БЕЗОПАСНОСТЬ СТРОИТЕЛЬНЫХ СИСТЕМ. ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ В СТРОИТЕЛЬСТВЕ. ГЕОЭКОЛОГИЯ

УДК 69:614.8

**А.А. Ступаков, П.Д. Капырин, Г.Д. Леликов, П.А. Семенов,
В.В. Василенко**

НИУ МГСУ

СТЕНДЫ ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЙ СРЕДСТВ ИНДИВИДУАЛЬНОЙ ЗАЩИТЫ ОТ ПАДЕНИЯ ЧЕЛОВЕКА С ВЫСОТЫ

Приведено техническое описание и даны характеристики стенда для статических исследований работоспособности и надежности средств защиты от падения человека с высоты. Представлен стенд для исследований динамических характеристик этих средств. Стенды могут использоваться для сертификации средств защиты от падения с высоты.

Ключевые слова: стенд, испытания, средства индивидуальной защиты, падение, привязи, гибкие анкерные линии, динамические характеристики.

С увеличением высотного строительства растут объемы высотных работ по обслуживанию и мониторингу высотных зданий и сооружений [1, 2]. Создаются строительные и подъемно-транспортные машины, которые требуют обслуживания на высоте [3—6]. Появляются новые виды работ на высоте, которые могут быть выполнены только верхолазами или промышленными альпинистами [7, 8]. Анализ несчастных случаев на высотных работах [9] показывает, что часто к аварийной ситуации приводит использование ненадежных средств защиты от падения человека с высоты, неправильное использование этих средств, а также ошибки в организации и технологии выполнения работ на высоте [10].

В связи с этим, при разработке безопасных технологий работы на высоте [11], создании новых конструкций и видов средств индивидуальной защиты (СИЗ) от падения человека с высоты и при их производстве особое внимание необходимо уделять надежности этих средств, а также правильности их использования.

Для исследования надежности конструкций СИЗ от падения человека с высоты, а также для сертификации этих средств, сотрудниками Научно-производственного методического (НПМ) центра «Промышленный альпинизм» МГСУ созданы специальные стенды.

Стенд для статических исследований работоспособности и надежности средств защиты от падения человека с высоты (рис. 1) содержит раму, состоящую из двух стоек 1 и балки 2, длинно ходовой гидроцилиндр 3, электронный динамометр с датчиком силы 4. Гидроцилиндр крепится шарнирно к балке рамы посредством кронштейна 5. Датчик силы посредством шарниров соеди-

нен со штоком 6 гидроцилиндра и с вилкой активного зажима 7. Реактивный зажим 8 посредством анкерных болтов присоединен к силовому полу. Отверстия для анкерных болтов и затяжка последних выполнены ручной машиной ударно-вращательного действия [12]. Стенд снабжен ограждением 9.

Вилка активного зажима и реактивный зажим предназначены для монтажа объекта исследования на стенде. Нагружение объекта исследования на растяжение осуществляется перемещением штока гидроцилиндра, работу которого обеспечивает гидростанция 10.

Рис. 1. Стенд для статических исследований работоспособности и надежности СИЗ от падения человека с высоты: *а* — общий вид; *б* — вид сбоку

Технические характеристики стенда статических исследований: усилие на зажиме, Н, минимальное — 2000, максимальное — 60000; точность измерения усилия, % — ± 1 ; скорость передвижения зажима, мм/мин, минимальная — 50, максимальная — 1000; время удержания зажима при заданном усилии, мин — 10; ход штока, мм — 1200.

По сигналу с датчика регистрирующая аппаратура стенда позволяет построить диаграмму нагружения объекта исследования во времени, а также в зависимости от хода зажима.

Объектами исследования на статическом стенде могут быть как отдельные детали или компоненты, так и сборки деталей и компонентов в страховочные подсистемы или системы.

В частности могут быть испытаны отдельные металлические и текстильные детали и компоненты: карабины, страховочные и тормозные устройства, фалы (стропы), канаты, амортизаторы, привязи. Кроме того, могут быть исследованы сборки из этих компонентов при различных вариантах их нагружения. Например, на рис. 1 показан вариант монтажа на статическом стенде сборки,

состоящей из одетой на манекен страховочной привязи с фалом самостраховки, имитируется нагружение страховочной привязи при боевом перевороте альпиниста-полицейского.

