

Анализ корректности требований и методик для испытаний полиспастов, применяемых в системах индивидуальной защиты от падения с высоты в строительной отрасли

Дмитрий Александрович Корольченко ✉, Надежда Александровна Терех,
Дмитрий Александрович Простакишин

Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет, г. Москва, Россия

АННОТАЦИЯ

Введение. Согласно данным Министерства труда и социальной защиты РФ, ежегодно за период с 2018 по 2022 г. в организациях из общего количества несчастных случаев с тяжелыми последствиями доля несчастных случаев в результате падения при разности уровня высот и на глубину составила 23 %. Основными причинами этого являются несоблюдение правил по охране труда при работах на высоте, падение предметов с высоты, осознанное неприменение средств индивидуальной защиты (СИЗ) от падения с высоты, нарушение приемов работ на высоте, использование не по назначению СИЗ или неправильное использование компонентов страховочных систем, отсутствие средств коллективной защиты (ограждения, защитно-улавливающие сети).

Цель работы. Повышение безопасности при проведении спасательно-эвакуационных мероприятий пострадавшего, находящегося в подвешенном состоянии после падения, в средствах индивидуальной защиты от падения с высоты.

Задачи. 1. Рассмотреть процесс проведения сертификации полиспаста на соответствие требованиям ТР ТС 019/2011, используемые требования и методики, применяемые в проверке полиспастов. 2. Провести анализ корректности сертификации полиспаста при использовании стандартов для проверки качества изделия. 3. Экспериментальным путем определить запас прочности, динамической характеристики полиспаста. 4. Определить необходимые требования к полиспасту и разработать методики испытаний изделия для внедрения еще одного класса изделия в ГОСТ EN 1496–2020.

Аналитическая часть. В ходе работы проведен анализ группы стандартов, в соответствии с которыми в странах Таможенного Союза сертифицируются устройства для спасения и эвакуации. В статье также рассмотрен Европейский опыт сертификации и проверки технических требований к полиспастам.

Проведены разборы стандартов, применяемых для проверки технических требований ТР ТС 019/2011 на выявление недоработок и корректности применения методик.

Авторами были проведены исследовательские испытания полиспаста на различные характеристики с последующей разработкой требований и методик испытаний данных устройств.

Выводы. В процессе работы выработаны критерии требований с учетом особенностей полиспаста и разработаны методики проверки динамической и статической прочности. Реализована проверка функциональности свободного конца каната, используемого в полиспасте. Предложен термин, определяющий полиспаст, применяемый в системах спасения и эвакуации, а также позиционирования.

Ключевые слова: охрана труда; травма подвешенного состояния; системы спасения и эвакуации; полиспастные системы; несчастные случаи

Для цитирования: Корольченко Д.А., Терех Н.А., Простакишин Д.А. Анализ корректности требований и методик для испытаний полиспастов, применяемых в системах индивидуальной защиты от падения с высоты в строительной отрасли // Пожаровзрывобезопасность/Fire and Explosion Safety. 2024. Т. 33. № 3. С. 67–86. DOI: 10.22227/0869-7493.2024.33.03.67-86

✉ Корольченко Дмитрий Александрович, e-mail: ikbs@mgsu.ru

Analysis of requirements correctness and methods for testing of block pulley used in systems of individual protection against falling from height in construction industry

Dmitriy A. Korolchenko ✉, Nadezhda A. Tserakh, Dmitriy A. Prostakishin

Moscow State University of Civil Engineering (National Research University), Moscow, Russian Federation

ABSTRACT

Introduction. According to the Ministry of Labour and Social Protection of the Russian Federation, annually for the period from 2018 to 2022 in the organizations out of the total number of accidents with severe consequences, the share of accidents as a result of falling at height and depth differences was 23 %. The main reasons for this are non-compliance with the rules on labour protection when working at height, falling objects from height, conscious non-use of personal protective equipment (PPE) against falls from height, violation of work techniques at height, misuse of PPE or improper use of components of safety systems, lack of collective protection equipment (guardrails, safety catch nets).

Purpose. Increase of safety during rescue and evacuation measures of the victim, who is suspended after a fall, in the means of personal protection against falls from height.

Objectives. 1. To consider the process of the block pulley certification for compliance with the requirements of TR CU 019/2011, the requirements and methods used in the verification of the block pulley. 2. To analyze the correctness of the block pulley certification when using standards to verify the quality of the product. 3. To determine the safety margin, dynamic characteristics of the block pulley by experimentation. 4. To determine the necessary requirements for the block pulley and develop methods of testing the product to introduce another class of product in GOST EN 1496-2020.

Analytical part. The paper analyses the group of standards according to which rescue and evacuation devices are certified in the Customs Union countries. The paper also considers the European experience of certification and verification of technical requirements for the block pulley.

The standards used to verify the technical requirements of TR CU 019/2011 to identify deficiencies and correctness of methods were analyzed.

The authors conducted research tests of the block pulley for various characteristics with the subsequent development of requirements and test methods for these devices.

Conclusions. In the course of the work the criteria of requirements with regard to the characteristics of the block pulley and the methods of testing dynamic and static strength were developed. Functionality check of the free end of the rope used in the block pulley was realized. A term defining a block pulley used in rescue and evacuation and positioning systems was proposed.

Keywords: occupational health and safety; suspension injury; rescue and evacuation systems; block pulley systems; accidents

For citation: Korolchenko D.A., Tserakh N.A., Prostackishin D.A. Analysis of requirements correctness and methods for testing of block pulley used in systems of individual protection against falling from height in construction industry, *Pozharovzryvobezopasnost/Fire and Explosion Safety*. 2024; 33(3):67-86. DOI: 10.22227/0869-7493.2024.33.03.67-86

✉ *Dmitriy Aleksandrovich Korolchenko*, e-mail: ikbs@mgsu.ru

Введение

Согласно данным Министерства труда и социальной защиты РФ, ежегодно, за период с 2018 по 2022 г. в организациях из общего количества несчастных случаев с тяжелыми последствиями доля несчастных случаев в результате падения при разности уровня высот и на глубину составила 23 %¹. Основными причинами этого являются несоблюдение правил по охране труда при работах на высоте, падение предметов с высоты, осознанное неприменение СИЗ от падения с высоты, нарушение приемов работ на высоте, использование не по назначению СИЗ или неправильное использование компонентов страховочных систем, отсутствие средств коллективной защиты (ограждения, защитно-улавливающие сети). Наибольшее количество несчастных случаев в результате падения при разности высот и на глубину было зафиксировано в Москве, Санкт-Петербурге и Свердловской области. Анализ несчастных случаев в разрезе хозяйственно-экономической дея-

тельности человека показывает, что лидером по количеству зафиксированных происшествий является сфера строительства. Доля строительства в разрезе экономической деятельности по количеству несчастных случаев в результате падения пользователей или предметов при разности высот и на глубину составляет 31,9 % (рис. 1).

По данным министерства труда, на строительной площадке каждый второй несчастный случай является результатом неудовлетворительной организации производства работ, а также допуска персонала, не прошедшего обучение безопасным приемам выполнения работ.

Строительные площадки являются наиболее травмоопасными с точки зрения риска падения с высоты, этому есть несколько объяснений:

- большое количество работ в строительстве производятся на высоте или с местами, имеющими разности высот при выполнении работ, такие как монтаж строительных конструкций, ремонт крыш, окраска фасадов многоэтажных зданий и так далее [1];
- разнообразие рабочих платформ. Широко используются средства подмащивания, ограждения инвентарные, площадки и лестницы для строи-

¹ Министерство труда и социальной защиты Российской Федерации // Мониторинг условий и охраны труда. 2022. URL: <https://eisot.rosmintrud.ru/monitoring-uslovij-i-okhrany-truda> (дата обращения: 01.02.2024).

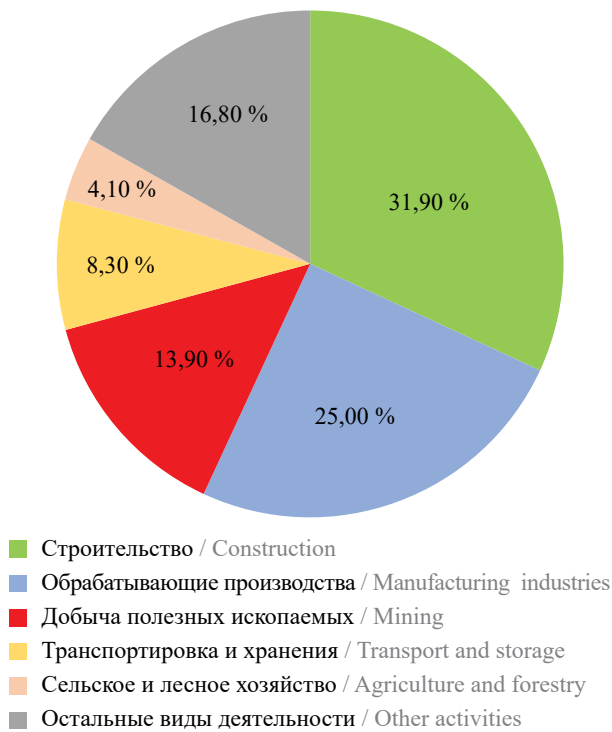


Рис. 1. Распределение несчастных случаев с тяжелыми последствиями в результате падения с высоты в разрезе экономической деятельности

Fig. 1. Distribution of accidents with severe consequences as a result of falling from height by economic activity

тельно-монтажных работ, подъемные устройства, подмости передвижные сборно-разборные и так далее; каждое из устройств требует правильной эксплуатации и соблюдения всех правил безопасности;

- динамичная природа условий работы. Строительство — динамично-движущийся процесс, работники бригады часто перемещаются с одной площадки на другую, меняются условия работы, что может усложнять соблюдение правил безопасности и координацию между рабочими;
- воздействие внешних факторов: отрицательные или очень высокие температуры, обледенение конструкций, ветровые воздействия. Все это может увеличить риски при работе на высоте;
- человеческий фактор [2]. Наличие множества подрядчиков, недобросовестное отношение к производству работ, желание сэкономить на обучении работников к соблюдению правил безопасности на высоте или же халатное отношение самих пользователей СИЗ — все это создает большие риски и увеличивает количество несчастных случаев [3];
- применение СИЗ низкого качества без сертификатов соответствия с целью уменьшения затрат на строительство.

Для обеспечения безопасности при выполнении работ на высоте работодатель использует средства

коллективной защиты (СКЗ) и средства индивидуальной защиты [4, 5]. В отличие от СИЗ от падения с высоты СКЗ от падения с высоты не подлежат обязательной сертификации, они носят рекомендательный характер, что в свою очередь добавляет процент опасной продукции на рынок защиты пользователя, в среду выполнения должных обязанностей с использованием правил работ на высоте.

