

Исследование термодеструктивной стойкости древесных плит, применяемых для изготовления корпусной мебели.....	133
<i>Чернушевич Е.В., Сидоренко М.Н.</i>	
Стационарная оценка остаточного ресурса эксплуатации восстанавливаемых систем	141
<i>Пицый В.В., Тараканов Д.В., Суховерхова Л.В.</i>	
О новых подходах в вопросах эксплуатации огнетушителей	150
<i>Преснов А.И., Марченко М.А., Брот А.В.</i>	
Экспериментальное исследование зависимости расхода от напора в переносном лафетном стволе с кольцевой распыляющей насадкой	158
<i>Куртов С.О., Малый В.П., Каврига С.Г., Лоран Н.М.</i>	
Современные методы исследования металлических изделий.....	167
<i>Горбунов А.С.</i>	
Оценка рисков и разработка способа их снижения на магистральном нефтепроводе и прилегающих территориях	177
<i>Крымский В.В., Ивахнюк Г.К., Гарифулин Р.Р.</i>	
Исследование эффективности инструктажей по пожарной безопасности	190
<i>Широбоков С.В., Рябова В.И., Касаткина Е.А.</i>	
Особенности обеспечения пожарной безопасности атомных станций малой мощности в арктическом регионе	200
<i>Амельчугов С.П., Сергеев И.Ю., Батуро А.Н., Брот А.В.</i>	
Пожарная и промышленная безопасность. Безопасность в ЧС	
Некоторые закономерности исследования модифицированных композитных материалов.....	208
<i>Мелкозеров В.М., Мелкозеров Д.В., Сергеев И.Ю., Батуро А.Н., Коваль Ю.Н., Мартинovich Н.В., Казаковцева Т.С., Крючков А.М. С.Г.</i>	

Управление в организационных системах (2.3.4. технические науки)

Научная статья
УДК 796.015.52
doi:10.34987/vestnik.sibpsa.2025.12.68.001

Физическая подготовка пожарных, определение подхода к оптимизации (механизации) отдельных видов работ при тушении пожара

*Иван Сергеевич Фогилев
Павел Владимирович Ширинкин
Сергей Геннадьевич Андросенко
Андрей Дмитриевич Ищенко*

*Академия Государственной противопожарной службы МЧС России, Москва, Россия
Автор, ответственный за переписку: Сергей Геннадьевич Андросенко, green01sa@yandex.ru*

Аннотация. Каждый человек обладает свойственными ему физическими возможностями и различной степенью выносливости. При выполнении задач, связанных со спасением людей при пожарах, транспортировке пострадавших, работе с прокладкой магистральных рукавных линий, работе со стволом, с большим расходом воды, требуется достаточный уровень физической подготовки, при том, что такие работы на пожаре могут проходить длительный период времени. Пожарный, в условиях воздействия опасных факторов при пожаре (это и потеря видимости в дыму, повышенная температура окружающей среды, открытое пламя, низкая концентрация кислорода в воздухе, аномально низкие температуры окружающей среды в зимнее время года и многие другие аспекты) тратит свои силы в разы быстрее, чем при иных условиях и видах работ, усталость дает о себе знать. Также на состояние пожарного не малое влияние оказывает психологическое состояние, а в случаях с массовой гибелью людей при пожарах порой и шоковое состояние. Все вышеуказанные факторы непосредственно влияют на физические возможности пожарного и подразделения пожарной охраны в целом, на их действия по локализации и ликвидации пожаров.

Для восстановления физических возможностей требуется дополнительное время отдыха, хорошее питание, но конечно, это невозможно сделать в условиях пожара.

В публикации проанализированы вопросы физических нагрузок, методик определения физической работоспособности пожарного, а также повышения возможностей пожарных при использовании современных механизированных средств, уменьшающих физическую нагрузку по отдельным видам работ на пожарах.

Ключевые слова: физическая нагрузка, пожарная охрана, пожар, работоспособность, энергозатраты, экзоскелет

Для цитирования: Ширинкин П.В., Ищенко А.Д., Фогилев И.С., Андросенко С.Г. Физическая подготовка пожарных, определение подхода к оптимизации (механизации) отдельных видов работ при тушении пожара // Сибирский пожарно-спасательный вестник. 2025. № 2 (37). С. 9-18. <https://doi.org/10.34987/vestnik.sibpsa.2025.12.68.001>.