Стенд для статических исследований позволяет испытать объект исследования пробной нагрузкой на растяжение в течение заданного времени, определить предельную разрушающую нагрузку, а также выполнить исследование объекта на долговечность по выносливости при его циклическом нагружении.

Стенд для исследований динамических характеристик СИЗ от падения человека с высоты (рис. 2) содержит две стойки 1, нижнюю и верхнюю балки 2, 3, электронный динамометр с датчиком силы 4, лебедку 5, грузовой канат 6 и расплющивающее устройство 7 с размыкающим канатом 8.

Рис. 2. Стенд для исследований динамических характеристик СИЗ от падения человека с высоты: *а* — общий вид; *б* — вид сбоку

Датчик силы снабжен кольцом 9 с диаметром поперечного сечения 15 мм. Кольцо является жестким анкерным креплением, оно предназначено для закрепления одного из концов объекта исследования. Ко второму концу объекта исследования прикрепляется груз необходимой массы и вида (стальной груз или мешок с песком). В случае исследования страховочной системы, включающей привязь, последняя одевается на манекен.

Лебедка с грузовым канатом предназначена для подъема груза или манекена на необходимую высоту.

На полу стенда размещены маты 10 для исключения жесткого удара груза или манекена об пол в случае разрушения объекта исследования. Стенд снабжен ограждением и площадкой, расположенной в районе кольца крепления объекта исследования.

В комплект оборудования стендов входят: испытательный цилиндр с диаметром 350 мм, жесткие стальные грузы массой 100 и 150 кг с кольцами для подвешивания в виде рым-болта М20¹ и манекен.

Манекен (рис. 3, а, б) удовлетворяет требованиям ГОСТ², он имеет массу 100 кг, центр его тяжести расположен выше промежности на 200 мм, два кольца 13, 17 для его подвешивания выполнены с внутренним диаметром 40 мм и диаметром поперечного сечения 16 мм (рым-гайка М20³). Манекен изготовлен из дерева, его поверхность гладкая лакированная.

Рис. 3. Манекены для статических и динамических исследований привязей: а и б — для СИЗ при работе на высоте; в — для спортивных страховочных систем

Для альпинистских спортивных страховочных систем и привязей для удержания и позиционирования возможно использование манекена с талией (см. рис. 3, в) по европейскому стандарту⁴.

Расцепляющее устройство 7 (см. рис. 2) предназначено для надежного расцепления груза или манекена, не имеющего начальной скорости. Устройство 7 (рис. 4) представляет собой кольцо 11, связанное мягким тонким канатом (репшнуром) посредством альпинистского прямого узла с бантиком. Кольцо соединяет коуш 12 грузового каната 6 с рым-гайкой 13 манекена или рым-болтом груза. Расцепляющее устройство 7 работает следующим образом: нагружение каната 8 усилием P_8 приводит к развязыванию бантика прямого узла, под действием силы веса манекена $P_{\text{ман}}$ кольцо 11 распускается и манекен падает.

Технические характеристики стенда динамических исследований: максимальная масса падающего груза, кг — 150; наибольшая высота подъема объекта исследования над анкерным креплением 9 (см. рис. 2), м — 2,5; наибольшая глубина падения объекта ниже крепления 9, м — 3,2; точность измерения усилия рывка, % — ± 1 ; грузоподъемность лебедки 5, кг — 250.

¹ ГОСТ 4751—73. Рым-болты. Технические условия. М.: ФГУП «Стандартинформ», 2008. 10 с.

² ГОСТ Р 12.4.206—99. ССБТ. Средства индивидуальной защиты от падения с высоты. Методы испытаний // Электронный фонд правовой и нормативно-технической документации. Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document/gost-r-12-4-206-99-ssbt>. Дата обращения: 18.05.2015.

³ DIN 582. Lifting eye nut [Рым-гайка] // Росметизы.ру. Режим доступа: <http://www.rosmetizi.ru/din/Din%20582.pdf>. Дата обращения: 18.05.2015.

⁴ EN 12277 : 2007. Mountaineering equipment — Harnesses — Safety requirements and test methods. Режим доступа: https://krok.biz/info/file_download/102/BS_EN_12277_2007.pdf. Дата обращения: 18.05.2015.