Производители СИЗ от падения с высоты находятся в обязательных рамках подтверждения качества продукции перед выходом на рынок реализации, продукция должна соответствовать требованиям технического регламента стран Таможенного союза, чем гарантируется безопасность производимых изделий. Сертификация предлагает такие преимущества:

- фильтрация некачественной продукции;
- соблюдение приказа от 29 октября 2021 года № 766н Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации «Об утверждении Правил обеспечения работников средствами индивидуальной защиты и смывающими средствами»;
- доверие потребителей. Сертификация повышает уровень доверия к изделию, работники и работодатели могут быть уверены в качестве, сроке службы и безопасности продукции.

Необходимо помнить, что даже сертифицированные СИЗ требуют правильной эксплуатации, регулярного обслуживания и использования в соответствии с инструкциями производителя [6]. Только при соблюдении всех этих условий можно обеспечить безопасность при работе на высоте.

Однако даже соблюдение всех правил эксплуатации, высокая квалификация работника в этом вопросе, периодические проверки изделий не могут обеспечить стопроцентное отсутствие травматизма. Всегда важно учитывать человеческий фактор, который может сработать абсолютно непредсказуемо, и с пользователем, прошедшим все инструктажи, может произойти нештатная ситуация с падением и зависанием в беспорядочном пространстве. При падении пользователь может получить ушибы, переломы или даже сотрясение, при этом остаться живым. Но одной из основных проблем после срыва человека является нахождение в подвешенном состоянии (рис. 2) [7–9].

Находясь в этом положении, пользователь может испытывать различные проблемные состояния, такие как:

- возможность удушья от неправильного положения при нахождении в страховочной привязи;
- компрессия мышц и тканей, которая происходит в процессе нахождения человека в туго обтягивающей его страховочной привязи;
- перегрев или охлаждение, которые происходят вследствие нарушения терморегуляции тела,



Рис. 2. Нахождение и процесс спасения пострадавшего в подвешенном состоянии

Fig. 2. Finding and the process of rescuing a victim in suspended animation

которая тесно связана с интенсивностью кровообращения;

- психологическая травма. В процессе падения и нахождения на высоте в беспомощном состоянии пострадавший способен испытать сильные эмоции, которые будут влиять на способность рационально мыслить и мешать спасению;
- нарушение работы системы кровообращения. В подвешенном состоянии ляжки страховочной привязи способны оказывать давление на нижние конечности пользователя в районе паха и работать как «венозный жгут», мешая оттоку крови.

Последняя проблема является наиболее опасной для пострадавшего, нарушение правильной циркуляции крови приводит к потере сознания, кислородному голоданию мозга, а в некоторых случаях даже смерти. В обычных условиях качать кровь сердцу помогают сокращения икроножных мышц, которые поднимают кровь. В подвешенном состоянии икроножные мышцы теряют возможность сокращения, а ляжки страховочной привязи пережимают вены, тем самым препятствуют току венозной крови к сердечной мышце, которая в таких условиях неспособна действовать самостоятельно. Далее начинается состояние гипоксии, когда мозг начинает получать недостаточно кислорода, для того чтобы решить эту

проблему мозг подает сигнал сердцу увеличить количество сердечных сокращений, что в свою очередь только ухудшает ситуацию и провоцирует накопление еще большего количества венозной крови в нижних конечностях — венозное депонирование. После этого начинается состояние, близкое к гиповолемическому шоку, критическому состоянию уменьшения объема артериальной крови вследствие большой кровопотери, однако, в отличие от него, кровопотери нет, а дефицит артериальной крови наблюдается из-за нарушения работы кровеносной системы.

В некоторых случаях пострадавший имеет возможность облегчить свое подвешенное состояние, например использование привязи со специальными петельками, которые могут использоваться как опоры или отталкивание от вертикальной стены. Однако не всегда есть возможность найти опору, а также имеет место быть потеря сознания пострадавшим. В таком случае следует сразу же переходить к спасательным действиям. В соответствии с приказом Министерства труда и социальной защиты РФ максимальный срок, отводимый на проведение спасательной операции после падения, составляет 10 мин.

Спасательная операция в безопорном пространстве очень сложная процедура — которая задействует заранее продуманный и утвержденный план спасательных работ, персонал, обладающий специальными навыками и приемами, и специальное снаряжение, требующее правильное использование — в количестве, превышающем при проведении работ, проводимых пользователем до происшествия (рис. 3) [10].

Одним из компонентов спасательных систем является полиспаг (рис. 4) — это специальное изделие, состоящее из подвижных и неподвижных блоков, связанных канатом, снабжающимся опционально блокирующим устройством, в комплексе дающим получение выигрыша в силе или скорости передвижения груза или пострадавшего [11].

При работах на высоте данное изделие имеет очень важную роль в системе спасения, в функционал которого входит подъем или спуск на небольшое расстояние с целью разгрузить заблокированные устройства для позиционирования с рабочими или страховочных перил, или спозиционировать пострадавшего в безопасное место для оказания помощи.

Полиспаг является очень сложным механизмом, который участвует в оптимизации процесса спасения, и при этом не имеет отдельный тип (класс) изделия или свой стандарт, включающий требования к изделию и методы проверки изделия. В данной статье будут рассмотрены вопросы сертификации, применимость методик других стандартов и изложена проблематика использования методик, предложен и обоснован вариант корректировки методики испытаний.

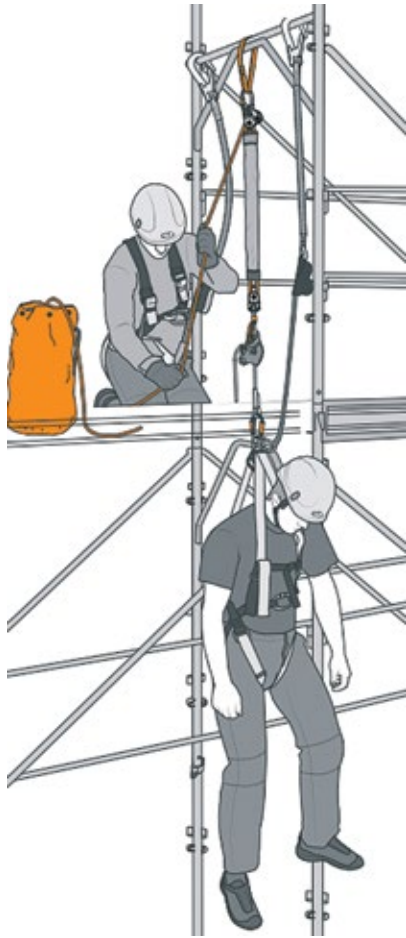


Рис. 3. Пример спасения пострадавшего с помощью системы, содержащей полиспаст
Fig. 3. Example of rescuing a victim using a system containing the block pulley

Целью исследования является повышение безопасности при проведении спасательно-эвакуационных мероприятий пострадавшего, находящегося в подвешенном состоянии после падения в средствах индивидуальной защиты от падения с высоты. Поставленные задачи: рассмотреть процесс проведения сертификации полиспаста на соответствие требованиям ТР ТС 019/2011², используемые требования и методики, применяемые в проверке полиспастов; провести анализ корректности сертификации полиспаста при использовании стандартов для проверки качества изделия; экспериментальным путем определить запас прочности, динамической характеристики полиспаста; определить необходимые требования к полиспасту и разработать методики испытаний изделия для внедрения еще одного класса изделия в ГОСТ EN 1496–2020³.

² ТР ТС 019/2011. Технический регламент Таможенного союза. О безопасности средств индивидуальной защиты.

³ ГОСТ EN 1496–2020. Система стандартов безопасности труда. Средства индивидуальной защиты от падения с высоты. Устройства спасательные подъемные. Общие технические требования. Методы испытаний.



Рис. 4. Полиспаст
Fig. 4. Block pulley

Аналитическая часть

Полиспаст

Полиспаст является системой из нескольких подвижных и неподвижных блоков, работа которой рассчитана на выигрыш в подъемной скорости или силе [12]. Устройство позволяет разгрузить строп, используемый пользователем, дает возможность спасателю использовать устройство для спуска и эвакуировать пользователя в безопасное место.

В основные параметры, влияющие на эффективность полиспастов, входит: кратность полиспаста и коэффициент полезного действия полиспаста (КПД в полиспастных системах — физическая величина, равная отношению расчетного выигрыша в подъемной силе, к затраченной фактически силе подъема) [13]. Теоретическое усилие всегда отличается от фактического, например, для испытываемого полиспаста кратность, согласно данным от производителя, будет равняться 4:1, это значит, что теоретически, для того чтобы поднять груз массой 100 кг, надо приложить усилие 245,2 Н, или подвесить на свободный конец стропа груз массой 25 кг (рис. 5). Однако на практике из-за трения, видов применяемых подшипников фактическое усилие может быть на 10–50 % выше теоретического. Для того чтобы поднять груз массой 100 кг данным полиспастом, нужно приложить усилие 343,2 Н. Таким образом, каждый случай применения полиспаста является индивидуальным, ведь сила трения может изменяться в зависимости от материала используемой веревки, ее диаметра и КПД используемого блок-ролика, влажности воздуха, воздействия коррозионного тумана и других факторов [14].

Данный параметр как фактический показатель КПД является важной характеристикой при подборе комплекта спасения. Производители прописывают кратность полиспаста, что говорит лишь о теоретическом выигрыше в силе подъема. При этом отсутствует методика проверки данной характеристики с допустимым коэффициентом КПД на кратность полиспаста, что может вводить пользователя в заблуждение.

Сертификация изделия

На сегодняшний день средства индивидуальной защиты от падения с высоты подлежат обязательной сертификации. Процесс варьируется в зависимости от региона, существуют разные технические регламенты, действующие в определенной стране



Рис. 5. Испытания полиспафта
Fig. 5. Testing of the block pulley

или группе стран. Например, для регуляции производства и сертификации в Российской Федерации, и всех странах Таможенного союза действует ТР ТС 019/2011², принятый 9 декабря 2011 года комиссией Таможенного союза.

Сертификация СИЗ от падения с высоты — трудоемкий процесс, целью которого является подтверждение соответствия устройств обязательным требованиям законодательства в области технического регулирования. В ходе сертификации орган по сертификации, выбранный производителем, подтверждает или опровергает соответствие средства индивидуальной защиты требуемым характеристикам [15].

