

УДК 378.096; 621.861.2

Коноваленко В.Н., старший преподаватель, Институт гражданской защиты ГОУ ВО ЛНР «Луганский национальный университет имени Владимира Даля».

Коноваленко А.А., ассистент, Институт гражданской защиты ГОУ ВО ЛНР «Луганский национальный университет имени Владимира Даля».

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МАРКЕРОВ ДОПУСТИМЫХ НАГРУЗОК ПРИ ВЫБОРЕ СНАРЯЖЕНИЯ ДЛЯ БЕЗОПАСНОГО ПРОВЕДЕНИЯ АВАРИЙНО-СПАСАТЕЛЬНЫХ РАБОТ НА ВЫСОТНЫХ ОБЪЕКТАХ

Аннотация: ввод в эксплуатацию большого количества высотных объектов сопровождается увеличением количества аварий и сопутствующих им травм, которые в строительной отрасли приближаются к 43%, а в энергетике – достигают 63%.

В данной статье рассмотрены актуальные вопросы обеспечения безопасности проведения работ на высотах путем обеспечения высокой надежности применяемого снаряжения и умения персонала грамотно применять такие изделия с учетом рабочих нагрузок и характера выполнения технических действий. Для обеспечения безопасности при работах на высоте с применением канатного доступа предложена методика использования специальных маркеров предельных нагрузок PL, MBS, WLL, SWL для выбора снаряжения.

Ключевые слова: безопасность, промышленный альпинизм, маркировка снаряжения, травматизм, работа на высоте, выбор снаряжения, PL, MBS, WLL, SWL.

Известно [1], что при 55% несчастных случаев при работе на высоте вызваны фатальными ошибками в организации страховки, в том числе – некорректным использованием средств индивидуальной защиты и иного снаряжения.

Определить степень соответствия выбираемого или уже используемого снаряжения характеру выполняемых задач, профессионально рассчитать оптимальные, допустимые либо предельные нагрузки, тем самым избежав аварийных ситуаций, призваны различные маркировки, применяемые изготовителями средств индивидуальной защиты (СИЗ). Расчетные термины и стандарты отображаются на корпусе снаряжения и в соответствующей

сопроводительной документации, среди которой технический паспорт изделия, инструкции по его применению и т.п.

Среди наиболее часто встречающихся маркировок, наряду с ГОСТ-Р, CE, EN характеризующих конкретные средства индивидуальной защиты для работы на высоте, пристального внимания заслуживают маркеры PL, MBS, WLL, SWL [2].

Для того чтобы какой-либо элемент снаряжения попал в серийное производство и был рекомендован к продажам для последующего применения, изготовители проводят серию различных лабораторных испытаний по требованиям, отраженным в EN 364:1992 «Индивидуальные средства защиты от падения с высоты. Методы испытаний» и ГОСТ Р 12.4.206-99 [3].

Одной из расчетных величин, полученной в результате лабораторных исследований, является Proof Load (PL): испытательная нагрузка. Пример таких исследований - испытания, проведенные в лаборатории ТМ КРОК (Стаханов, Луганская Народная Республика). Испытанию подвергался шарнирный храповой механизм для натяжения ленты слэклайна (ретчет), штатно используемый с лентами для слэклайна (плоскими стропами) шириной 33–38 мм), в комплекте с полиамидной лентой шириной 35мм, с предполагаемой предельной разрывной нагрузкой в 3000 кгс.

В результате испытаний лента порвалась при испытательной нагрузке в 2900 кгс. Место разрыва локализовано в спирали ретчета, ближе к выходу на прямолинейный участок. Ретчет после испытания приложенной в 2900 кгс нагрузкой полностью сохранил работоспособность. Отсутствуют следы значительной внешней деформации, забоины и вмятины на механизме, способные повлиять на функционал изделия. Один из этапов проведенных испытаний отображен на рисунке 1.



Рисунок 1. Лабораторные исследования для определения рабочей нагрузки для ретчета производства ТМ КРОК [4]

Таким образом, PL – это предельная нагрузка, прилагаемая для того, чтобы установить, подвержен ли конкретный элемент оборудования (снаряжения) постоянной деформации после приложения таковой нагрузки в установленный промежуток времени. Важно, что результат, полученный после приложения испытательной нагрузки, вполне обоснованно может быть связан с характеристиками испытуемого элемента в их соответствии с ожидаемыми условиями эксплуатации оборудования.

Приведем пример. Прилагаемая в соответствии с действующим на сегодня стандартом на СИЗ от падения с высоты BSI BS 7883-2019 (Personal fall protection equipment – Anchor systems – System design, installation and inspection – Code of practice) испытательная нагрузка на анкерный болт составляет 6 кН. При этой нагрузке вышеуказанная анкерная точка (точка закрепления) не должна получить каких-либо деформаций, нарушающих ее функциональные свойства. Стоит учитывать, что непосредственно на корпусе изделия маркировку PL производитель указывает не всегда, однако она обязательно отражена в соответствующих стандартах (EN, CE, ГОСТ).