Требованиями стандарта² является то, что стенд для динамических испытаний «должен быть сконструирован таким образом, чтобы его собственная частота (вибрация) вдоль вертикальной оси в точке крепления была не менее 100 Гц и так, чтобы приложение силы в 20 кН к точке крепления не вызывало бы смещение более 1 мм»² [14]. Для удовлетворения этих требований балки 2 и 3 (см. рис. 2), а также балка 2 (см. рис. 1) выполнены сварными двутавровыми. Сварка этих балок выполнена по рекомендациям [13], при изготовлении этих балок контролировалась твердость исходного материала [14]. Для крепления названных балок к стойкам 1 использованы высокопрочные болты, работающие на срез и установленные в отверстия соединяемых деталей из-под развертки⁵ [15].

Объектами исследования на динамическом стенде могут быть те же объекты, что и на статическом стенде. На динамическом стенде также могут быть исследованы СИЗ ползункового типа с гибкой анкерной линией и СИЗ от падения типа рулетки.

Последовательность динамического испытания объекта исследования следующая:

1. Собрать объект исследования. Например, на рис. 2 объектом является надетая на манекен 14 страховочная привязь 15 со стропом 16.
2. Соединить коуш 12 грузоподъемного механизма с рым-гайкой 13 манекена (груза) посредством размыкающего устройства 7 (см. рис. 4).
3. Поднять объект исследования на необходимую высоту, на рис. 2 манекен 14 поднят на длину стропа 16 выше анкерного крепления 9.
4. Закрепить конец объекта исследования на анкерное кольцо 9 стенда (в примере на кольцо закреплен конец стропа).
5. Размыкающим канатом 8 расцепить устройство 7 и дать манекену упасть (в примере манекен с привязью 15 упадет на двойную длину стропа).

По сигналу с датчика 4 регистрирующая аппаратура динамического стенда покажет наибольшую силу торможения объекта исследования при остановке падения груза или манекена. Кроме того, регистрирующая аппаратура может записать диаграмму нагружения объекта исследования за период его падения и торможения. Погрешность определения усилий не превышает $\pm 1\%$.

Для испытаний на статическом стенде также необходима высокая точность задания и удержания нагрузки, действующей на объект исследования. Для регулировки и поддержания усилия на штоке 6 (см. рис. 1) гидроцилиндра 3 в гидравлической схеме стенда применен клапан пропорциональной регулиров-

Рис. 4. Расцепляющее устройство 7 (см. рис. 2) стенда для исследований динамических характеристик СИЗ от падения человека с высоты

⁵ ГОСТ 7817—80. Болты с шестигранной уменьшенной головкой класса точности А для отверстий из-под развертки. Конструкция и размеры. Режим доступа: http://standartgost.ru/g/%D0%93%D0%9E%D0%A1%D0%A2_7817-80/. Дата обращения: 18.05.2015.

ки усилия, который в широком диапазоне дает высокую требуемую точность. При разработке гидравлической схемы стенда учтено влияние температурного режима гидропривода на точность задания нагрузки [16].

Степень риска работы на высоте складывается из следующих факторов [17]:

возможность падения с высоты;

риск использования страховочного оборудования;

тяжесть ущерба от остановки падения.

Риск использования СИЗ от падения человека с высоты может быть определен на статическом стенде, а тяжесть ущерба от остановки падения — на динамическом.

В случае срыва верхолаза СИЗ должны обеспечить остановку его падения. От динамических характеристик СИЗ зависит тяжесть ущерба. В [18] приведены исследования допустимой силы рывка на человека в полной обвязке (Constrained by Full Body Harness). В [19] даны комментарии. Исследования проведены в основном для парашютных обвязок.

На описываемых в настоящей статье статическом и динамическом стендах могут быть исследованы прочностные и динамические характеристики производимых в России СИЗ от падения человека с высоты, предназначенных для выполнения работ на высотных объектах. По результатам этих исследований будут уточнены риски от использования СИЗ, приведенные в [20].