Original article.

Physical training of firefighters, determination of the approach to optimization (mechanization) of certain types of work during fire extinguishing

Ivan S. Fogilev

Pavel V. Shirinkin

Sergey G. Androsenko

Andrey D. Ishchenko

Academy of State Fire Service of EMERCOM of Russia, Moscow, Russian Federation

Corresponding author: *Sergey G. Androsenko, green01sa@yandex.ru*

Abstract. Each person has his or her own physical abilities and varying degrees of endurance. When performing tasks related to rescuing people in case of fires, transporting victims, working with laying trunk hose lines, working with a trunk, with high water consumption, a sufficient level of physical fitness is required, despite the fact that such work on a fire can take a long period.

A firefighter, under the influence of dangerous factors in a fire (this includes loss of visibility in smoke, elevated ambient temperature, open flames, low oxygen concentration in the air, abnormally low ambient temperatures in the winter season, and many other aspects) spends his strength many times faster than under other conditions and types of work, fatigue is making itself felt.

In addition, the psychological state has a significant impact on the condition of a firefighter, and in cases of mass deaths in fires, sometimes a state of shock. All of the above factors directly affect the physical capabilities of the firefighter and the fire protection unit as a whole, their actions to localize and eliminate fires.

To restore physical capabilities, additional rest time and good nutrition are required, but of course, this cannot be done in fire conditions.

The publication analyzes the issues of physical exertion, methods for determining the physical performance of a firefighter, as well as increasing the capabilities of firefighters using modern mechanized means that reduce physical exertion types of work on fires.

Keywords: physical activity, fire protection, fire, efficiency, energy consumption, exoskeleton

For citation: Shirinkin P.V., Ishchenko A.D., Fogilev I.S., Androsenko S.G. Physical training of firefighters, definition of an approach to optimization (mechanization) of certain types of work during fire extinguishing // Siberian Fire and Rescue Bulletin. 2025. № 2 (37). С. 9-18. (In Russ.) <https://doi.org/10.34987/vestnik.sibpsa.2025.12.68.001>.

Введение

Физическая активность вместе с кровеносной и дыхательной системами требует значительного усиления функционирования сердечно-сосудистой системы. Сердечно-сосудистая система обладает перечнем различных механизмов, обеспечивающих выполнение этой задачи. Прежде всего, к ним следует отнести гемодинамические факторы (учащенное сердцебиение, ускоренный кровоток, увеличение объема циркулирующей крови, изменения артериального давления). Сердце физически подготовленного человека обладает способностью к длительной физической нагрузке, в основном за счет увеличения систолического объема и уменьшения за счет увеличения частоты сердечных сокращений. Напротив, у людей, не получавших физической подготовки, эта адаптация происходит за счет увеличения частоты сердечных сокращений. У людей, активно занимающихся спортом, нагрузка, требующая максимального напряжения за короткое время, например, при беге на короткие дистанции, сердце может сокращаться с частотой до 200 раз в минуту, чем сильнее нагрузка, тем более выражены изменения пульса и артериального давления.

Физическая нагрузка, методы определения

Для оценки функционального состояния сердечно-сосудистой системы на основе изменений частоты сердечных сокращений используется множество функциональных тестов. 2 наиболее широко используемых - Гарвардский степ-тест и тест PWC_{170} [1].

Гарвардский степ-тест назван в честь лаборатории усталости Гарвардского университета, где он был разработан. Его принцип заключается в подъеме и опускании со ступенек стандартного размера в определенное время в заданном темпе (Рис.1).