Сертификация СИЗ от падения с высоты — важнейший этап проверки качества продукции, напрямую обеспечивающий в дальнейшем комфорт пользования продукцией и безопасности жизни пользователя. Средство индивидуальной защиты от падения с высоты при правильной эксплуатации должно срабатывать в 100 % случаев и минимизировать получения травм пользователем. Сертификация — процесс проверки и подтверждения технических требований к продукции, который выполняется в сопровождении Органа по сертификации продукции (ОС) и Испытательной лаборатории (ИЛ) по проверке качества продукции.



В ответственность ОС входит:

- анализ состояния производства, целью которого является проверка у изготовителя условий, гарантирующих стабильный выпуск качественной продукции в соответствии с требованиями к данному виду, подтверждаемыми при сертификации продукции;
- отбор проб (изделий) для проверки в испытательной лаборатории;
- выдача сертификата соответствия;
- ежегодный инспекционный контроль при серийном выпуске продукции под знаком качества сертификата соответствия.

В обязанность ИЛ входит:

- беспристрастная проверка функциональности и конструктивного исполнения;
- проверка статической и динамической прочности изделия;
- проверка термостойкости в среде низких-высоких температур;
- устойчивость к светопогодным условиям, сопротивляемость к соляному туману;
- токсиколого-гигиеническая оценка безопасности и ряд других тестов, определяющих качество продукции [16].

Все эти меры обеспечивают юридическую и физическую безопасность конечного потребителя,

который, приобретая сертифицированную продукцию, может быть уверен, что в нужный момент средство индивидуальной защиты от падения с высоты будет функционировать правильно. Полиспаст чаще всего применяется в операциях по спасению пострадавших, находящихся в подвешенном состоянии после падения, при разности высот и на глубину.

В системе подтверждения соответствия требований Технического регламента Таможенного союза 019/2011² отсутствует в части методов и требований международный или национальный стандарт, включающий в себя как класс или как самостоятельное устройство полиспаст. Зарубежный опыт нам говорит об отсутствии отдельной стандартизации изделия как полиспаст. Полиспаст рассматривается не как целостное изделие, а совокупность оных: шкив, зажим альпинистский, канат с сердечником низкого растяжения или динамическая веревка, соединительные элементы. Такой подход в нашей системе сертификации не подпадает по ряду причин:

1) все средства индивидуальной защиты от падения с высоты, имеющие свою область применения как самостоятельные изделия, свой артикул на изделие, должны пройти подтверждение соответствия минимальным требованиям ТР ТС 019/2011²;

2) для СИЗ от падения с высоты определены области применения, конструктив и функциональные характеристики, которым они должны соответствовать. Разбирая по элементам систему спасения (полиспаст), мы уходим от прямого назначения системы и увеличиваем риски безопасности применения устройства для спасения. Пример: функция соединительного элемента отдельно и функционал собранного полиспаста отличаются, и отсутствие ограничителя на канате в виде узла или концевой заделки может привести к разрушению и высвобождению каната в системе полиспаста с последующим падением соединительного элемента с блок-роликом полиспаста.

В данном случае присутствует фактор, препятствующий сертификации изделия в комплексе. На сегодняшний момент в Таможенном союзе отсутствует тип или класс устройства или стандарт на полиспасты. В зависимости от оценки эксперта, идентификации и трактовки изделия сертифицируют по ряду стандартов:

- ГОСТ EN 1496–2014. Межгосударственный стандарт. Система стандартов безопасности труда. Средства индивидуальной защиты от падения с высоты. Устройства спасательные подъемные. Общие технические требования. Методы испытаний;
- ГОСТ EN 1496–2020. Межгосударственный стандарт. Система стандартов безопасности труда. Средства индивидуальной защиты от падения

с высоты. Устройства спасательные подъемные. Общие технические требования. Методы испытаний;

- ГОСТ EN 354–2019. Система стандартов безопасности труда. Средства индивидуальной защиты от падения с высоты. Стропы. Общие технические требования. Методы испытаний;
- ГОСТ Р EN 354–2010. Система стандартов безопасности труда. Средства индивидуальной защиты от падения с высоты. Стропы. Общие технические требования. Методы испытаний;
- ГОСТ Р EN 795–2014. Система стандартов безопасности труда. Средства индивидуальной защиты от падения с высоты. Устройства анкерные. Общие технические требования. Методы испытаний;
- ГОСТ EN 795–2019. Система стандартов безопасности труда. Средства индивидуальной защиты от падения с высоты. Устройства анкерные. Общие технические требования. Методы испытаний;
- ГОСТ Р EN 358–2008. Система стандартов безопасности труда. Средства индивидуальной защиты от падения с высоты. Привязи и стропы для удержания и позиционирования. Общие технические требования. Методы испытаний;
- ГОСТ EN 358–2021. Система стандартов безопасности труда. Средства индивидуальной защиты от падения с высоты. Привязи и стропы для удержания и позиционирования. Общие технические требования. Методы испытаний.

Данные стандарты не включают в область применения изделия полиспаст, применяемый в спасательных работах и напрямую участвующий в цепи системы эвакуации пострадавшего. В данной работе предстоит разобраться в вопросах корректности применения данных стандартов.

Полиспаст в странах Таможенного союза рассматривается как средство индивидуальной защиты от падения с высоты и сертифицируется как устройство спасательное подъемное с дополнительной функцией опускания человека ручным управлением (ГОСТ EN 1496–2014 — класс В или ГОСТ EN 1496–020), однако на практике присутствует сертификация полиспаста как анкерного устройства класса В (ГОСТ EN 795–2019 или ГОСТ Р EN 795–2014), стропа (ГОСТ EN 354–2019 или ГОСТ Р EN 354–2010), или привязи и стропы для удержания и позиционирования (ГОСТ Р EN 358–2008 или ГОСТ EN 358–2021) (рис. 6).

Проведение испытаний

При сертификации по ГОСТ EN 1496³ проблемы обнаруживаются во время проведения проверки динамической рабочей характеристики спасательного подъемного устройства [17–19]. Во время подготовки к проведению испытания мы обязаны следовать требованию из стандарта: «из спасательного подъемного

устройства вытягивают строп на 4000 мм и прикрепляют груз с испытательной массой А на окончании стропа, включая измерительный прибор для измерения силы торможения».

В этом и заключается первая проблема, при испытании более типичных для этого стандарта изделий, например лебедок, формулировка точная и понятная. Однако при проведении испытания полиспаста, возникают вопросы:

1) полиспасты имеют различные длины и строение, во многих случаях вытянуть полиспаст на 4000 мм не получится;

2) нет понимания, как добиться длины 4000 мм: вытягивать свободный конец стропа или вся длина изделия должна составить 4000 мм.

Таким образом, при проведении динамического испытания с вытягиванием свободного конца может увеличиваться фактор падения, а следовательно, и нагрузка на изделие, что может негативно влиять на объективность показателей.

Фактор рывка (падения) — геометрический показатель, характеризующий относительную нагрузку на систему страховки альпиниста при срыве. Определяют как отношение высоты падения к длине альпинистской веревки, используемой для остановки падения [20].

Полиспаст является устройством, обладающим ручной функцией опускания, с возможностью вручную контролировать его скорость, что определяет полиспаст как устройство спасательное подъемное

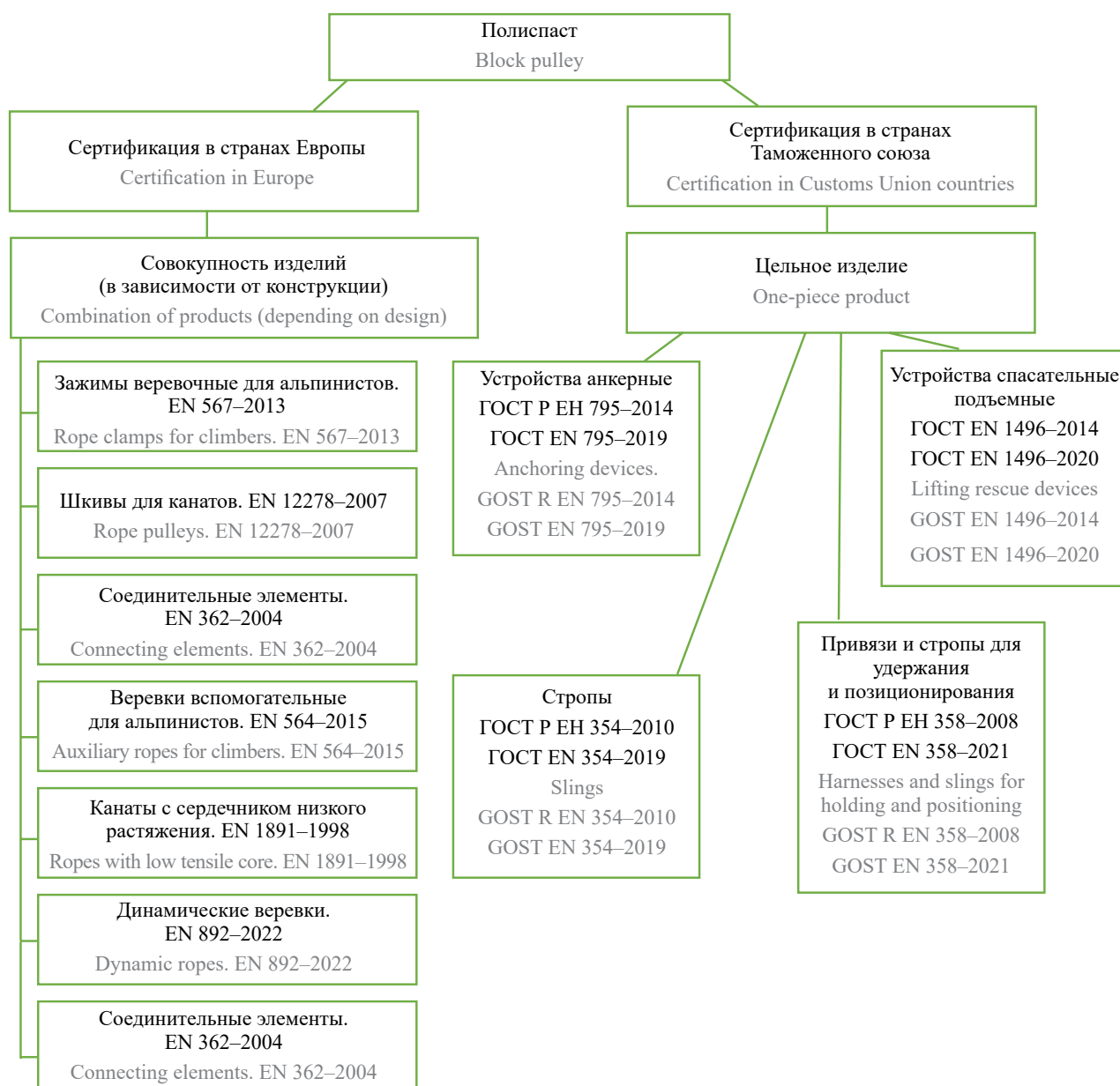


Рис. 6. Схема видов процессов сертификации полиспаста в Евросоюзе и Таможенном союзе

Fig. 6. Schematic diagram of types of the block pulley certification processes in the European Union and the Customs Union

с дополнительной функцией опускания человека ручным управлением класса В. Это создает дополнительное требование к динамической характеристике: «при испытании по 5.6 испытательная масса должна быть эквивалентна максимальной расчетной нагрузке, но не менее 100 кг, а сила торможения F_{max} не должна превышать 6 кН».