Библиографический список

1. *Ступаков А.А.* Обследование и мониторинг вентилируемого фасада с облицовкой плитами из натурального гранита // *Academia. Архитектура и строительство*. 2009. № 5. С. 530—533.
2. *Ступаков А.А., Разин П.Е.* Состояние бетона по наружной поверхности Останкинской телевизионной башни // *Вестник МГСУ*. 2011. № 3. Т. 2. С. 218—226.
3. *Кудрявцев Е.М.* Строительные машины и оборудование // *Механизация строительства*. 2012. № 12 (822). С. 43—45.
4. *Капырин П.Д., Романова Е.С.* Анализ состояния современной промышленности строительных материалов и факторы, способствующие развитию производства // *Вестник МГСУ*. 2010. № 4-1. С. 165—170.
5. *Степанов М.А., Мечиев А.В.* Анализ неисправностей при эксплуатации лифтов // *Механизация строительства*. 2014. № 8 (842). С. 44—46.
6. *Степанов М.А., Тургунова Е.Н.* Исследование дефектов башенных кранов // *Механизация строительства*. 2014. № 12 (846). С. 17—19.
7. *Ступаков А.А.* Жизнеобеспечение фасадов высотных зданий методами промышленного альпинизма // *Высотные и большепролетные здания. Технологии инженерной безопасности и надежности : материалы семинара МГСУ 26 мая 2005 г.* Москва, Экспоцентр, 2005 г. Режим доступа: <http://www.know-house.ru/dsp/d28/d28.php/>. Дата обращения: 15.05.2015.
8. *Ступаков А.А., Леликов Г.Д., Семенов П.А., Василенко В.В.* Обследование и восстановление высотных объектов методом промышленного альпинизма // *Механизация строительства*. 2015. № 2 (848). С. 48—52.
9. *Еремеев В.Б.* Несчастные случаи в промышленном альпинизме и верхолазных работах: систематизация и анализ причин. Режим доступа: <http://alpsvet.ru/neschastnyesluchai-v-promyslennom-alpinizme-i-verholaznyh-rabotah-sistematizatii-i-analiz-prichin/>. Дата обращения: 18.05.2015.

10. Трагедия в Алматы, разбор. Август 2009 // ПромАльпФорум. Режим доступа: <http://www.promalp.ru/viewtopic.php?f=3&t=20601>. Дата обращения: 18.05.2015.
11. *Ступаков А.А.* Организация, оборудование и безопасность высотных работ в строительстве и эксплуатации высотных зданий и сооружений // Механизация строительства. 2013. № 12 (834). С. 45—48.
12. *Дроздов А.Н., Немков С.А.* Стенд для измерения энергии удара методом конечных скоростей для ручных машин ударно-вращательного действия // Механизация строительства. 2014. № 12 (846). С. 8—9.
13. *Белов В.А., Гусев А.А., Зайцева Е.С.* Влияние геометрических параметров сварных соединений с фланговыми швами на распределение усилий вдоль шва // Механизация строительства. 2014. № 11 (845). С. 20—23.
14. *Густов Ю.И., Густов Д.Ю., Воронина И.В.* Анализ зависимостей для определения статической твердости металлических материалов конструкций и техники // Механизация строительства. 2015. № 3 (849). С. 38—40.
15. *Густов Ю.И., Аллаттуф Х.* Исследование прочности болтов по статической твердости для восстановления и усиления строительных конструкций зданий // Механизация строительства. 2015. № 4 (850). С. 41—43.
16. *Густов Д.Ю.* Машиностроительная климатология. Основы учета инсоляции для анализа работы гидропривода СДМ // Механизация строительства. 2015. № 1 (847). С. 17—19.
17. *Ступаков А.А.* Безопасность и определение рисков работы на высоте от использования страховочного оборудования // Механизация строительства. 2014. № 11 (845). С. 40—44.
18. *Crawford H.* Survivable impact forces on human body constrained by full body harness. Режим доступа: http://www.hse.gov.uk/research/hsl_pdf/2003/hsl03-09. Дата обращения: 18.05.2015
19. Допустимые силы рывка на человека в полной обвязке. Survivable impact forces on human body constrained by full body harness / перев. В.Б. Еремеева // Альпика спецтехнологии. Режим доступа: <http://www.alpsvet.ru/dopustimye-sily-ryvka-na-cheloveka-v-polnoi-obvizke-survivable-impact-forces-on-human-bod-y-constrained-by-full-body-harness/>. Дата обращения: 18.05.2015.
20. *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.

Поступила в редакцию в июле 2015 г.