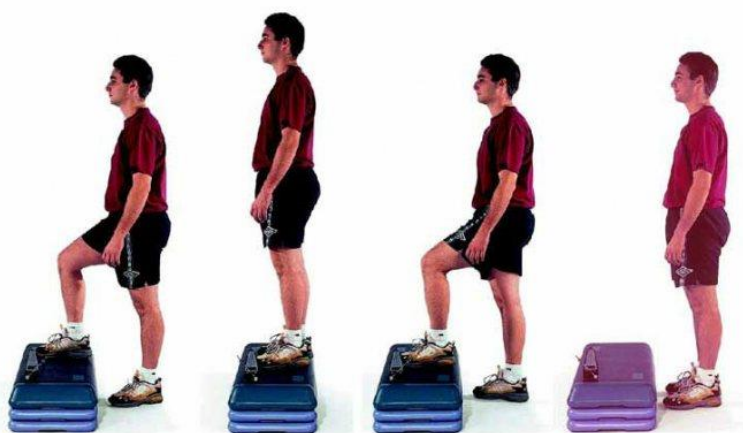


Рис.1. Порядок выполнения Гарвардского степ-теста [1]

В таблице представлены условия прохождения Гарвардского степ-теста для мужчин, женщин, детей.

Табл. Условия прохождения степ-теста для мужчин, женщин, детей

Категория	Высота ступени, см.	Время, мин.	Темп, количество восхождений и спусков в 1 мин.
Мужчины	50	3	30
Женщины	45	4	30
Дети	В зависимости от возраста		

После теста частота сердечных сокращений определяется 30 раз за 3 секунды. Первое измерение длилось от 60 до 90 секунд. Результаты периода восстановления, затем 120-150 секунд и даже 180–210 секунд рассчитываются с использованием формулы 1, так называемого индекса Гарвардского степ-теста (далее именуемого IGST).

После пробы, три раза определяется частота сердечных сокращений за 30 секунд. Первый раз – в период 60-90 секунд восстановительного периода, затем в 120-150 секунд и далее от 180 до 210 секунд. Результаты выражаются количественно, по так называемому индексу Гарвардского степ-теста (далее – ИГСТ) рассчитываемого по формуле 1.

$$\frac{t \times 100}{(f_1 + f_2 + f_3)} \times 2 \quad (1)$$

где, f_1 – частота сердечных сокращений за период 60-90 секунд восстановительного периода, f_2 – 120-150 секунд, f_3 180-200 секунд, t – фактическое время выполнения теста, секунд.

Если ИГСТ ниже 50, то физическая работоспособность считается очень плохой, при показателях 51-60 – плохой, 61-70 достаточной, 71-80 хорошей, 81-90 – очень хорошей, а больше 91 – отличной.

Вторым, наиболее распространённым видом функциональных проб является тест PWC_{170} . Под аббревиатурой PWC (Physical Working Capacity) принимается обозначение теста, определяющего параметры сердечного ритма при оптимальном значении 170 ударов в минуту.

Определение физической работоспособности по этому тесту основано на зависимости между частотой сердечных сокращений и мощностью выполняемой работы. Тест позволяет определить показатель ритма сердцебиения при большой нагрузке на основе показателей ритма сердцебиения при легких нагрузках.

Принятый наиболее предпочтительным режим работы сердечно-сосудистой системы со значением 170 сокращений сердца в 1 минуту означает, что при данном ритме обеспечивается выполнение необходимой физической нагрузки.

Тестирование PWC_{170} предусматривает выполнение упражнений в два этапа. Оба этапа длятся продолжительностью в 5 минут. Перерыв между упражнениями составляет 3 минуты. После выполнения каждого упражнения половины минуты измеряется частота сердечных сокращений (далее – ЧСС).

При второй нагрузке частота его не должна превышать 150 ударов в 1 мин. Расчет PWC_{170} производится по формуле 2, которую разработала команда во главе с В.Л. Карпманом:

$$PWC_{170} = W_1 + (W_2 - W_1) \times \frac{170 - f_1}{f_2 - f_1}, \quad (2)$$

где, W_1 и W_2 – мощность первой и второй нагрузок (в кг.м/мин), f_1 и f_2 – показатель ритма сердцебиения при выполнении 1 и 2 упражнения.

Стоит отметить, что средняя величина для спортсменов – мужчин составляет 1520 кг.м/мин, а женщин – 780 кг.м/мин. При этом при неблагоприятной ЭКГ отмечается значительное учащение числа сердечных сокращений, существенное снижение или резкое увеличение высоты зубцов. Все это свидетельствует о перегрузке сердечной мышцы или о нарушении ее кровоснабжения.