Следующее технически значимым маркером является Minimum Breaking Strength (MBS) – минимальная нагрузка на разрыв. Единицей измерения значений этой величины выступает кН. Маркировка MBS указывает величину минимальной разрушающей нагрузки, при которой воздействие на элемент исследуемого оборудования может привести к его разрушению. Маркировку с указанием значения MBS фирмы-изготовители часто наносят непосредственно на изделия, а в сертификатах соответствия отображают в обязательном порядке.

Пример: блок-ролик «Дионис» виолиновый с зажимом (сплав алюминиевый, для веревок Ø64/48/12 мм) производства ТМ КРОК (Стаханов, ЛНР) имеет нанесенный на корпус маркер MBS в 40 кН (рисунок 2).



Рисунок 2. маркер MBS на корпусе блок-ролика «Дионис» производства ТМ КРОК [5]

Важно осознавать, что установленный производителем MBS указывается исключительно на новое снаряжение. При наличии данных, подтверждающих интенсивное использование снаряжения в предшествующий применению период, стоит учитывать степень деструкции, усталостные процессы и процент деградации снаряжения. К факторам, влияющим на фактическое значение MBS, среди прочих относится влияние ультрафиолета и органики на софт-снаряжение (нейлоновые стропы, петли, системы, веревки и т.п.). Для металла такими факторами выступают агрессивная среда, абразивные частицы, высокая температура, повышенная влажность, диффузия. Испытания с учетом этих факторов проводятся в соответствии с ИСО 9227-90 «Испытание коррозионной стойкости в искусственной

атмосфере. Метод с разбрызгиванием соляного раствора» и ему подобных стандартов.

Требования MBS для используемого оборудования мы можем узнать из принятых в отрасли стандартов. Так, для металлических карабинов согласно стандарту EN 362 в требованиях к соединительным элементам минимальная разрушающая нагрузка по продольной оси составляет $\leftrightarrow 20$ кН.

В процессе испытания карабин растягивается по продольной оси между двумя столбиками-пинами диаметром 12 мм, с закрытой защелкой карабина, согласно правилам тестирования, принятым UIAA (Международным союзом альпинистских ассоциаций). Схема тестирования приведена на рисунке 3.

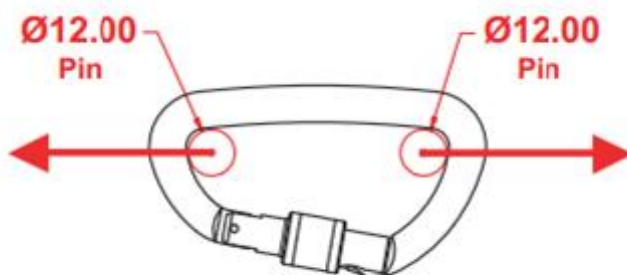


Рисунок 3. Схема тестирования карабина согласно ГОСТ-Р EN 362—2008 [6]

Примером подбора снаряжения на основе вышеуказанных значений может служить выбор мини-полиспаста для проведения аварийно-спасательных работ, в ходе которых предполагается приподнять сорвавшегося оператора канатного доступа для освобождения его от самостраховочного уса, на котором завис пострадавший, для дальнейшего спуска вниз на спусковом устройстве и спусковой верёвке. Второе решение для применения данного вида снаряжения - полностью осуществить подъём сорвавшегося с высоты работника на полку, с которой данный работник упал, но завис на усе самостраховки. Внешний вид изделия приведен на рисунке 4.



Рисунок 4. Спасательный полиспаст SPAS СПОРТ производства ТМ КРОК.
[7]

Предельная рабочая нагрузка, заявленная для SPAS СПОРТ (WLL — Working Load Limit), составляет 2,5 кН. После приложения такой нагрузки начнется протравливание шнура в фиксаторе. Разрушающая нагрузка (MBS — Minimum Breaking Strength) составляет 9 кН, после чего происходит обрыв принудительно зафиксированного шнура. С учетом веса пострадавшего рабочего, не превышающего 150 кг, решение на применение вышеуказанного миниполиспаста вполне обосновано.

Еще одна подлежащая учету техническая характеристика - WLL (Working Load Limit). Она определяет как предельную рабочую нагрузку. Маркировка WLL, как правило, устанавливается именно производителем и служит для обеспечения защиты элемента оборудования (снаряжение) от предельных нагрузок, которые ведут к постоянной деформации, сильной усталости, а иногда к не фиксированным визуальным изменениям свойств материалов, из которых изготовлено снаряжение. Таким образом, WLL — это величина, рекомендованная производителем для нормального, штатного, использования снаряжения.