Об авторах: **Ступаков Александр Алексеевич** — кандидат технических наук, старший научный сотрудник, директор Научно-производственного методического центра «Промышленный альпинизм», **ФГБОУ ВО «Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет» (НИУ МГСУ)**, 129337, г. Москва, Ярославское шоссе, д. 26, stupakovsa@mail.ru;

Капырин Павел Дмитриевич — кандидат технических наук, заведующий кафедрой механизации строительства, **ФГБОУ ВО «Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет» (НИУ МГСУ)**, 129337, г. Москва, Ярославское шоссе, д. 26, kapurin@mgsu.ru;

Леликов Георгий Дмитриевич — научный сотрудник Научно-производственного методического центра «Промышленный альпинизм», **ФГБОУ ВО «Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет» (НИУ МГСУ)**, 129337, г. Москва, Ярославское шоссе, д. 26, jet_biker@mail.ru;

Семенов Павел Алексеевич — научный сотрудник Научно-производственного методического центра «Промышленный альпинизм», ФГБОУ ВО «Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет» (НИУ МГСУ), 129337, г. Москва, Ярославское шоссе, д. 26, semenov-p.a@mail.ru;

Василенко Василий Владимирович — инженер Научно-производственного методического центра «Промышленный альпинизм», ФГБОУ ВО «Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет» (НИУ МГСУ), 129337, г. Москва, Ярославское шоссе, д. 26, vasilenko.vv@bk.ru.

Для цитирования: *Ступаков А.А., Капырин П.Д., Леликов Г.Д., Семенов П.А., Василенко В.В.* Стенды для исследований средств индивидуальной защиты от падения человека с высоты // Вестник МГСУ. 2015. № 8. С. 130—139.

A.A. Stupakov, P.D. Kapryin, G.D. Lelikov, P.A. Semenov, V.V. Vasilenko

STANDS FOR STUDIES OF PERSONAL PROTECTIVE EQUIPMENT FOR PEOPLE AGAINST FALLING FROM A HEIGHT

With the increase of high-rise construction the volumes of high-rise services on maintenance and monitoring of high-rise buildings also grow. Construction and lifting-transport machines are being produced, which require maintenance on height. New types of work at height appear, which can only be done only by steeple jacks or industrial climbers. Analysis of accidents during high-rise services shows that often the use of unreliable means of protection against falls from a height or misuse of these means leads to emergency situations, as well as errors in the organization and technology of works performance at height. In this regard during the development of safe technologies for high-rise works, creation of new designs and types of personal protective equipment (PPE) against falls from heights and during their production, particular attention should be paid to reliability of these means, as well as the correctness of their use.

In order to determine the reliability of personal protective equipment against falls from a height, as well as for certification of these means by the scientific and production methodological center "Industrial alpinism" of MGSU special stands were created for dynamic studies of these means. Dynamic characteristics are investigated by a falling cargo or dummy.

Key words: stand, tests, personal protective equipment, fall, leash, flexible anchor lines, dynamic characteristics.

References

1. Stupakov A.A. Obsledovanie i monitoring ventiliruemogo fasada s oblitsovkoy plitami iz natural'nogo granita [Survey and Monitoring of Ventilated Facades with Facing by Plates of Natural Granite]. *Academia. Arkhitektura i stroitel'stvo* [Academia. Architecture and Construction]. 2009, no. 5, pp. 530—533. (In Russian)
2. Stupakov A.A., Razin P.E. Sostoyanie betona po naruzhnoy poverkhnosti Ostankinskoy televizionnoy bashni [State of the Concrete on the Exterior Surface of the Ostankino Television Tower]. *Vestnik MGSU* [Proceedings of Moscow State University of Civil Engineering]. 2011, no. 3, vol. 2, pp. 218—226. (In Russian)
3. Kudryavtsev E.M. Stroitel'nye mashiny i oborudovanie [Construction Machinery and Equipment]. *Mekhanizatsiya stroitel'stva* [Mechanization of Construction]. 2012, no. 12 (822), pp. 43—45. (In Russian)
4. Kapryin P.D., Romanova E.C. Analiz sostoyaniya sovremennoy promyshlennosti stroitel'nykh materialov i faktory, sposobstvuyushchie razvitiyu proizvodstva [Analysis of Modern Building Materials Industry and the Factors Contributing to the Development of Production]. *Vestnik MGSU* [Proceedings of Moscow State University of Civil Engineering]. 2010, no. 4-1, pp. 165—170. (In Russian)