Вышеуказанной методикой пользуются для определения уровня физической работоспособности газодымозащитника [2,3].

Помимо рассматриваемых методик оценки физического состояния человека в научной работе [4] рассмотрена методика определения энергозатрат членов аварийно-спасательных подразделений горноспасательных частей при выполнении тяжелых работ под землей в условиях воздействия опасных факторов при пожарах. В работе [5] проведен расчет энергозатрат лиц из числа оперативного персонала атомных электростанций при выполнении работ в условиях возникновения опасных факторов при пожарах в помещениях атомных электростанций.

Физическая подготовка пожарных, международный опыт

Физическая подготовка пожарных является одним из ключевых моментов в деятельности пожарных подразделений при выполнении различных видов работ на пожарах. Рассматривая физические условия работы пожарных, необходимо учитывать воздействие на них опасных факторов пожара. И в этой связи на человека дополнительно повышается нагрузка при работе в защитной одежде пожарного, увеличения переносимого им оборудования к месту проведения работ, действия в дыхательном аппарате при воздействии токсичных продуктов горения при пожарах, нехватки численности личного состава подразделения.

Рассматривая международный опыт подготовки пожарных необходимо отметить, что исследования в этой отрасли проводились в США (г. Оклахома) начиная с 1981 года, где была разработана программа испытания физических способностей пожарных (авторы Bahrke M., Michael S.D.) Программа содержит испытания физической силы, быстроты движения, ловкости, гибкости, координации движения, при этом предусмотрены специальные упражнения, такие как прыжки в высоту, перемещение грузов, транспортировка грузов по лестнице, работа с завязанными глазами.

В пожарном депо ФРГ (г. Саарбрюкет) в 1982 году (Mahl H.D.) в целях повышения физической подготовки пожарных разработан специальный тренажер, при этом величина нагрузки корректируется с учетом возрастных категорий пожарных. В совокупности тренажер

состоит из лестницы, трассы для переползания, велосипедный и конвейерный эргометры, также тренажер оборудован молотом. В научных работах A.Kilbom в 1980 году установлено, что обследуемые пожарные в возрасте до 40 лет обладают достаточной физической работоспособностью, а вот уже при превышении этого порога число пожарных с плохой физической работоспособностью увеличивается. Учеными был сделан вывод, что снижение работоспособности с возрастом неизбежен, но у пожарных он проявляется ярче, чем у других профессиональных групп. Ситуацию можно улучшить, но необходимо сделать наиболее строгие требования к физической работоспособности.

В нашей стране и за рубежом была проведена серия исследований, которые доказали, что экстремальные условия работы влияют не только на психику пожарных, но и на физическое состояние человека. Согласно исследованиям N. Hallmeyer с соавторами при типовых вариантах действий на пожарах средняя ЧСС составляет порядка 150 ударов в минуту, а средние затраты рабочей энергии порядка 30-40 кДж/мин. Французские исследователи (S.D. Michael с соавторами) подробно проанализировали роль спорта в физическом воспитании пожарных и считают, что физические упражнения и спорт должны быть для пожарных обязательными вовремя их трудовой карьеры. A.Вгoup с коллегами проводили эксперименты в области оценки физических способностей пожарных-добровольцев и разработали более короткую по сравнению с профессиональными пожарными программу упражнений, включая 15 минутные пробежки на дистанции 15 м. в дни работы пожарных. Выполнение этой программы в течение 11 недель повышало максимальное потребление кислорода на 16%, а также повышало общее физическое состояние пожарных.

Физическая сила, выносливость и возможность получения травм в области спины у пожарных были изучены J.D. Cadу и коллегами в 1979 году. Анализ травм спины показал, что их наибольшее количество отмечалось среди наименее выносливых пожарных (7,1%), в группе лиц со средней степенью выносливости коэффициент травматизма был равен 3,2%, а среди лиц, с высокой степенью выносливости и превосходными физическими данными - 0,8%.