WLL можно определить как максимальную массу или силу, которая прилагается при типовом способе использования оборудования/снаряжения по основным линиям нагрузки, если не указано иное, по отношению к осевой линии изделия. WLL оборудования/снаряжения указывается производителем.

Для такелажной пластины значение SWL по разным осям различно, так как существует более чем один вариант векторов штатной нагрузки. В этом случае

оставляется маркировка MBS, а на конечного пользователя ложится ответственность за компетентный расчет SWL для конкретной конфигурации использования такелажной пластины.

Это важно учитывать в практической деятельности. Так, для металлических карабинов предельная рабочая нагрузка примерно в 4 раза меньше значения MBS, поэтому, если к этому элементу СИЗ приложить нагрузку, превышающую значение WLL, стоит ожидать некорректной работы карабина, выражающейся, к примеру, в невозможности раскрутить муфту. Согласно ГОСТ-Р ЕН 362-2008. Зачастую при превышении предельных рабочих нагрузок возникает ситуация, когда в результате действия сил, приложенных на соединительный элемент, карабин может быть уже деформирован (так как WLL порог уже наступил), но ещё не разорван (MBS порог ещё не наступил).

Очередная информативная маркировка – Safe Working Load (SWL). Таким образом, обозначается безопасная рабочая нагрузка, которая определяется в конкретных условиях, с учетом коэффициента прочности (SF). Фактор безопасности (Safety Factor) зависит от того, из какого материала и по каким технологиям обработки изготовлено конкретное снаряжение.

В сфере канатного доступа для металлических изделий установлено SF 5:1, а для изделий из нейлона это значение составляет 10:1. В соответствии с ЕН 20139:1992 «Текстиль. Стандартные атмосферные условия для кондиционирования и испытаний (ИСО 139:1973)» (ГОСТ Р ИСО 139-2007) [8]. При этом Safe Working Load (SWL) может устанавливаться производителем оборудования либо рассчитываться конечным пользователем с учетом конфигурации использования на основе MBS.

$$SWL = MBS/SF$$

Пример: для выполнения навески необходимо рассчитать SWL для петли, которую исполнитель изготовил самостоятельно из нейлонового репшнура диаметром 6 мм, при этом место соединения ветвей связано узлом грейпвайн. MBS репшнура, которое заявлено данным производителем, составляет 1200 кг. С учетом неизбежных потерь прочности петли из-за применения узла от величины MBS

необходимо вычесть 30%. В результате получаем 840 кг, а, принимая во внимание установленное для нейлона $SF=10$, фактически имеем SWL, лежащую в пределах $840/10 \times 2 = 168$ кг.

В практической деятельности безопасная рабочая нагрузка определяется в конкретных условиях, то есть зависит от способа использования снаряжения (конфигурации). К примеру, на приведенном ниже рисунке 5 изначально MBS слинга (петли) составляет 22 кН, но, в прямой зависимости от использования этого элемента снаряжения в той или иной конфигурации, безопасная рабочая нагрузка тоже значительно меняется.

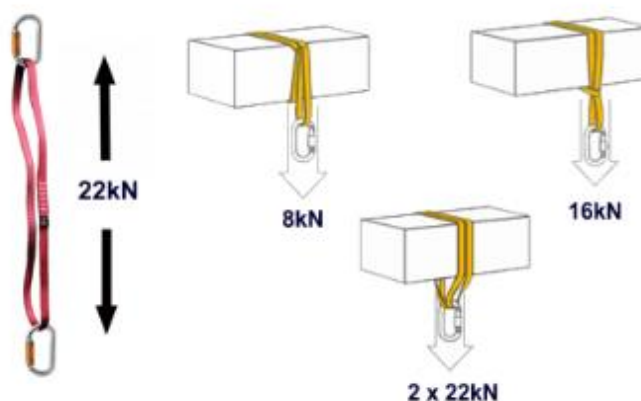


Рисунок 5. Изменение рабочей нагрузки анкерной точки в зависимости от конфигурации слинга [9]

Еще пример. В полиспаст-системах с блоком «Дионис», который оборудован зажимом, результирующая нагрузка, приходящаяся на веревочную ветвь, проходящую через зажим, не должна превышать 400 кгс. При превышении нагрузки возможно снятие оплётки с рабочей верёвки. Таким образом, при построении полиспаст системы с коэффициентом 4:1 масса подвешенного груза не должна превышать $400 \times 4 = 1600$ кг вне зависимости от прочностных характеристик применяемой веревки.