5. Stepanov M.A., Mechiev A.V. Analiz neispravnostey pri ekspluatatsii liftov [Analysis of the Faults in the Operation of Elevators]. *Mekhanizatsiya stroitel'stva* [Mechanization of Construction]. 2014, no. 8 (842), pp. 44—46. (In Russian)
6. Stepanov M.A., Turgunova E.N. Issledovanie defektov bashennykh kranov [Study on the Defects of Tower Cranes]. *Mekhanizatsiya stroitel'stva* [Mechanization of Construction]. 2014, no. 12 (846), pp. 17—19. (In Russian)
7. Stupakov A.A. Zhizneobespechenie fasadov vysoznykh zdaniy metodami promyshlennogo al'pinizma [Sustaining the Facades of High-Rise Buildings by Industrial Mountaineering Techniques]. *Vysotnye i bol'sheproletnye zdaniya. Tekhnologii inzhenernoy bezopasnosti i na-dezhnosti : materialy seminara MGSU 26 maya 2005 g.* [Proceedings of the seminar of MGSU "Tall and Large-Span Buildings. Security and Reliability Engineering Technologies. May 26, 2005]. Moscow, Ekspotsentr [Expocenter], 2005. Available at: <http://www.know-house.ru/dsp/d28/d28.php/>. Date of access: 15.05.2015. (In Russian)
8. Stupakov A.A., Lelikov G.D., Semenov P.A., Vasilenko V.V. Obsledovanie i vosstanov-lenie vysoznykh ob'ektov metodom promyshlennogo al'pinizma [Inspection and Repair of High-Rise Objects Using Industrial Alpinism]. *Mekhanizatsiya stroitel'stva* [Mechanization of Construction]. 2015, no. 2 (848), pp. 48—52. (In Russian)
9. Ereemeev V.B. *Neschastnye sluchai v promyshlennom al'pinizme i verkholaznykh rabo-takh: sistematizatsiya i analiz prichin* [Accidents in Industrial Mountaineering and Steeplejack Works: Systematization and Analysis of the Causes]. Available at: <http://alpsvet.ru/neschastnye-sluchai-v-promyshlennom-alpinizme-i-verholaznyh-rabotah-sistematizatii-i-analiz-prichin/>. Date of access: 18.05.2015. (In Russian)
10. Tragediya v Almaty, razbor. Avgust 2009 [Tragedy in Almaty, Analysis. August 2009]. PromAl'pForum. Available at: <http://www.promalp.ru/viewtopic.php?f=3&t=20601>. Date of access: 18.05.2015. (In Russian)
11. Stupakov A.A. Organizatsiya, oborudovanie i bezopasnost' vysoznykh rabot v stroitel'stve i ekspluatatsii vysoznykh zdaniy i sooruzheniy [Organization, Equipment and Security of the Works at Height in Construction and Operation of Tall Buildings and Structures]. *Mekhanizatsiya stroitel'stva* [Mechanization of Construction]. 2013, no. 12 (834), pp. 45—48. (In Russian)
12. Drozdov A.N., Nemkov S.A. Stend dlya izmereniya energii udara metodom konechnykh skorostey dlya ruchnykh mashin udarno-vrashchatelnogo deystviya [Stand for Measuring the Impact Energy Using the End Speeds Method for Manual Machines of Shock-Rotary Action]. *Mekhanizatsiya stroitel'stva* [Mechanization of Construction]. 2014, no. 12 (846), pp. 8—9. (In Russian)
13. Belov V.A., Gusev A.A., Zaytseva E.S. Vliyanie geometricheskikh parametrov svarnykh soedineniy s flangovymi shvami na raspredelenie usiliy vdol' shva [Influence of Geometric Parameters of Welded Joints with Flank Seams on the Distribution of Forces Along a Seam]. *Mekhanizatsiya stroitel'stva* [Mechanization of Construction]. 2014, no. 11 (845), pp. 20—23. (In Russian)
14. Gustov Yu.I., Gustov D.Yu., Voronina I.V. Analiz zavisimostey dlya opredeleniya staticheskoy tverdosti metallicheskh materialov konstruktsiy i tekhniki [Dependency Analysis for Defining Static Hardness of Metallic Materials of Structures and Equipment]. *Mekhanizatsiya stroitel'stva* [Mechanization of Construction]. 2015, no. 3 (849), pp. 38—40. (In Russian)
15. Gustov Yu.I., Allattouf H. Issledovanie prochnosti boltov po staticheskoy tverdosti dlya vosstanovleniya i usileniya stroitel'nykh konstruktsiy zdaniy [Study on Strength of Bolts on Static Hardness for the Restoration and Reinforcement of Building Structures of Buildings]. *Mekhanizatsiya stroitel'stva* [Mechanization of Construction]. 2015, no. 4 (850), pp. 41—43. (In Russian)
16. Gustov D.Yu. Mashinostroitel'naya klimatologiya. Osnovy ucheta insolyatsii dlya analiza raboty gidroprivoda SDM [Engineering Climatology. Fundamentals of Accounting for Insolation for the Analysis of the Hydraulic Drive of Road-Building Machines]. *Mekhanizatsiya stroitel'stva* [Mechanization of Construction]. 2015, no. 1 (847), pp. 17—19. (In Russian)