Огромную роль в изучении здоровья и физического состояния внесли ученые и специалисты Международной Ассоциации пожарных и спасательных служб (далее - КТИФ). Специалистами комиссии по охране здоровья пожарных КТИФ ежегодно проводятся конференции, семинары, симпозиумы, публикуются проводимые исследования по актуальным вопросам обеспечения безопасности и здоровья пожарных и спасателей при проведении аварийно-спасательных работ [6]. Комиссия функционирует с 1995 года. Председателем комиссии КТИФ с 2020 года является Томми Бекгаард Кьер (Дания). Основными направлениями международных исследований в области здоровья и физического состояния пожарных в настоящее время являются:

- проблематика сна и отдыха пожарных;
- питание и гидратация пожарных;
- онкологические заболевания пожарных;
- психологическое здоровье в пожарной службе и другие.

Подводя итог проведенным исследованиям можно сделать вывод, что совершенствование физической работоспособности пожарных можно обеспечить только на основе оценки функционального состояния организма. И тренированный организм по сравнению с менее тренированным может не только выполнять нагрузку с меньшей физической «стоимостью», но и восстановление всех функций у него будет проходить значительно интенсивнее. Все это свидетельствует о необходимости совершенствования физической подготовки личного состава пожарной охраны, а также использованию современных технических средств.

В следующем разделе статьи проведены исследования по проведению боевого развертывания, предполагающего большой расход воды на нужды пожаротушения, с указанием

количества пожарных, участвующих в эксперименте, затраченного времени и диаметра рукавов.

Особенности реализации типовых схем боевого развёртывания при тушении пожаров на объектах с предполагаемым большим расходом воды, опытные испытания

Для исследования возможностей пожарных по проведению боевого развёртывания на пожаре, с предполагаемым большим расходом воды проведен ряд экспериментов, основные результаты из них представлены ниже:

1. Боевое развёртывание от автоцистерны с установкой ее на водоисточник, прокладкой рукавной линии из рукавов пожарных напорных Ø 150 мм, Ø 89 мм, Ø 77 мм. Развёртывание от водоисточника расчетом из 4 человек выполнено в течение 10 минут. При выполнении эксперимента пожарные прокладывали рукавные линии из одинарной скатки. По окончании развёртывания у пожарных наблюдалось превышающие установленные значения ЧСС, что при заданном уровне работы классифицируется как тяжёлая. Эти показатели ЧСС не позволяют им в дальнейшем продолжать развёртывания сил и средств.

2. Боевое развёртывание от автоцистерны с установкой ее на водоисточник, переноской разветвления на 400 м с прокладкой рукавной линии Ø150 мм. Боевое развёртывание выполнено за 11 минут. Для оптимизации действий и снижения нагрузки на пожарных было применено тактическое решение - выгрузка рукавов из автоцистерны по ходу движения от условного очага пожара, до места установки автоцистерны на водоисточник. При выполнении эксперимента пожарные прокладывали рукавные линии из одинарной скатки. По окончании развёртывания у пожарных наблюдалось установленные значения ЧСС при заданном уровне работы - тяжёлая.

Выводы по результатам испытания:

При проведении боевого развёртывания были определены основные принципы и решения при прокладке рукавной линии Ø 150 мм на 400 м пожарными, расчётом из 8 человек.

3. Боевое развёртывание от автоцистерны с установкой ее на водоисточник с подачей двух лафетных стволов и прокладкой магистральной линии Ø 150 мм на 200 м.

Боевое развёртывание выполнено за 14 минут. При выполнении эксперимента пожарные прокладывали рукавные линии из одинарной скатки. По окончании развёртывания у пожарных наблюдалось превышающие установленные значения ЧСС при заданном уровне работы - тяжёлая. Что не позволяет им в дальнейшем продолжать развёртывания сил и средств. Кроме того, откреплением и съёмом лафетного ствола занимались два пожарных, что в итоге привело к уменьшению времени тактической реализации развёртывания.

4. Боевое развёртывание от автоцистерны с установкой ее на водоисточник и прокладкой двух магистральных линии Ø 150 мм по 80 м каждая. Боевое развёртывание выполнено за 4 минуты. При выполнении эксперимента пожарные прокладывали рукавные линии из двойной скатки. По окончании развёртывания у пожарных наблюдалось установленные значения ЧСС при заданном уровне работы.

