiruyut-k-2030-godu-vooruzhit-spasateley-ekzoskeletami-i-robototehnikoy-s-modulyami-iskusstvennogo-intellekta> (дата обращения: 18.11.2024)

