

ПРОЕКТИРОВАНИЕ РАНЦЕВОГО ЛЕСНОГО ОГNETУШИТЕЛЯ

Шейкина Е.А.¹, Серяков В.А.²

Научный руководитель: Серяков В.А.²

¹Томский политехнический университет, ИШИТР, 8Д11, e-mail: eas142@tpu.ru

²Томский политехнический университет, ИШИТР, доцент, e-mail: seryakov@tpu.ru

Аннотация

Лесные пожары представляют серьезную угрозу экосистеме, экономике и безопасности населения. Для их эффективного тушения необходимо использовать современные мобильные средства пожаротушения [1]. В данной работе представлена разработка нового лесного ранцевого огнетушителя (РЛО), учитывающего основные требования к удобству эксплуатации, надежности и эффективности тушения.

Ключевые слова: Лесные пожары, ранцевый лесной огнетушитель, эргономика, модульная система, резервуар, ременная система.

Анализ существующих конструкций

Современные модели РЛО имеют ряд недостатков, таких как неудобное крепление, значительная масса, ограниченный срок службы материалов, сложность замены деталей и невозможность ремонта. Анализ аналогов РЛО показал, что наиболее перспективным направлением для усовершенствования конструкции является работа над модульностью и эргономикой устройства.

Описание конструкции

Разработанный вариант включает:

1. Мягкий каркас в виде эргономичной ременной системы с поясной поддержкой.
2. Жесткий резервуар с желобами для надежного крепления в ременной системе.

Главными преимуществами такой конструкции являются:

1. Удобное хранение за счет отдельного размещения ремней и резервуара.
2. Возможность быстрой замены пустого резервуара на заполненный.
3. Замена отдельных частей без необходимости смены всего оборудования.
4. Отсутствие намокания ременной системы при наполнении резервуара.

Материалы и способы изготовления

Для изготовления корпуса резервуара используются:

1. Полимеры высокой прочности (полиэтилен высокой плотности ГОСТ 16338-85[2], полиамид ГОСТ 10589-2016[3]. Сравнения пластиков приведены в таблице 1.

Таблица 1. Сравнения пластиков для производства

Пластик	Преимущества	Недостатки	Области применения
Полиамид (ПА)	Высокая прочность, износостойкость, устойчивость к химическим веществам, широкий температурный диапазон. Возможность литья	Гигроскопичность может снижать прочность при длительном воздействии влаги.	Автомобильная промышленность, электроника, машиностроение.
Полиэтилен высокой плотности (ПЭВП)	Высокая прочность и жесткость. устойчивость к воздействию химических веществ, хорошая устойчивость к старению, возможность переработки	Низкая устойчивость к ультрафиолетовому излучению, использование до 60-80 градусов	Упаковка, трубопроводы, канистры, емкости

Процесс производства включает:

2. Литье под давлением для формирования основной конструкции резервуара;

Литье под давлением имеет несколько преимуществ по сравнению с другими методами производства. Во-первых, этот процесс обеспечивает высокую скорость производства, что делает его особенно эффективным для серийного изготовления деталей. Во-вторых, литье под давлением обеспечивает точную геометрию изделий, позволяя получать детали с мелкими элементами и сложной конфигурацией. К тому же изделия, полученные таким образом, имеют гладкую и качественную поверхность, что снижает необходимость в последующей обработке.

Еще одним преимуществом является минимизация отходов: при литье под давлением образуется меньше отходов по сравнению с механической обработкой, что делает процесс более экономически выгодным. Кроме того, использование различных термопластов и термореактивных смол расширяет область применения данного метода. Продукция, изготовленная методом литья под давлением, демонстрирует хорошую прочность и устойчивость к деформациям, а также позволяет создавать сложные конструкции, которые трудно или невозможно изготовить другими методами.

Функциональные требования

Для обеспечения надежности и удобства эксплуатации были сформированы ключевые требования к конструкции, материалам и функциональности устройства на основе экспертной оценки. Экспертами выступили 5 специалистов имеющие практический опыт использования РЛО (Таблица 2).

Таблица 2. Требования к разработке лесного ранцевого огнетушителя

Категория	Требования
Корпус	Устойчивость к механическим повреждениям, сохранение формы независимо от уровня наполненности, антикоррозионные свойства.
Ремни и крепления	Широкие эргономичные ремни с регулировкой, надежные застежки, поясная поддержка для распределения веса.
Гидропульт и сопло	Фильтр для предотвращения засоров, удобство использования в перчатках, антикоррозионное покрытие.
Емкость и расход	Объем резервуара 15-20 литров.
Прочность и надежность	Долговечность соединений и шлангов, устойчивость к экстремальным условиям.
Удобство эксплуатации	Легкость заправки из природных водоемов или резервуаров (широкое горлышко, удобная крышка)
Дополнительные функции	Возможность ремонта
Хранение и транспортировка	Удобство перевозки, устойчивость на неровных поверхностях.