Независимый эксперт в области промышленного альпинизма Владислав Мельников обращает внимание на тот факт, что между американскими и европейскими коллегами с 2013 года существует договорённость о замене маркировки SWL на маркировку WLL там, где это возможно [10]. При этом маркировка MBS актуальна там, где предполагается несколько конфигураций

использования оборудования/снаряжения. К примеру, такелажный крюк используется в одной конфигурации, поэтому для него нет необходимости указывать MBS. При проектировании этого соединительного элемента инженер учитывает худший сценарий типичного использования крюка, производятся инженерные расчеты с учетом SF, и крюк маркируется WLL.

Заключение

При обучении персонала, задействованного в обеспечении безопасности при проведении работ на высоте и проведении аварийно-спасательных мероприятий по эвакуации пострадавших с высотных гражданских и промышленных объектов, необходимо уделить пристальное внимание как изучению тактико-технических характеристик применяемого снаряжения и средств индивидуальной защиты, так и навыкам проведения расчетов надежности систем канатного доступа с учетом специальных маркеров SWL, WLL, MBS, PL. Понимание сути значений этих показателей позволяет оптимально использовать сертифицированное снаряжение.

Список использованных источников

1. Еремеев, В.Б. Несчастные случаи в промышленном альпинизме и верхолазных работах: систематизация и анализ причин. / В.Б. Еремеев // Механизация строительства .— 2015 .— №10 .— С. 46-50 .— URL: <https://rucont.ru/efd/529115> (дата обращения: 01.02.2022).
2. Егор Матвеев. В помощь при принятии решений: SWL, WLL, PL, MBS. [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <https://blog.safework4you.com/2015/03/swl-wll-pl-mbs.html>. (дата обращения: 23.01.2022).
3. Государственный стандарт Российской Федерации ГОСТ Р 12.4.206-99 «Средства индивидуальной защиты от падения с высоты. Методы испытаний». [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <https://docs.cntd.ru/document/1200008452>. (дата обращения: 01.02.2022).
4. Владислав Мельников. Поломка и отказ в работе. SWL, WLL, MBS. Испытания на прочность и (или) осмотр? [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <https://krok.biz/forum/viewtopic.php?f=3&t=7041&sid=29054a7c2cc57fed21788379dab10e42>. (дата обращения: 02.02.2022).
5. Блок-ролик «Дионис» виолиновый (сплав алюминиевый, Ø64/48/12 мм). [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <https://krok.biz/blok-roliki/violinovy-blok-rolik-dionis> (дата обращения: 02.02.2022).

6. ГОСТ Р ЕН 362-2008 Национальный стандарт Российской Федерации. «Система стандартов безопасности труда. Средства индивидуальной защиты от падения с высоты. Соединительные элементы» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://docs.cntd.ru/document/1200071519> (дата обращения: 02.02.2022).
 7. Спасательный полиспаст SPAS СПОПТ (al). [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://krok.biz/blok-roliki/spasatelniy-polispast-spas-sport> (дата обращения: 02.02.2022).
 8. ГОСТ Р ИСО 139-2007. Национальный стандарт Российской Федерации «Изделия текстильные. Стандартные атмосферные условия для кондиционирования и проведения испытаний. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://docs.cntd.ru/document/1200050005>. (дата обращения: 03.02.2022).
 9. Организация страховочной базы. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [https://www.traverss.lv/images/stories/File/Seminars/Create%20of%20the%20Anchors%20\(RU\).pdf](https://www.traverss.lv/images/stories/File/Seminars/Create%20of%20the%20Anchors%20(RU).pdf). (дата обращения: 03.02.2022).
 10. В помощь при принятии решений: SWL, WLL, PL, MBS. Егор Матвеев. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://blog.safework4you.com/2015/03/swl-wll-pl-mbs.html>. (дата обращения: 03.02.2022).
-

Konovalenko V.N., Senior lecturer, Institute of Civil Protection Vladimir Dahl Luhansk State University, Lugansk

Konovalenko A. A., Assistant, Institute of Civil Protection Vladimir Dahl Luhansk State University, Lugansk

THE USE OF PERMISSIBLE LOAD MARKERS WHEN CHOOSING EQUIPMENT FOR THE SAFE CONDUCT OF RESCUE OPERATIONS AT HIGH-ALTITUDE OBJECTS

Abstract: the commissioning of a large number of high-rise objects is accompanied by an increase in the number of accidents and related injuries, which in the construction industry are approaching 43%, and in the energy sector – reach 63%.

This article discusses topical issues of ensuring the safety of work at altitudes by ensuring high reliability of the equipment used and the ability of personnel to competently use such products, taking into account workloads and the nature of technical actions. To ensure safety when working at height using rope access, a method of using special markers of maximum loads PL, MBS, WLL, SWL for the selection of equipment is proposed.

Keywords: safety, industrial mountaineering, equipment marking, injury, work at height, equipment selection, PL, MBS, WLL, SWL.