Для подтверждения наличия данной проблемы были проведены испытания статической прочности и динамической характеристики (рис. 7, 8) при падении испытательного груза массой 100 кг (табл. 1). Для оценки результатов в рамках испытаний использовался критерий значения максимальной силы торможения — проверка воздействия создаваемых нагрузок на человека (рис. 9).

В дополнение одним из критериев несостыковки является прописанная в инструкция по эксплуатации рабочая нагрузка для полиспастов разных производителей: PETZL устройство JAG SYSTEM — 6 кН, Climbing Technology устройство UP YOU GO — 4 кН, CAMP устройство OYSSA — 120 кг, Венто — устройство полиспаст ПИТОН — 300 кг — при испытании на динамическую и статическую прочность будет использована максимальная рабочая нагрузка на полиспаст в соответствии с методикой испытаний. В данном случае нагрузки возрастут до 60 кН при испытании на статическую прочность и повысится максимальное пиковое усилие при динамическом тесте.



Рис. 7. Положение полиспаста при испытании статической прочности
Fig. 7. Position of the block pulley during the static strength test



Рис. 8. Положение полиспаста при испытании динамической рабочей характеристики
Fig. 8. Position of the block pulley when testing the dynamic operating characteristic

Таблица 1. Проверка статической прочности и динамической рабочей характеристики полиспаста в соответствии с ГОСТ EN 1496–2014

Table 1. Check of static strength and dynamic working characteristic of the block pulley according to GOST EN 1496–2014

Номер пункта Number	Требование Requirement	Полученные значения нагрузки Load values obtained
4.6. Прочность при статической нагрузке 4.6. Static load strength	При испытании по 5.7 с тестовой силой, эквивалентной 10-кратной максимальной расчетной нагрузке, но не менее 12 кН, спасательное подъемное устройство должно выдерживать приложенную силу в течение 3 мин без образования трещин или разрывов When tested according to 5.7 with a test force equivalent to 10 times the maximum design load, but not less than 12 kN, the liferaft shall withstand the applied force for 3 min without cracking or breaking	$F = 12,3$ кН в течение 3 мин. Неопределенность по нагрузке составила 1,2 % при $P_d = 0,95$. Неопределенность измерений времени не превышает 1,0 % при $P_d = 0,95$ $F = 12.3$ kN for 3 min. The uncertainty in the load was 1.2 % at $P_d = 0.95$. The uncertainty of time measurements does not exceed 1.0 % at $P_d = 0.95$
4.5. Динамическая рабочая характеристика и назначение спасательного подъемного устройства класса В 4.5. Dynamic operating characteristic and purpose of class B rescue hoisting device	При испытании по 5.6 испытательная масса должна быть эквивалентна максимальной расчетной нагрузке, но не менее 100 кг, а сила торможения F_{max} не должна превышать 6 кН When tested according to 5.6, the test mass shall be equivalent to the maximum design load, but not less than 100 kg, and the braking force F_{max} shall not exceed 6 kN	$F_{max} = 11,9$ кН — пиковая нагрузка. Неопределенность по нагрузке составила 2,2 % при $P_d = 0,95$ $F_{max} = 11.9$ kN — peak load. The uncertainty in the load was 2.2 % at $P_d = 0.95$

Примечание. Длина полиспаста, применяемая для испытаний — 1 м.
Note. The length of the block pulley used for testing is 1 m.

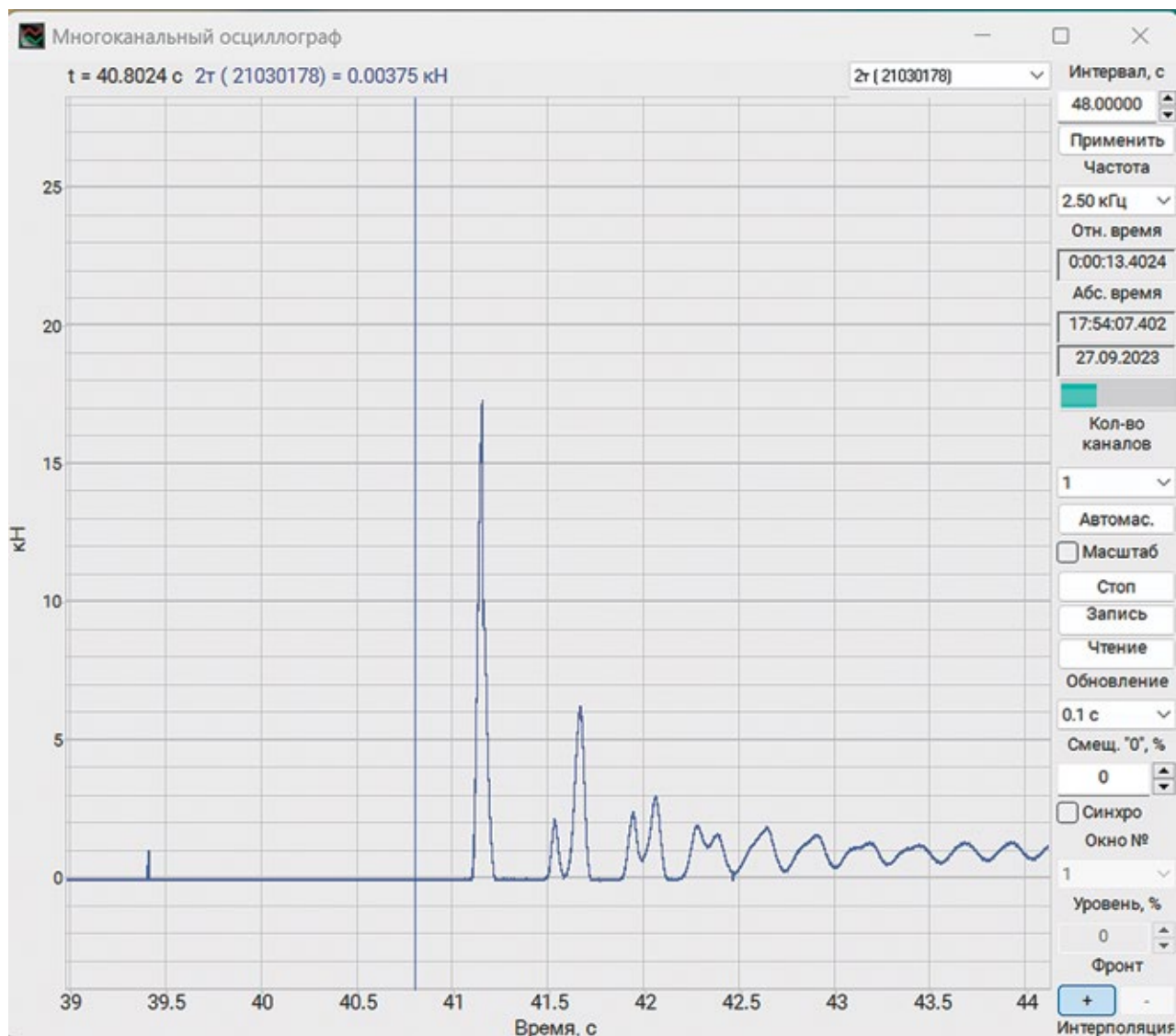


Рис. 9. График изменения силы торможения во время проведения испытания динамической рабочей характеристики
Fig. 9. Graph of braking force variation during the dynamic operating characteristic test

Таким образом, мы видим, что полиспасть не отвечает требованиям EN 1496², при прохождении процесса сертификации объективно качественное устройство при всех своих преимуществах для проведения спасательных операциях не сможет пройти все этапы и выйти на рынок, так как требования стандарта неуместны для дальнейшего применения. Одним из решений видится авторам вынесение полиспадов в отдельный класс устройств спасательных подъемных с функцией опускания на расстояние до 2 метров, без предъявления требования к максимальной силе торможения.

Полиспасть — это инструмент для спасения и эвакуации пострадавшего, который всегда находится в нагруженном состоянии без провиса рабочих ветвей полиспада, что сводит на минимум риски

возникновения динамических рывков. Применение полиспадов в системе остановки падения является некорректным. В дополнение в полиспадах отсутствует демфирующее устройство для снижения нагрузки при рывке, что также повышает динамическую нагрузку на элементы полиспада и пользователя. Динамическая характеристика в данном случае не играет важной роли и создает дополнительные трудности при испытаниях. Однако динамическая прочность — важнейший параметр проверки, позволяющий увидеть слабые места в конструкции изделия, она является критерием проверки прочности в дополнение к статическим испытаниям.

Применение методик из ГОСТ EN 795–2019 для испытаний полиспадов

В табл. 2 приведены результаты апробации методики ГОСТ EN 795–2019 на динамическую прочность

и целостность и испытание статической нагрузкой. В процессе испытания на динамическую прочность и целостность изделие используется не по своему прямому применению, а как анкерное устройства (типа В).

Обратимся к области применения данного стандарта: «Настоящий стандарт устанавливает технические требования и соответствующие методы испытаний для анкерных устройств, предназначенных для использования одним человеком, которые могут быть демонтированы со структуры. Данные анкерные устройства включают в свою конструкцию стационарную или перемещаемую (мобильную) анкерную точку, сконструированную для присоединения компонентов системы индивидуальной защиты от падения с высоты в соответствии с EN 363». Полиспаст не является анкерным устройством и применяется при спасательных работах в паре со спасательным комплектом. При подъеме пострадавшего вероятность падения с высоты сводится к минимуму. В данном случае идет расхождение в области применения и отсутствуют функциональные проверки, применимые к полиспастам.

Анализ применимости методик испытаний из стандартов ГОСТ Р ЕН 358–2008, ГОСТ EN 358–2021

Анализ стандартов показал, что область их применения распространяется на общие технические требования, методы испытаний, маркировку и информацию, предоставляемую изготовителем для привязей и стропов, предназначенных для рабочего позиционирования и ограничения движения.