Комплекс функциональных условий

Комплекс функциональных условий, в соответствии с рисунком 1, позволяет определить критические требования к эксплуатации ранцевого огнетушителя, учесть его использование в различных сценариях, улучшить эргономику и удобство эксплуатации, а также повысить эффективность тушения пожаров за счет продуманной конструкции. Эти выводы основаны на анализе существующих моделей РЛО и их недостатков, исследованиях удобства работы с пожарным оборудованием, обзора опытных испытаниях прототипов в полевых условиях и опросу пожарных.

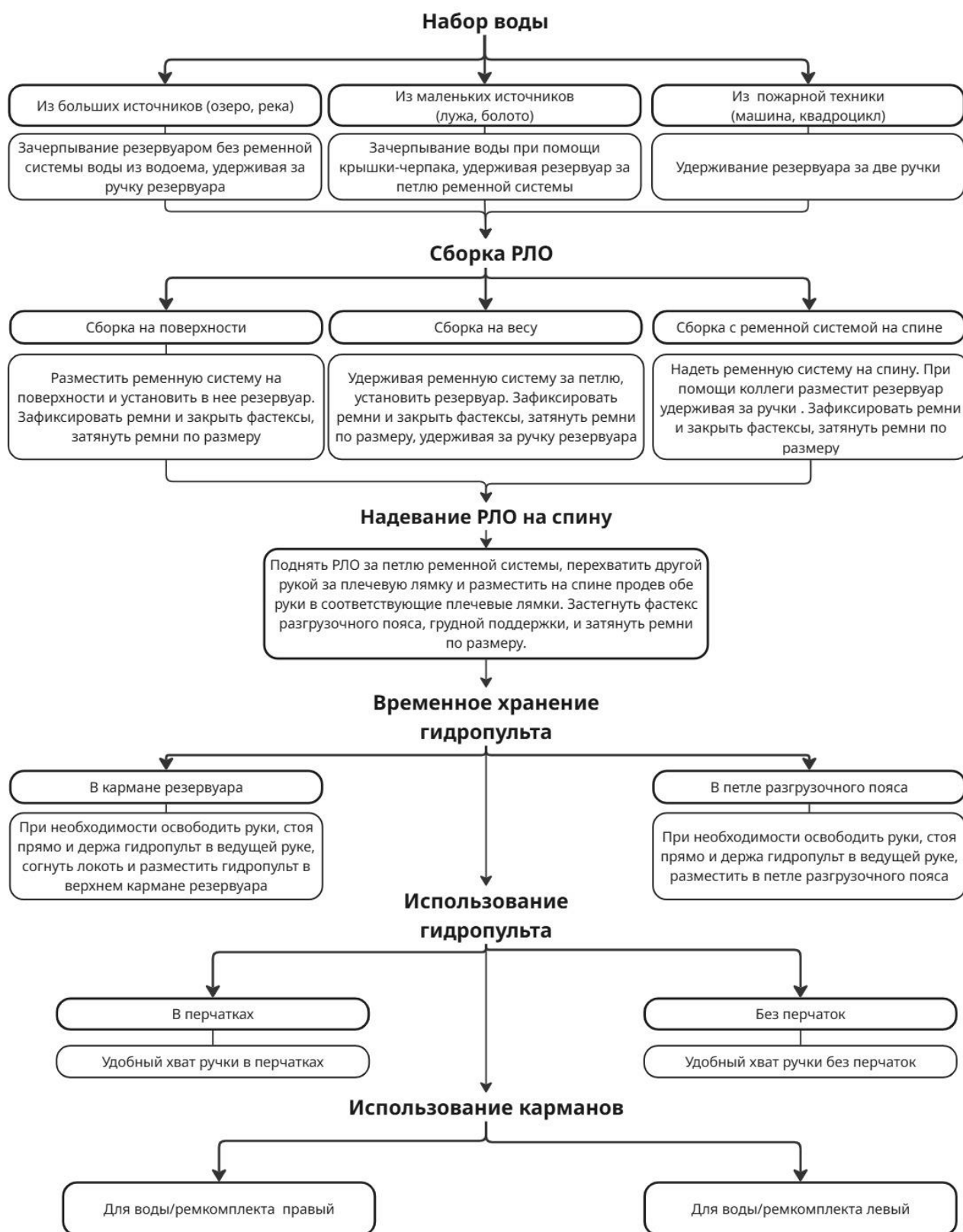


Рис. 1. Комплекс функциональных требований

Разработка

На основе проведенного анализа была сформирована концепция внешнего вида РЛО, в соответствии с представленным рисунком 2.