5. Боевое развёртывание от автоцистерны с установкой ее на водоисточник и прокладкой магистральной линии Ø 150 мм на 100 м и двух рабочих Ø 89 мм по 100 м. Боевое развёртывание выполнено за 8 минут. При выполнении пожарные прокладывали рукавные линии Ø 150 мм из одинарной скатки, а рукава Ø 89 мм из двойной скатки. По окончании развёртывания у пожарных наблюдалось установленные значения ЧСС при заданном уровне работы.

В результате проведенных экспериментов получены данные о физических возможностях пожарных при проведении боевых развёртываний по различным схемам в определенный период времени, при этом фиксировались значения ЧСС и определялся уровень проводимой работы, которая в основном относилась к категории «тяжелая». Некоторые планируемые

эксперименты оказали невозможность их дальнейшего проведения ввиду предельно допустимых значений ЧСС у пожарных.

Технические решения, позволяющие оптимизировать отдельные виды работ при пожарах

Научно-технический прогресс не стоит на месте и в мире уже разработано специальное устройство, под названием «Экзоскелет» (от греч. $\acute{\epsilon}\xi\omega$ — внешний и $\sigma\kappa\epsilon\lambda\epsilon\tau\omicron\varsigma$ — скелет). Данное устройство позволяет повысить производительность выполнения физической работы за счет задействования внешних механических и гидравлических приспособлений. При этом, как правило, часть нагрузки переносится на опоры экзоскелета через приводные части конструкции при переносе грузов (Рис.2).



Рис.2. Экзоскелет пожарного (снимок из открытых источников)

По данным из открытых источников экзоскелет повторяет биомеханику человека для пропорционального увеличения усилий при различных движениях. Для определения этих пропорций следует пользоваться понятием анатомическая параметризация – это определение соответствий между различными анатомическими характеристиками строения человеческого тела и параметрами механического устройства, обуславливающих оптимальную работу образующейся при этом биомеханической системы [7].

В настоящее время экзоскелеты разработаны в России, Японии, США, Израиле и проходят апробацию в различных направлениях деятельности человека, в том числе в военной сфере. В 2015 году наиболее полную и современную классификацию экзоскелетов предложил профессор Воробьев А.А. и соавторы [8]

В основу предлагаемой классификации положены несколько принципов.

1. По принципу работы: пассивные, полуактивные, активные.
2. По локации на теле:
 - для рук;
 - для ног;
 - для всего тела (костюм).
3. По стоимости (условно):
 - низкой;
 - средней;
 - высокой.
4. По области применения:
 - военный;
 - медицинский;
 - промышленный;
 - сервисные;

- космический.
- 5. По массе:
 - до 5 кг;
 - от 5 до 30 кг;
 - более 30 кг.
- 6. По функциональности:
 - простые;
 - двойного назначения;
 - многофункциональные.
- 7. По мобильности пациента:
 - мобильные;
 - фиксированные (стационарные).

Одной из сфер применения экзоскелетов на перспективе создания предусматривается их использование в вооруженных силах при тактических маршах для снижения физической нагрузки, создаваемой весом переносимого снаряжения.

Повышение подвижности и скорости человека может также сопровождаться увеличением силы того, кто использует экзоскелет.

Компания Raytheon для армии США разработала роботизированный костюм второго поколения XOS 2, при этом отмечено, что он увеличивает силу, ловкость и выносливость солдата внутри него. С использованием гидравлической системы высокого давления, применяемой в конструкции экзоскелета, возможности человека повышаются кратно. Так при подъеме тяжелых предметов соотношение фактического веса груза по отношению к рассматриваемому составит 17/1. Применение экзоскелетов в этом случае позволит наряду с травмобезопасностью неоднократно поднимать нагрузку с меньшей усталостью.

Среди Российских промышленных экзоскелетов можно выделить следующих разработчиков и технические решения:

Active Electric - экзоскелет промышленного образца для ног. Техническое устройство предназначено для выполнения следующих действий: подъема, переноса и удержания грузов. По заявлению производителей использование экзоскелета позволит повысить производительность на производстве и избежать травм. [9]. В конструкции экзоскелета применяются гравитационные компенсаторы и модуль подъема груза посредством электропривода. При этом устройство принимает на себя до 90% веса самого груза. Заявленная грузоподъемность устройства 60 килограмм, также он предназначен для применения людьми с различными антропометрическими данными и ростом от 160 до 195 см.