Например, при идентификации изделия: Производитель: **Petzl**, модель: **JAG SYSTEM** полиспаст имеет признаки стропа для позиционирования и удержания (рис. 10):

- присутствует элемент регулирования длины стропа (полиспаста);
- присутствуют элементы крепления для соединения устройства для удержания тела с анкерной точкой.

Применение полиспаста в соответствии ГОСТ Р ЕН 358–2008, ГОСТ EN 358–2021 допустимо, не противоречит применению стропа для удержания или позиционирования пользователя. В данном случае применение полиспаста в таком исполнении будет являться второстепенной функцией после пря-

Таблица 2. Проверка статической прочности и динамической прочности и целостности полиспаста
Table 2. Checking static strength and dynamic strength and integrity of the block pulley

Номер пункта Number	Требование Requirement	Полученные значения нагрузки Load values obtained
4.4.2.2. Испытание на динамическую прочность и целостность 4.4.2.2. Dynamic strength and integrity test	При испытании в соответствии с 5.4.3 (испытание на динамическую прочность и целостность) анкерное устройство должно удерживать жесткий испытательный груз таким образом, чтобы он не касался земли When tested in accordance with 5.4.3 (dynamic strength and integrity test), the anchoring device shall hold a rigid test weight in such a way that it does not touch the ground	$F_{max} = 9,2$ кН — пиковая нагрузка, далее полиспаст был нагружен до 300 кг в течение 3 мин. Неопределенность по нагрузке составила 2,7 % при $P_d = 0,95$. Неопределенность измерений времени не превышает 1,0 % при $P_d = 0,95$ $F_{max} = 9.2$ kN was the peak load, then the block pulley was loaded to 300 kg for 3 min. The uncertainty of the load was 2.7 % at $P_d = 0.95$. The uncertainty of the time measurement does not exceed 1.0 % at $P_d = 0.95$
4.4.2.3. Испытание статической прочности 4.4.2.3. Static strength test	При испытании в соответствии с 5.4.4 (испытание статической прочности) анкерное устройство должно выдерживать нагрузку When tested according to 5.4.4 (static strength test), the anchoring device shall be able to withstand the load	$F = 19$ кН в течение 3 мин. Неопределенность по нагрузке не превышает 1,0 % при $P_d = 0,95$. Неопределенность измерений времени не превышает 1,0 % при $P_d = 0,95$ $F = 19$ kN for 3 min. The load uncertainty does not exceed 1.0 % at $P_d = 0.95$. Time measurement uncertainty does not exceed 1.0 % at $P_d = 0.95$

Примечание. Длина полиспаста, применяемая для испытаний — 1 м.
 Note. The length of the block pulley used for testing is 1 m.

6. Регулируемый строп для рабочего позиционирования
Adjustable sling for working positioning

EN 358 : 2018

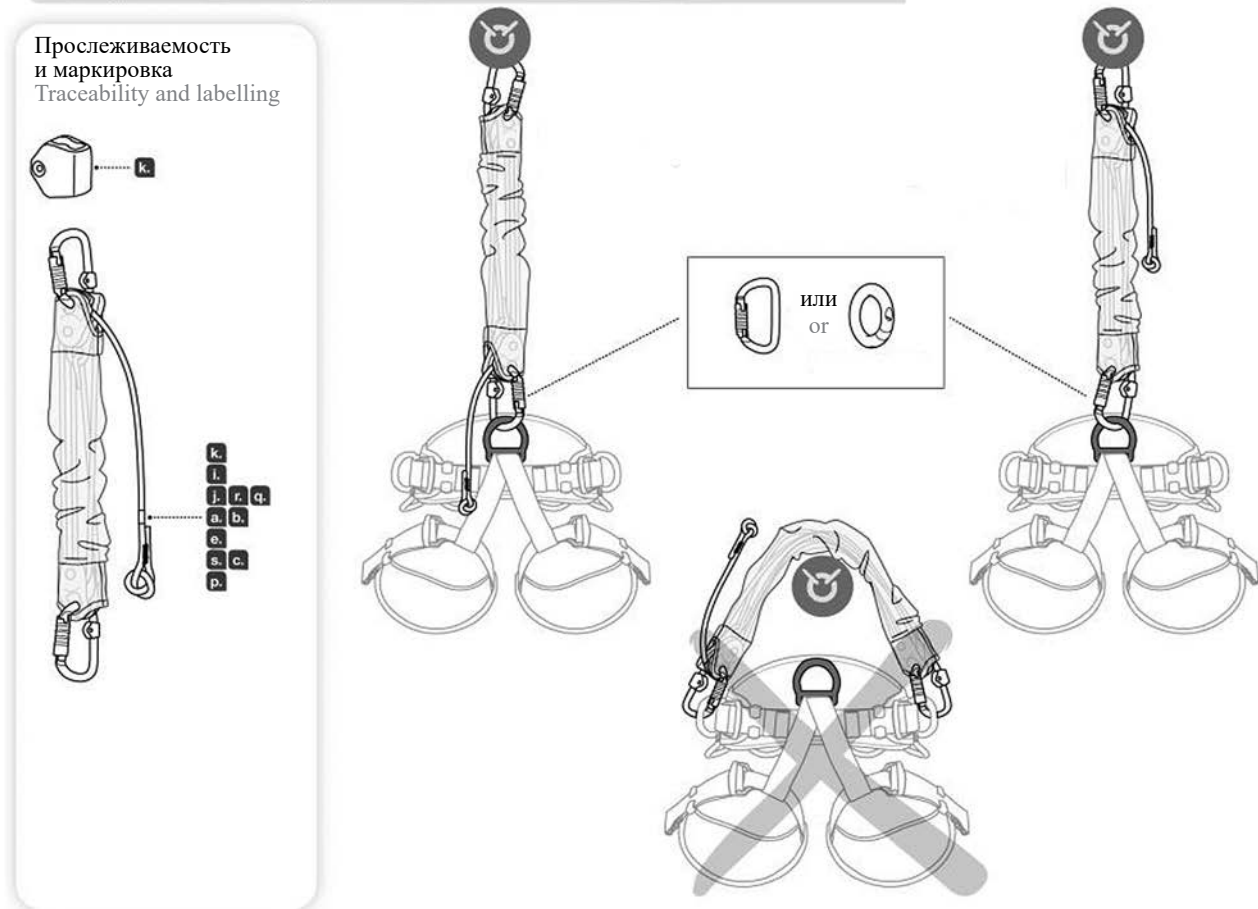


Рис. 10. Производитель: Petzl, модель: JAG SYSTEM. Область применения полиспаста в соответствии с EN 358. Привязи и стропы для удержания и позиционирования

Fig. 10. Manufacturer: Petzl, model: JAG SYSTEM. Scope of application of the block pulley according to EN 358. Harnesses and slings for holding and positioning

мого назначения полиспаста в системах спасения или эвакуации. Сертификация полиспаста в рамках данных стандартов расширяет границы применения и дает возможность изменять положение в безопасном пространстве пользователя и применять полиспаст в эвакуации пострадавшего, присоединяя его к себе и регулируя его положение относительно друг друга.

Критерии, не учитывающие конструкцию полиспастов

Отсутствует проверка усилия регулирования стропа при максимальной рабочей нагрузке, заявленной изготовителем. Проверка этого параметра является очень важным критерием. Пример: при заявленной рабочей нагрузке устройства в 300 кг КПД полиспаста должно быть таким, чтобы один пользователь с усилием, не превышающим 250 Н, смог отрегулировать строп для уменьшения или увеличения длины — позиционирования себя или пострадавшего (рис. 11). Но в области стандарта

отсутствует применение изделий в рамках спасательных или эвакуационных мероприятий.

Анализ применимости методик испытаний из стандартов ГОСТ Р EN 354–2010, ГОСТ EN 354–2019

Область применения стандартов ГОСТ Р EN 354–2010, ГОСТ EN 354–2019 устанавливает общие технические требования, методы испытаний, требования к маркировке, упаковке и информации, предоставляемой изготовителем для стропов. Стропы, соответствующие настоящему стандарту, используются в качестве элементов или компонентов для соединения в системах индивидуальной защиты от падения с высоты (т.е. в удерживающих системах, системах позиционирования на рабочем месте, системах канатного доступа, в страховочных и спасательных системах) [21].

Стандарт распространяется на стропы без регулятора длины и с устройством регулирования длины. При наличии регулятора длины изделие

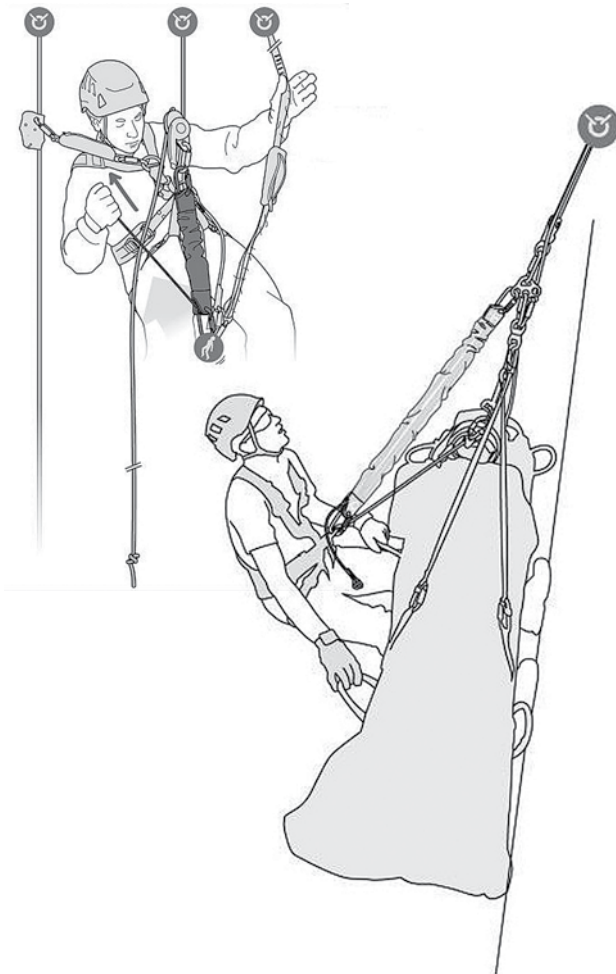


Рис. 11. Варианты применения полиспаста в рамках стропа для позиционирования
Fig. 11. Options for using the block pulley as part of a positioning sling

дополнительно подлежит прохождению тестирования на динамическую прочность без учета динамической характеристики. В данном случае требования, изложенные в стандарте, не противоречат в применении полиспаста как стропа для позиционирования и удержания.