Рис. 2. Внешний вид РЛО

1. Конструкция и основные компоненты

Разработанный ранцевый огнетушитель представляет собой модульную систему, состоящую из:

а) Мягкого каркаса с эргономичной ременной системой, включающей:

- Широкие регулируемые плечевые лямки;
- Разгрузочный пояс для равномерного распределения веса;
- Петли и фастексы (застежки) для быстрой фиксации.

б) Жесткого модульного резервуара 15л оснащенного:

- Ручками для переноски и наполнения;
- Желобами для фиксации ремней;
- Крышкой-черпаком для забора воды из мелких источников;
- Карманами для хранения гидропульта и дополнительного оборудования;
- Отверстиями для оттока воды и вентиляции;
- Упором для устойчивости при установке на землю.

Цветовое решение соответствует ГОСТ 12.4.281–2014[4].

2. Эргономика:

а) Форма резервуара – резервуар с расширяющейся к низу формой, в соответствии с рисунком 3. нацелен на оптимизацию размещения и распределения веса.

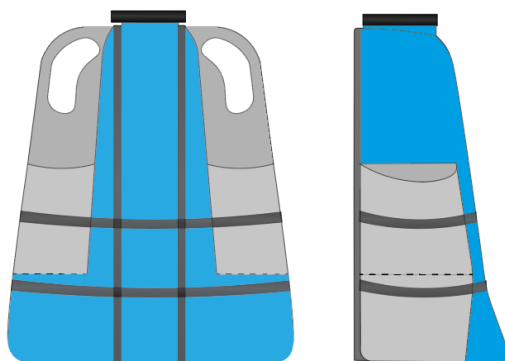


Рис. 3. Объем воды резервуара

Формат резервуара позволяет разместить больший вес ближе к центру тяжести человека, что значительно улучшает стабильность ношения:

На рисунке 4 представлены габаритные размеры РЛО и соответствие антропометрическими данными человека разных перцентилей [5].