Установленный бортовой компьютер позволяет в реальном времени отслеживать уровень загазованности окружающего воздуха, температуру воздуха, освещенность, режим работы пользователя и другие параметры. Необходимо отметить, что получаемые с использованием различных датчиков данные могут быть переданы на планшет, либо мобильное устройство руководителя работ. Также существует возможность передачи данных в корпоративную сеть.

ExoHeaver Lowebacker — пассивный экзоскелет мягкого типа, предназначенный для разгрузки спины при грузоподъемных, складских и транспортных работах. Устройство данного типа прошло сертификацию в России и сегодня применяется на территории нашей страны, Казахстана, Белоруссии. Экзоскелет предназначен для переноса и работы с грузами, массой до 25 кг. Устройство может комплектоваться различными датчиками для сбора информации о состоянии человека при выполнении работ. [10].

ExoHeaver Holdupper относится к пассивным специальным техническим устройствам – экзоскелет. Он применим для разгрузки верхних конечностей при работе с различным тяжелым инструментом, техникой, либо грузом, массой до 20 кг. [10].

Необходимо отдельно отметить, что различные модификации экзоскелетов могут оказывать значительную помощь пожарным-спасателям при спасении людей при пожарах,

природных и техногенных чрезвычайных ситуациях, при разборах завалов рухнувших зданий, вследствие взрывов бытового газа, что в последнее время случается крайне часто. Отметим, что экзоскелет может защитить пожарного-спасателя от падения обломков, тем самым спасти ему жизнь.

Кроме вышеизложенного применение экзоскелета возможно при:

- прокладке магистральных линий;
- подъеме и переносе пожарно-технического вооружения на высотные здания по лестничным маршам;
- в процессе спасения людей при пожарах (перенос пострадавших);
- разбор завалов после техногенных аварий и природных катаклизмов;
- экзоскелет может быть применен при работе с лафетным стволом и ручными пожарными стволами с большими расходами воды;
- в северных районах при сборе пожарно-технического вооружения и рукавов с замерзшей водой и так далее.

Экзоскелет возможно комплектовать различными датчиками состояния пожарного, и передавать эти данные на планшет руководителя тушения пожаров. При правильной конструкции он позволит сохранить жизнь пожарному-спасателю при завалах и обрушениях кровли, что зачастую происходит с пожарными в горящих строениях различного назначения.

Из открытых источников известно, что прототип пожарного экзоскелета разработал в 2016 году Мельбурнский дизайнер Кен Чен для проведения работ при пожаре в высотных зданиях. При этом пользователь без особых усилий с оборудованием мог просто бежать по лестничным маршам, не испытывая усталости. Управление происходит с применением джойстиков, а время работы этого устройства составляет 2 часа.

Заключение

В публикации приведен обзор международных исследований в области здоровья и физического состояния пожарных, рассмотрены методы определения функционального состояния сердечно-сосудистой системы по изменениям частоты сердечных сокращений и способы расчета энергозатрат, при работах в условиях воздействия опасных факторов пожара. Приведены результаты экспериментов и данные о физических возможностях пожарных при проведении боевых развертываний. Предложено использование экзоскелетов пожарными-спасателями при проведении различных видов работ.

Список источников

1. Спортивная медицина и лечебная физическая культура: Учебник для техникумов физической культуры / под ред. А.Г. Дембо. – Изд. 2-е, доп. И переработ. – М.: Физкультура и спорт, 1979. – 352 с., ил.
2. Стоянович О.Э., Шкарабура Н.Г. Пособие по пожарно-строевой подготовке. – Черкассы: ЧИПБ, – 2001. – 348с.
3. Методические рекомендации по организации и проведению занятий с личным составом газодымозащитной службы Федеральной противопожарной службы МЧС России, утвержденные Главным военным экспертом МЧС России генерал-полковником П.В. Платом № 2-4-60-14-18 от 30 июня 2008 года.
4. Марийчук И.Ф., Папазова О.В., Онасенко А.А., Гаврилко А.А. Энергозатраты членов аварийно-спасательных подразделений [Текст] // Горное дело. – 2011. – № 48. – С. 172–181.
5. Фогилева И.С. Материалы диссертации на соискание ученой степени кандидата технических наук. – Москва, 2018.
6. Интернет ресурс – URL: <https://ctif.org/commissions-and-groups/ctif-firefighters-health-commission>.
7. Журнал анатомии и гистопатологии [Электронный ресурс]. – URL: <http://www.janhist.ru>.