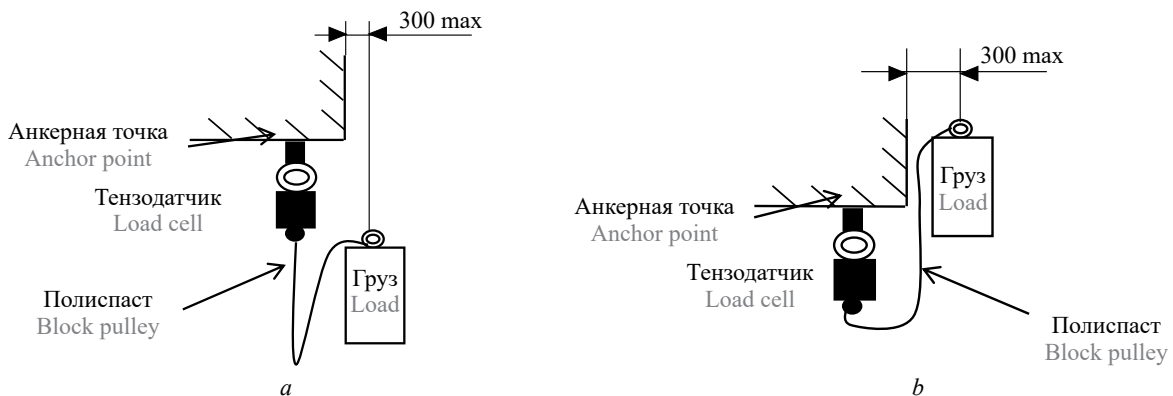


Рис. 12. *a* — ff (фактор падения) = 1; *b* — ff (фактор падения) = 2
Fig. 12. *a* — ff (fall factor) = 1; *b* — ff (fall factor) = 2

Критерии, не учитывающие конструкцию полиспастов:

- отсутствует проверка усилия регулирования стропа при максимальной рабочей нагрузке, заявленной изготовителем;
- критерий статической прочности для полиспаста в 22 кН может не учитывать полиспасты легкой конструкции.

Исследовательские испытания на статическую и динамическую прочность (характеристику) изделий

Были проведены испытания полиспаста на предельные пиковые нагрузки и минимально разрушающую нагрузку в зависимости от фактора применения полиспаста. Эксперимент проведен в качестве оценки выявления слабых мест, выработки критериев требований к проверке на прочность и осознанных реальных показателей для включения их в методики испытаний [22].

Проверка динамической прочности и выявления динамических характеристик при факторах падения 1 и 2 показана на рис. 12, 13. Фактор падения и максимальная сила торможения при падении являются прямо пропорциональными величинами: чем больше фактор падения, тем больше нагрузка на систему. Данные тесты подтверждают, что использование полиспастов в системе остановки падения некорректно в связи с возникновением высоких пиковых нагрузок (табл. 3).

В ходе испытаний были выявлены возможные сценарии разрушения полиспаста:

- обрыв веревки в связи повышенной нагрузкой и агрессивного кулачкового зажима (рис. 14, *a*);
- отгибание щечки в связи с повышенной нагрузкой и прохождением концевой заделки через щечки блоков (рис. 14, *b*);
- проскальзывание веревки через блок-ролик в связи с повышенной нагрузкой и непредусмо-

Таблица 3. Результаты испытаний полиспаста на предельные пиковые нагрузки и минимально разрушающую нагрузку в зависимости от фактора применения полиспаста

Table 3. Results of block pulley tests for ultimate peak loads and minimum breaking load depending on the block pulley application factor

Проверяемая характеристика Tested characteristic	Методика Methodology	Полученные значения нагрузки Load values obtained
Динамическая прочность и динамическая характеристика Dynamic strength and dynamic characterization	Сброс груза массой 100 кг с фактором падения 1, полиспаст заблокирован Dropping a 100 kg load with fall factor 1, block pulley blocked	Изделие выдерживает падение груза массой 100 кг с фактором падения 1. Пиковая нагрузка $F = 17,08$ кН. Неопределенность по нагрузке составила 1,1 % при $P_d = 0,95$ The product withstands a 100 kg drop with fall factor 1. Peak load $F = 17.08$ kN. The uncertainty in the load was 1.1 % at $P_d = 0.95$
	Сброс груза массой 100 кг с фактором падения 1, полиспаст разблокирован Dropping a 100 kg load with fall factor 1, block pulley unblocked	Изделие выдерживает падение груза массой 100 кг с фактором падения 1. Пиковая нагрузка $F = 17,36$ кН. Неопределенность по нагрузке составила 1,1 % при $P_d = 0,95$ The product withstands a 100 kg drop with fall factor 1. Peak load $F = 17.36$ kN. The uncertainty in the load was 1.1 % at $P_d = 0.95$
	Сброс груза массой 100 кг с фактором падения 2, полиспаст заблокирован Dropping a 100 kg load with fall factor 2, block pulley blocked	Изделие выдерживает падение груза массой 100 кг с фактором падения 2. Пиковая нагрузка $F = 21,85$ кН. Неопределенность по нагрузке составила 1,0 % при $P_d = 0,95$ The product can withstand a 100 kg drop with fall factor 2. Peak load $F = 21.85$ kN. The uncertainty in the load was 1.0 % at $P_d = 0.95$
	Сброс груза массой 100 кг с фактором падения 2, полиспаст разблокирован Dropping a 100 kg load with fall factor 2, block pulley unblocked	Изделие выдерживает падение груза массой 100 кг с фактором падения 2. Пиковая нагрузка $F = 22,76$ кН. Неопределенность по нагрузке составила 1,0 % при $P_d = 0,95$ The product withstands a 100 kg drop with fall factor 2. Peak load $F = 22.76$ kN. The uncertainty in the load was 1.0 % at $P_d = 0.95$
Статическая минимально разрушающая нагрузка Static minimum breaking load	Приложение статической нагрузки до разрушения Application of static load before fracture	Первое испытание: произошел обрыв веревки в зоне кулачкового зажима + отгибание щечки на 21,7 кН. Второе испытание: произошел обрыв веревки на 24,0 кН. Максимальная неопределенность по нагрузке составила 1,5 % при $P_d = 0,95$. Неопределенность измерений времени не превышает 1,0 % при $P_d = 0,95$ First test: rope breakage in the cam clamp area + cheek bending at 21.7 kN. Second test: rope breakage of 24.0 kN occurred. The maximum uncertainty in the load was 1.5 % at $P_d = 0.95$. The uncertainty of time measurements does not exceed 1.0 % at $P_d = 0.95$

тренной концевой заделкой большего диаметра или дополнительного ограничителя (рис. 14, с). Исходя из результатов испытаний, можно сделать несколько выводов:

- положение стопорного кулачка при проведении динамических испытаний практически не влияет на нагрузку, значения максимальной силы торможения больше на 2–4 % при разблокированном полиспасте, при этом возникает критерий проверки концевой заделки при открытом стопорном кулачке (зажиме). Концевая заделка

- не должна пройти через блок устройства, данный параметр напрямую показывает безопасность полиспаста. В случае прохождения концевой заделки через блок произойдет каскадное разрушение полиспаста с последующим высвобождением соединительных элементов;
- изделие имеет запас прочности, способно выдерживать критические статические и динамические нагрузки. Минимально-разрушающая нагрузка для применяемых соединительных элементов 20 кН, каждая ветвь каната полис-



Рис. 13. Падение с факторами 1 (а) и 2 (b)
 Fig. 13. Fall factors 1 (a) and 2 (b)

паста увеличивает кратно прочность соединительного каната в устройстве, стопорный кулачек (зажим) воспринимает распределенную нагрузку от ветвей каната;

- при использовании с фактором применения 1, 2 пиковое усилие оказывается за пределами допустимых динамических характеристик в 6 кН. Применение полиспаста в системах остановки падения не применимо. Данное устройство по своему применению должно работать в системах спасения и эвакуации или для удержания пользователя, исключая (запрещая) применение не по назначению.

Необходимые минимальные требования и разработка методов проверки на основании области применения и проведенных исследовательских тестов. Дополнение требований и методик в стандарт ГОСТ EN 1496–2020

Предлагается ввести новый термин, определяющий класс устройство и его предназначение.

Спасательное подъемное устройство класса С (rescue lifting device class C) — спасательное подъемное устройство, имеющее дополнительную функцию ручного спуска человека на расстояние в пределах до 5 м, например, для того, чтобы обойти препятствие. Устройство представляет собой полиспаст из подвижных и неподвижных блоков, объединенных канатом и зажимом для фиксации.

Ввести требования к методике испытаний нового класса устройств.

1. Динамическая прочность и функционирование для устройств класса С

Требование: при испытании масса испытательного груза должна быть эквивалентной максимальной номинальной нагрузке, но быть не менее 100 кг.

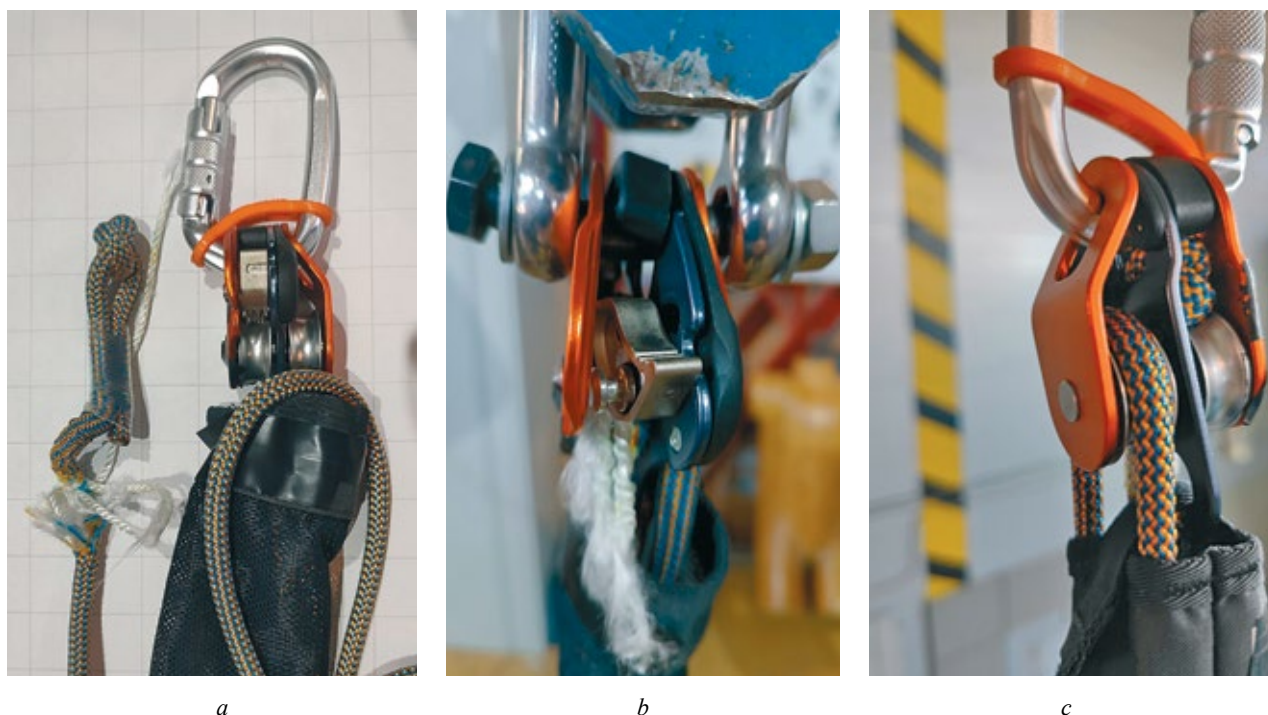


Рис. 14. Возможные сценарии разрушения полиспаста
 Fig. 14. Possible scenarios of the block pulley failure

Устройство должно удерживать груз. Снятие оплетки недопустимо. Общая длина полиспаста после удержания груза не должна превышать 1500⁺⁵⁰ мм. Функционирование спуска и подъема после испытания не нарушены.