5 перцентиль мужчина, 1614мм

95 перцентиль мужчина, 1831мм

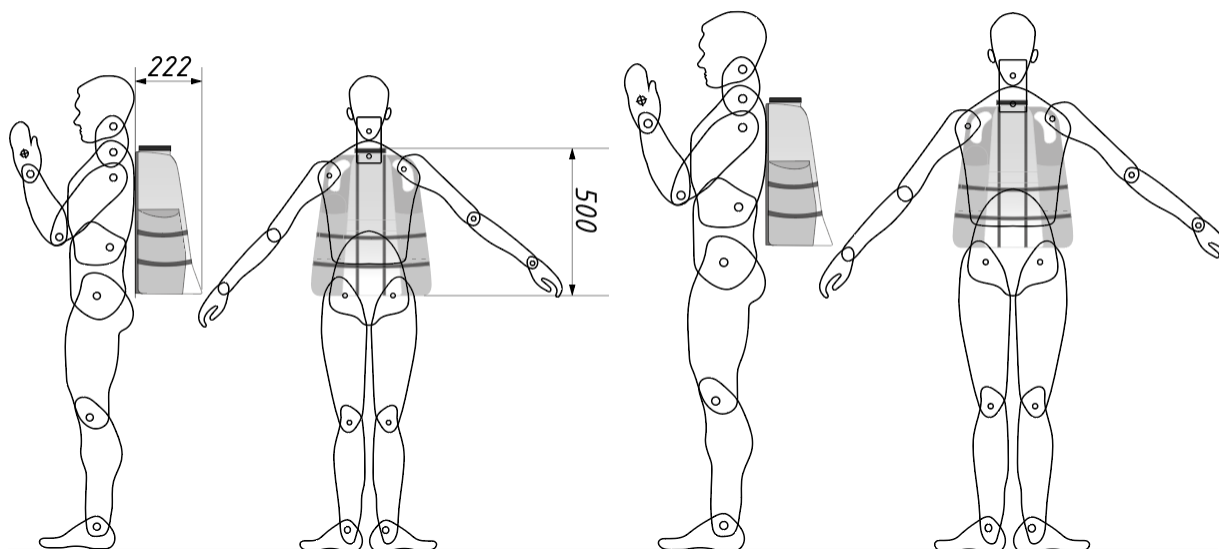


Рис. 4. Эргономический анализ

б) Ременная система – разгрузочный поясный ремень и грудная стяжка необходимы для равномерного распределения веса рюкзака по телу. Поясной ремень переносит часть нагрузки с плеч на таз, снижая давление на позвоночник и помогая сохранить правильную осанку. Грудная стяжка фиксирует лямки и предотвращает их сползание, уменьшая напряжение в плечах и стабилизируя рюкзак при движении. В результате снижается утомляемость, повышается комфорт и уменьшается риск болей в спине при длительном ношении рюкзака [6].

За основу ременной системы ранцевого огнетушителя была взята проверенная временем конструкция системы поддержки баллонов со сжатым воздухом ПТС "Профи-МП", которая успешно применяется в пожарной отрасли, в соответствии с рисунком 5[7].



Рис. 5. ПТС «Профи-МП»

Эта система включает:

Широкие регулируемые лямки (ширина 75-100 мм) с анатомическими изгибами

- Нагрудную фиксирующую пряжку быстрого расстегивания
- Разгрузочный пояс с усиленной конструкцией
- Систему ремней для фиксации баллона

Для адаптации под ранцевый огнетушитель были внесены следующие усовершенствования:

- Увеличенное количество точек крепления – 8 точек по окончании ремней крепления;
- Добавлены 2 дополнительных ремня крепления резервуара.
- Многослойная прокладка из неопрена и фольгированного материала.
- Вентилируемые каналы для отвода влаги.
- Петли для крепления гидропульта.

3. Преимущества перед аналогами

Надежность: Полимерный корпус устойчив к ударам и коррозии;

Ремонтопригодность: Замена отдельных компонентов (ремней, резервуара, штуцера, частей гидропульта) без замены всей системы;

Безопасность: Теплоизоляционная прокладка на спине предотвращает переохлаждение, что важно при длительной работе;

Эффективность: Оптимизированная форма резервуара упрощает работу.

4. Внедрение и перспективы

Разработка предназначена для:

Пожарных бригад, работающих в лесистой местности.

Служб МЧС и лесных хозяйств.

Заключение

Разработка нового поколения лесного ранцевого огнетушителя направлена на повышение эффективности и удобства тушения лесных пожаров. Модульная конструкция, использование современных материалов и удобная эргономика позволят значительно улучшить эксплуатационные характеристики устройства. Внедрение данной разработки поможет минимизировать ущерб от пожаров и повысить мобильность пожарных бригад.

Список использованных источников

1. Воробьев Ю.Л., Акимов В.А., Соколов Ю.И. Лесные пожары в Российской Федерации (состояние и последствия) // Технологии гражданской безопасности. – 2006. – № 4. – URL: cyberleninka.ru/article/n/lesnye-pozhary-v-rossiyskoy-federatsii-sostoyanie-i-posledstviya (дата обращения: 02.03.2025).

2. ГОСТ 16338-85. Полиэтилен низкого давления. Технические условия. – М. : Изд-во стандартов, 1985. – 15 с.

3. ГОСТ 10589–2016. Полиамид 610 литьевой. Технические условия. – М. : Стандартиформ, 2016. – 12 с.

4. ГОСТ 12.4.281-2014. Система стандартов безопасности труда. Одежда специальная повышенной видимости. Технические требования. – М. : Стандартиформ, 2014. – 18 с.

5. Курбацкая Т. Б. Эргономика: учебное пособие. В 2 ч. Ч. 1. Теория / Т. Б. Курбацкая. – Набережные Челны : Набережночелнинский институт КФУ, 2013. – 213 с.

6. Effect of load distribution of the backpack: A design study // ResearchGate. URL: researchgate.net/publication/251993262_Effect_of_load_distribution_of_the_backpack-_A_design_study (дата обращения: 03.03.2025)

7. Аппарат дыхательный со сжатым воздухом для пожарных ПТС «Профи»-МП: руководство по эксплуатации ПТС14.00.00.000РЭ // АО «ПТС»: сайт. – 2017. – 45 с. – [Электронный ресурс]. – URL: pto-pts.ru/dykhatelnye-apparaty-so-szhatym-vozdukhom/tproduct/581077099-816376717431-pts-profi-mp?ysclid=m8obk7c3qw575128721 (дата обращения: 04.03.2025).