17. Stupakov A.A. Bezopasnost' i opredelenie riskov raboty na vysote ot ispol'zovaniya strakhovochnogo oborudovaniya [Security and Identification of Risks at the Height while Safety Equipment]. *Mekhanizatsiya stroitel'stva* [Mechanization of Construction]. 2014, no. 11 (845), pp. 40—44. (In Russian)

18. Crawford H. Survivable Impact Forces on Human Body Constrained by Full Body Harness. Available at: http://www.hse.gov.uk/research/hsl_pdf/2003/hsl03-09. Date of access: 18.05.2015.

19. Eremeev V.B. Dopustimye sily ryvka na cheloveka v polnoy obvyazke [Survivable Impact Forces on Human Body Constrained by Full Body Harness]. Available at: <http://www.alpsvet.ru/dopustimye-sily-ryvka-na-cheloveka-v-polnoi-obvizke-survivable-impact-forces-on-human-bod-y-constrained-by-full-body-harness/>. Date of access: 18.05.2015.

20. Stupakov A.A., Lelikov G.D. Raschet riskov ot ispol'zovaniya sredstv individual'noy zashchity ot padeniya s vysoty [Calculation of Risks Caused by the Use of Personal Protective Equipment Against Falls from Height]. *Mekhanizatsiya stroitel'stva* [Mechanization of Construction]. 2014, no. 12 (846), pp. 50—54. (In Russian)

About the authors: **Stupakov Aleksandr Alekseevich** — Candidate of Technical Sciences, senior research worker, director, Scientific and Production Methodological Center “Industrial Alpinism”, **Moscow State University of Civil Engineering (National Research University) (MGSU)**, 26 Yaroslavskoye shosse, Moscow, 129337, Russian Federation; stupakovsa@mail.ru;

Kapyrin Pavel Dmitrievich — Candidate of Technical Sciences, chair, Department of Mechanization of Construction, **Moscow State University of Civil Engineering (National Research University) (MGSU)**, 26 Yaroslavskoye shosse, Moscow, 129337, Russian Federation; kapyrin@mgsu.ru;

Lelikov Georgiy Dmitrievich — research worker, Scientific and Production Methodological Center “Industrial Alpinism”, **Moscow State University of Civil Engineering (National Research University) (MGSU)**, 26 Yaroslavskoye shosse, Moscow, 129337, Russian Federation; jet_biker@mail.ru;

Semenov Pavel Alekseevich — research worker, Scientific and Production Methodological Center “Industrial Alpinism”, **Moscow State University of Civil Engineering (National Research University) (MGSU)**, 26 Yaroslavskoye shosse, Moscow, 129337, Russian Federation; semenov-p.a@mail.ru;

Vasilenko Vasily Vladimirovich — engineer, Scientific and Production Methodological Center “Industrial Alpinism”, **Moscow State University of Civil Engineering (National Research University) (MGSU)**, 26 Yaroslavskoye shosse, Moscow, 129337, Russian Federation; vasilenko.vv@bk.ru.

For citation: Stupakov A.A., Kapyrin P.D., Lelikov G.D., Semenov P.A., Vasilenko V.V. Stendy dlya issledovaniy sredstv individual'noy zashchity ot padeniya cheloveka s vysoty [Stands for Studies of Personal Protective Equipment for People Against Falling from a Height]. *Vestnik MGSU* [Proceedings of Moscow State University of Civil Engineering]. 2015, no. 8, pp. 130—139. (In Russian)