Внести в Методику испытаний следующие пункты:

- устройство присоединяют в выбранной позиции к анкерной точке испытательного оборудования;
- если спасательное устройство предназначено для совместного использования с триподом или подобным анкерным устройством, проверяют весь комплекс;
- спасательное устройство необходимо отрегулировать таким образом, чтобы общая длина между соединительными элементами была 1000 мм. Зажим необходимо установить в рабочее положение, когда он фиксирует рабочий канат устройства в соответствии с эксплуатационной документацией;
- испытательный груз опускают до полного натяжения устройства и далее поднимают на 600 мм, и располагают его на расстоянии не более 300 мм по горизонтали от центральной оси спасательного устройства. Груз удерживают с помощью устройства быстрого расцепления. Далее устройство быстрого расцепления приводят в действие. Фиксируют удержание груза и общую длину спасательного устройства. Функция спуска или подъема не должны быть нарушены.

2. Статическая прочность для устройств класса С

Требование: при испытании нагрузкой, эквивалентной 5-кратной максимальной номинальной нагрузке, но не менее 12 кН, спасательное устройство с заблокированным зажимом должно выдерживать приложенную нагрузку не менее 3 мин без образования трещин или снятия оплетки на канате.

При испытании нагрузкой, эквивалентной 2-кратной максимальной номинальной нагрузке, но не менее 6 кН, спасательное устройство с разблокированным зажимом должно выдерживать приложенную нагрузку не менее 3 мин без прохождения свободного конца через подвижный блок устройства.

Внести в Методику испытаний следующие пункты:

- образец для испытания. Изготовитель должен предоставить образец с длиной изделия, не более 2 м, а концевая заделка должна быть аналогична представленной в устройстве, реализуемом потребителю;
- **при первом испытании:** если спасательное устройство предназначено для совместного использования с триподом или подобным анкерным устройством, то проверяют весь комплекс;

- при первом испытании присоединяют спасательное устройство к испытательному стенду с помощью точки крепления этого устройства с одной стороны и концевого соединения стропа с точкой крепления на другой стороне;
- спасательное устройство необходимо отрегулировать таким образом, чтобы общая длина между соединительными элементами была 1000 мм. Зажим необходимо установить в рабочее положение, когда он фиксирует рабочий канат устройства в соответствии с эксплуатационной документацией. Далее прикладывают силу, эквивалентную 5-кратной максимальной номинальной нагрузке с предельным отклонением плюс 0,2 кН, но не менее 12 кН, и поддерживают такую силу в течение 3 мин. Проверяют, удерживает ли испытуемый образец приложенное усилие без появления трещин, осматривают канат на наличие снятия оплетки;
- **при втором испытании** присоединяют спасательное устройство к испытательному стенду с помощью точки крепления этого устройства с одной стороны и концевого соединения стропа с точкой крепления на другой стороне;
- спасательное устройство необходимо отрегулировать на полную длину так, чтобы свободный конец устройства упирался в зажимное устройство или подвижный блок. Зажим необходимо разблокировать в соответствии с эксплуатационной документацией. Если зажим выполнен в виде схватывающего узла, необходимо его разблокировать и зафиксировать, чтобы он не приводился в действие при испытании. Разрешено удаление зажима, если он мешает проведению испытания. Далее прикладывают силу, эквивалентную 2-кратной максимальной номинальной нагрузке с предельным отклонением плюс 0,2 кН, но не менее 6 кН, и поддерживают такую силу в течение 3 мин. Проверяют, удерживает ли испытуемый образец приложенное усилие без прохождения свободного конца устройства (концевой заделки устройства) через подвижный блок;
- для каждого испытания может быть использован новый испытуемый образец.

3. Функциональная проверка усилия, прилагаемого пользователем для подъема груза

Требование: усилие, передаваемое на тянущий конец полиспаста, не должно превышать 250 Н при использовании 1 пользователем и 500 Н при использовании 2 и более пользователей.

Внести в Методику испытаний следующие пункты:

- устройство прикрепляют свободным концом к анкерному устройству. На второй конец прикре-

пляют испытательную массу, соответствующую максимальной рабочей нагрузке устройства;

- при помощи сборных грузов в 1 кг прикладывают постепенно нагрузку до начала срабатывания полиспаста или достижения нагрузки в 250Н или 500Н, далее фиксируют результат. При достижении необходимой нагрузки свободный конец полиспаста должен вытянуться минимально на 300 мм. Возможно приложение нагрузки другими способами с коэффициентом отклонения по нагрузке в ± 1 кг.

Выводы

Коллективом авторов была рассмотрена актуальная проблема сертификации одного из устройств, которое применяется в комплексах спасения и эвакуации пострадавшего, находящегося в безопасном или частично опорном пространстве после удержания страховочной системой, системой позиционирования или удержания.

Необходимо провести профессиональное обсуждение о вынесении полиспастов в отдельный класс устройств, относящихся к ГОСТ EN 1496–2020 без предъявления требований к максимальной силе торможения в связи с ограничением применения устройства в системах удержания пользования при падении. Таким образом, требуется мнение всех сторон (изготовителей, потребителей, органов по сертификации, испытательных лабораторий и др.). Данное изменение упростит процедуру сертификации, сделает ее более объективной, приближенной к реальным условиям использования.

Введение в отдельный класс устройств полиспасты приведет к прозрачности процедуры идентификации изделия, повысит безопасность при использовании и определит область применения полиспастов.

Дальнейшие исследования должны быть направлены на решение вопросов динамической прочности при разблокированном зажиме каната и введение критерия проверки концевой заделки после динамических испытаний.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Боровлев С.А., Овчаренко М.С. Анализ существующих систем и способов обеспечения безопасности во время проведения строительно-монтажных работ на высоте // Молодые лидеры — 2017 : мат. VII Междунар. заочн. конкурса науч.-исслед. работ (г. Казань, 16 октября 2017 г.). Казань : «Рocketsa Союз», 2017. С. 370–375. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=32394538>
2. Varianou-Mikellidou C., Boustras G., Nicolaidou O., Dimopoulos C., Anyfantis I., Messios P. Work-related factors and individual characteristics affecting work ability of different age groups // Safety Science. 2020. Vol. 128. P. 104755. DOI: 10.1016/j.ssci.2020.104755
3. Субботина Н.А. Снижение травматизма на строительной площадке на основе совершенствования модели безопасного поведения работников, выполняющих работы на высоте // XXI век: итоги прошлого и проблемы настоящего плюс. 2023. Т. 12. № 3 (63). С. 160–166. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=54514058>
4. Брацук А.А., Янишина Э.Р., Иванова Л.А. Средства индивидуальной защиты, повышающие безопасность работ на высоте // Научный журнал. 2016. № 12 (13). С. 36–38. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=27538699>
5. Кузьмин П.А., Латышева Д.С. Средства индивидуальной защиты как эффективное средство минимизации рисков и травматизма работников // Вестник науки. 2020. Т. 1. № 7 (28). С. 141–148. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=43066997>
6. Ступаков А.А., Леликов Г.Д. Расчет рисков от использования средств индивидуальной защиты от падения с высоты // Механизация строительства. 2014. № 12 (846). С. 50–54. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=22828009>
7. Baszczyński K. Effects of safety harnesses protecting against falls from a height on the user's body in suspension // International Journal of Environmental Research and Public Health (IJERPH). 2023. No. 20. P. 71. DOI: 10.3390/ijerph20010071
8. Weber S.A., McGahan M.M., Kaufmann C., Biswas S. Suspension trauma: a clinical review // Cureus. 2020. No. 12 (6). P. e8514. DOI: 10.7759/cureus.8514
9. Drew R. Le traumatisme de suspension — un tueur silencieux // Canadian Journal of Emergency Nursing. 2020. Т. 43. № 3. С. 10–12.
10. Кокишарова С.М., Власова Л.П. Анализ современных систем безопасности при работе на высоте // Общество. Наука. Образование. 2023. С. 80–90. DOI: 10.55648/978-5-91434-082-4-2023-80-90 URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=53957098>
11. Коноваленко В.Н., Коноваленко А.А., Орешкин М.В. Проведение аварийно-спасательных работ на объектах повышенной высотности // Социально-экономические и технические системы: исследование, проектирование, оптимизация. 2021. № 2 (88). С. 277–291. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=46379836>