8. Воробьев А.А., Андрущенко Ф.А., Засыпкина О.А., Соловьева И.О., Кривоножкина П.С., Поздняков А.М. Терминология и классификация экзоскелетов // Вестник ВолГМУ – 2015. – № 3 (55).
9. Hussein, T. S. Model of a mechatronic module of the ankle exoskeleton / T. S. Hussein, O. V. Veselov // Systems. Methods. Technologies. – 2023. – No. 2(58). – P. 23-29.
10. Simulation of the movement of the supporting leg of an exoskeleton with two links of variable length in 3D / A.O. Blinov, A.V. Borisov, L.V. Konchina [et al.] // Journal of Applied Informatics. – 2021. – Vol. 16, No. 4(94). – P. 122-134.

References

1. Sports medicine and therapeutic physical culture: Textbook for technical. physical culture./ Edited by A.G. Dembo.-Ed. 2nd, add. And pererabot. – M.: Physical culture and sport, 1979.-352 p., ill.
2. Stoyanovich O.E., Shkarabura N.G. Manual on fire drill. – Cherkassy: CHIPB, 2001.-348c.
3. Methodological recommendations on the organization and conduct of classes with the personal staff of the gas and smoke protection Service of the Federal Fire Service of the Ministry of Emergency Situations of Russia, approved by the Chief Military Expert of the Ministry of Emergency Situations of Russia, Colonel General P.V. Plath on No. 2-4-60-14-18, June 30, 2008.
4. Mariychuk I.F., Papazova O.V., Onasenko A.A., Gavrilko A.A. Energy consumption of members of emergency rescue units [Text] // Mining. – 2011. – No. 48. – pp. 172-181.
5. Fogileva I.S. Materials of the dissertation for the degree of candidate of technical Sciences. – Moscow, 2018.
6. Online resource <https://ctif.org/commissions-and-groups/ctif-firefighters-health-commission>.
7. Journal of Anatomy and Histopathology. www.janhist.ru.
8. Vorobyov A.A., Andryushchenko F.A., Zasyapkina O.A., Solovyova I.O., Krivonozkina P.S., Pozdnyakov A.M. Terminology and classification of exoskeletons. Bul-letin of VolgSMU No.3 2015 (55).
9. Hussein, T. S. Model of a mechatronic module of the ankle exoskeleton / T. S. Hussein, O. V. Veselov // Systems. Methods. Technologies. – 2023. – No. 2(58). – P. 23-29.
10. Simulation of the movement of the supporting leg of an exoskeleton with two links of variable length in 3D / A.O. Blinov, A.V. Borisov, L.V. Konchina [et al.] // Journal of Applied Informatics. – 2021. – Vol. 16, No. 4(94). – P. 122-134.

Информация об авторах

А.Д. Ищенко – доктор технических наук

И.С. Фогилев – кандидат технических наук

П.В. Ширинкин – кандидат технических наук

Information about the author

A.D. Ishchenko – Holder of an Advanced Doctorate (Doctor of Science)

I.S. Fogilev – Ph.D. of Engineering Sciences

P.V. Shirinkin – Ph.D. of Engineering Sciences

Вклад авторов: все авторы сделали эквивалентный вклад в подготовку публикации. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Contribution of the authors: the authors contributed equally to this article. The authors declare no conflicts of interests.

Статья поступила в редакцию 01.04.2025, одобрена после рецензирования 12.05.2025, принята к публикации 15.05.2025.

The article was submitted 01.04.2025, approved after reviewing 12.05.2025, accepted for publication 15.05.2025.