12. Pham N.T., Vasilenko V., Korolchenko D.A. Test and certification procedures of pulleys as a part of personal fall arrest system // IOP Conference Series: Materials Science and Engineering. Moscow, 2018. Vol. 365. P. 042057. DOI: 10.1088/1757-899X/365/4/042057
13. Хабрат Н.И. КПД подвижных и неподвижных блоков полиспаста // Тракторы и сельскохозяйственные машины. 2006. № 2. С. 31–32.
14. Baszczyński K., Jachowicz M. Corrosion of retractable type fall arresters // International Journal of Occupational Safety and Ergonomics. 2009. Т. 15. № 3. Pp. 265–275. DOI: 10.1080/10803548.2009.11076807
15. Киселева А.И., Бельшиева В.С. Сертификация продукции. Особенности применения схем сертификации // Инновационные технологии нового тысячелетия : сб. ст. Междунар. науч.-практ. конф. в 2 ч. (г. Уфа, 1 июля 2017 г.). Часть 2. Уфа : Аэтерна, 2017. С. 61–63.
16. Guirette-Barbosa O.-A., Durán-Muñoz H.-A., Cruz-Domínguez O., Carrera-Escobedo J.-L., Celaya-Padilla J.-M., Castañeda-Burciaga S. Management system according to ISO/IEC 17025: method validation // Applied Sciences. 2024. Vol. 14. Issue 10. P. 4114. DOI: 10.3390/app14104114
17. Антонова В.А., Шушунова Н.С., Леликов Г.Д. Корректировка метода проведения динамических испытаний средств индивидуальной защиты втягивающего типа // e-FORUM. 2021. Т. 5. № 2. URL: <https://usue-journal.ru/images/pdf/15/12.pdf>
18. Леликов Г.Д., Жердев К.В., Антонова В.А. Результаты экспериментальных исследований динамического испытания анкерной линии на кровельном покрытии // Инженерно-строительный вестник Прикаспия. 2022. № 3 (41). С. 10–15. DOI: 10.52684/2312-3702-2022-413-10-15
19. Василенко В.В. Актуализация методики динамических испытаний амортизаторов как средств индивидуальной защиты от падения с высоты // Строительство — формирование среды жизнедеятельности. : сб. тр. XX Междунар. межвуз. науч.-практ. конф. студентов, магистрантов, аспирантов и молодых ученых (г. Москва, 26–28 апреля 2017 г.). М. : НИУ МГСУ, 2017. С. 439–441.
20. Leuthäusser U. Physics of climbing ropes: impact forces, fall factors and rope drag. 2012.
21. Леликов Г.Д., Василенко В.В. Анализ применения страховочных стропов из синтетических канатов как СИЗ от падения с высоты // Строительство — формирование среды жизнедеятельности : сб. тр. XX Междунар. межвуз. науч.-практ. конф. студентов, магистрантов, аспирантов и молодых ученых (г. Москва, 26–28 апреля 2017 г.). М. : НИУ МГСУ, 2017. С. 475–477.
22. Hemmatpour M., Ferrero R., Montrucchio B., Rebaudengo M. A review on fall prediction and prevention system for personal devices: evaluation and experimental results // Advances in Human-Computer Interaction. 2019. Vol. 2019. Pp. 1–12. DOI: 10.1155/2019/9610567

REFERENCES

1. Borovlev S.A., Ovcharenko M.S. Analysis of existing systems and methods of ensuring safety during construction and installation work at height. *Young Leaders — 2017 : mat. VII International. by correspondence. scientific research competition. work, Kazakhstan, October 16, 2017*. Kazan, Róketa Soyuz Publ., 2017; 370-375. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=32394538> (rus).
2. Varianou-Mikellidou C., Boustras G., Nicolaidou O., Dimopoulos C., Anyfantis I., Messios P. Work-related factors and individual characteristics affecting work ability of different age groups. *Safety Science*. 2020; 128:104755. DOI: 10.1016/j.ssci.2020.104755
3. Subbotina N.A. Reducing injuries at the construction site on the basis of improving the model of safe behavior of workers performing work at height. *XXI Century: Resumes of the Past and Challenges of the Present Plus*. 2023; 12(3):160-166. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=54514058> (rus).
4. Bratsuk A.A., Yanshina E.R., Ivanova L.A. Personal protective equipment that increases the safety of work at height. *Scientific Journal*. 2016; 12(13):36-38. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=27538699> (rus).
5. Kuzmin P.A., Latysheva D.S. Personal protective equipment as an effective means of minimizing risks and injuries of workers. *Bulletin of Science*. 2020; 1(7):141-148. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=43066997> (rus).
6. Stupakov A.A., Lelikov G.D. Calculation of risks from the use of personal protective equipment against falls from height. *Mechanization of Construction*. 2014; 12(846):50-54. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=22828009> (rus).
7. Baszczyński K. Effects of safety harnesses protecting against falls from a height on the user's body in suspension. *International Journal of Environmental Research and Public Health (IJERPH)*. 2023; 20:71. DOI: 10.3390/ijerp20010071
8. Weber S.A., Mcgahan M.M., Kaufmann C., Biswas S. Suspension trauma: a clinical review. *Cureus*. 2020; 12(6):e8514. DOI: 10.7759/cureus.8514

9. Drew R. Le traumatisme de suspension — un tueur silencieux. *Canadian Journal of Emergency Nursing*. 2020; 43(3):10-12.
10. Koksharova S.M., Vlasova L.P. Analysis of modern safety systems when working at height. *Society-Science-Education*. 2023; 80-90. DOI: 10.55648/978-5-91434-082-4-2023-80-90 URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=53957098> (rus).
11. Konovalenko V.N., Konovalenko A.A., Oreshkin M.V. Conducting emergency rescue operations at high-altitude facilities. *Social-Economic and Technical Systems: Research, Design and Optimization*. 2021; 2(88):277-291. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=46379836> (rus).
12. Pham N.T., Vasilenko V., Korolchenko D.A. Test and certification procedures of pulleys as a part of personal fall arrest system. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*. Moscow, 2018; 365:042057. DOI: 10.1088/1757-899X/365/4/042057
13. Khabrat N.I. EFFICIENCY of movable and fixed blocks of polispast. *Tractors and agricultural machines*. 2006; 2:31-32. (rus).
14. Baszczyński K., Jachowicz M. Corrosion of retractable type fall arresters. *International Journal of Occupational Safety and Ergonomics*. 2009; 15(3):265-275. DOI: 10.1080/10803548.2009.11076807
15. Kiseleva A.I., Belysheva V.S. Product certification. Features of the application of certification schemes. *Innovative technologies of the new millennium : collection of articles of the International Scientific and Practical Conference at 2 o'clock (Ufa, July 1, 2017). Part 2*. Ufa, Aeterna Publ., 2017; 61-63. (rus).
16. Guirette-Barbosa O.-A., Durán-Muñoz H.-A., Cruz-Domínguez O., Carrera-Escobedo J.-L., Celaya-Padilla J.-M., Castañeda-Burciaga S. Management system according to ISO/IEC 17025: method validation. *Applied Sciences*. 2024; 14(10):4114. DOI: 10.3390/app14104114
17. Antonova V.A., Shushunova N.S., Lelikov G.D. Correction of the method when conducting dynamic tests of personal protective equipment of the retractable type. *e-FORUM*. 2021; 5(2). URL: <https://usue-journal.ru/images/pdf/15/12.pdf> (rus).
18. Lelikov G.D., Zherdev K.V., Antonova V.A. Results of experimental studies of dynamic test of anchor line on roofing. *Engineering and Construction Bulletin of the Caspian Region*. 2022; 3(41):10-15. DOI: 10.52684/2312-3702-2022-413-10-15 (rus).
19. Vasilenko V.V. Updating the methodology of dynamic testing of shock absorbers as personal protective equipment against falling from a height. *State — modeling of the habitat : S.T. R. of the XX century. inter-university. scientific and practical conference of students, undergraduates, postgraduates and young scientists (Moscow, April 26-28, 2017). Moscow, MGSU, 2017; 439-441. (rus).*
20. Leuthäusser U. *Physics of climbing ropes: impact forces, fall factors and rope drag*. 2012.
21. Lelikov G.D., Vasilenko V.V. Analysis of the application of intellectual methods as a result of interaction with visitors. *State — modeling of the habitat : S.T. R. of the XX century. inter-university. scientific and practical conference of students, undergraduates, postgraduates and young scientists (Moscow, April 26-28, 2017). Moscow, MGSU, 2017; 475-477. (rus).*
22. Hemmatpour M., Ferrero R., Montrucchio B., Rebaudengo M. A review on fall prediction and prevention system for personal devices: evaluation and experimental results. *Advances in Human-Computer Interaction*. 2019; 2019:1-12. DOI: 10.1155/2019/9610567

Поступила 02.04.2024, после доработки 22.04.2024;

принята к публикации 15.05.2024

Received April 2, 2024; Received in revised form April 22, 2024;

Accepted May 15, 2024

Информация об авторах

КОРОЛЬЧЕНКО Дмитрий Александрович, д-р техн. наук, доцент, заведующий кафедрой комплексной безопасности в строительстве, Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет, Россия, 129337, г. Москва, Ярославское шоссе, 26; РИНЦ ID: 352067; Scopus AuthorID: 55946060600; ResearcherID: E-1862-2017; ORCID: 0000-0002-2361-6428; e-mail: ikbs@mgsu.ru

Information about the authors

Dmitriy A. KOROLCHENKO, Dr. Sci. (Eng.), Docent, Head of Department of Integrated Safety in Civil Engineering, Moscow State University of Civil Engineering (National Research University), Yaroslavl'skoe shosse, 26, Moscow, 129337, Russian Federation; ID RISC: 352067; Scopus AuthorID: 55946060600; ResearcherID: E-1862-2017; ORCID: 0000-0002-2361-6428; e-mail: ikbs@mgsu.ru

ТЕРЕХ Надежда Александровна, лаборант испытательной лаборатории института комплексной безопасности в строительстве, Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет, Россия, 129337, г. Москва, Ярославское шоссе, 26; ORCID: 0009-0005-9723-9644; e-mail: nadezhdakashinova@yandex.ru

ПРОСТАКИШИН Дмитрий Александрович, инженер испытательной лаборатории Института комплексной безопасности в строительстве, Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет, Россия, 129337, г. Москва, Ярославское шоссе, 26; AuthorID: 1092806; ORCID: 0009-0008-5350-6976; e-mail: d.prostakishin@ikbs-mgsu.ru

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

Nadezhda A. TSERAKH, Laboratory Technician of Testing Laboratory of Institute of Complex Safety in Construction, Moscow State University of Civil Engineering (National Research University), Yaroslavskoe shosse, 26, Moscow, 129337, Russian Federation; ORCID: 0009-0005-9723-9644; e-mail: nadezhdakashinova@yandex.ru

Dmitriy A. PROSTAKISHIN, Engineer of Testing Laboratory of Institute of Complex Safety in Construction, Moscow State University of Civil Engineering (National Research University), Yaroslavskoe shosse, 26, Moscow, 129337, Russian Federation; AuthorID: 1092806; ORCID: 0009-0008-5350-6976; e-mail: d.prostakishin@ikbs-mgsu.ru

Contribution of the authors: *all authors have made an equivalent contribution to the preparation of the publication.*
The authors declare that there is no conflict of interest.