

УДК 539.3: 331.45

*Ю.К.ВАСИЛЬЕВ, А.Ю.ВАСИЛЬЕВ*, НТУ “ХПИ”

## **К ВОПРОСУ ИССЛЕДОВАНИЯ НАДЕЖНОСТИ ИНДИВИДУАЛЬНОГО СНАРЯЖЕНИЯ**

Запропоновано підхід до дослідження туристського й альпіністського спорядження. Створено геометричні й скінченно-елементні моделі досліджуваних об'єктів. Наведено результати пробних розрахунків карабінів на міцність.

Tourist and alpinist equipment research approach is offered. The geometrical and finite-elements models of the explored objects are created. Results of pilot stressedly-deformed analysis of carabines are given.

**Введение.** В современном мире мало кто сомневается в бесценности человеческой жизни. Но даже существующие сомнения резко сокращаются, как только дело доходит до вопроса необходимости сохранности собственной жизни и жизни близких людей. Это и есть основная причина появления таких направлений знания, как медицина, техника безопасности и пр. Причем техника безопасности включает в себя, как своды различных предписаний к поведению людей, так и различные вещественные предметы [1, 2]. Их объединяет то, что они в равной мере направлены на уменьшение риска жизни и здоровью человека во время выполнения каких-либо действий. Вполне естественно, что наибольшее развитие техника безопасности получила в тех областях, где риск выше. И современные правила и обмундирование были “отшлифованы” до их нынешнего состояния ценой многих жизней. Дополнительную актуальность подобные исследования получают ввиду того, что существующие нормативные документы [3 – 9] отражают далеко не все особенности работы оборудования.

В рамках статьи осуществлена попытка сформулировать те вопросы техники безопасности туризма, альпинизма, промышленного альпинизма и смежных областей, которые можно и целесообразно решать при помощи современного программно-аппаратного обеспечения. Основной упор в статье делается на описание возможности оценки эффективности оборудования и инвентаря.

**Классификация оборудования и инвентаря.** Из всего списка оборудования, применяемого в различных видах туризма и альпинизма, наиболее распространенными и в то же время имеющие повышенные требования по технике безопасности, являются (рис. 1):

- веревки, репшнуры;
- крючья: скальные, ледовые, шлямбурные;
- зажимы для веревки, блоки;
- страховочные и спусковые устройства;



Рис. 1. Примеры оборудования, используемого в туризме и альпинизме

одного направления оборудование отличается формой, размерами и иногда даже принципом действия [1, 10, 11]. Типичным примером такого разнообразия могут служить карабины. Различные варианты формы карабинов показаны на рис. 2.

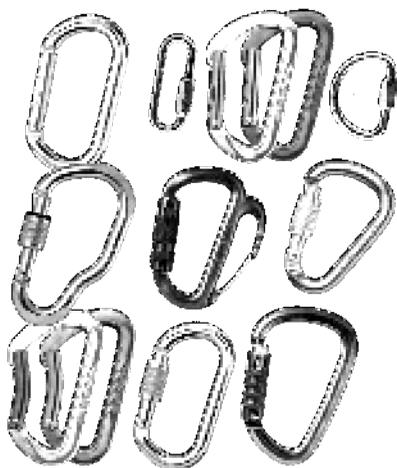


Рис.2. Различные варианты формы карабинов

- ледорубы, айс-байли, альпенштоки;
- карабины;
- кошки;
- каски, шлемы;
- платформы.

Кроме этого необходимо подвергать исследованию оборудование для экстремальных видов спорта: велосипеды, байдарки и каяки, лыжные и сноубордные крепления, парашюты и т.п.

#### Постановка задачи.

Существует огромное количество разнообразного оборудования, отличающегося по назначению (см. рис. 1), но даже в рамках

Кроме формы основной части, карабины отличаются типом защелки, размерами, и материалом. В качестве материалов чаще всего применяют различные марки стали, алюминия, титана и магния. В соответствии с законодательством карабины должны отвечать требованиям, приведенным в [7].

Из рассмотренных объектов наибольший разброс по типу имеют каски. Они предназначены для защиты головы от ударов. Кроме того, они могут выполнять еще и дополнительные функции. К примеру, форма велосипедных касок выбирается кроме прочего по принци-

пу минимального аэродинамического сопротивления. По форме и используемым материалам каски отличаются кардинально. На рис. 3 показаны некоторые примеры предлагаемых форм касок.



Рис. 3. Примеры предлагаемых форм касок

В качестве основных материалов используются: полипропилен, поликарбонат, полистирен, различные композитные материалы и т.п. Часто в касках используется комбинация нескольких материалов: более прочный и жесткий – верхний слой и внутренний слой – более податливый. В соответствии с законодательством каски должны отвечать [3, 4]. Их особенностью является еще и то, что в отличие, от работающих в основном в линейной области карабинов, каски работают изначально в нелинейной области.

**Методика исследования.** Для решения задачи об анализе прочностных, жесткостных и других характеристик, определяющих надежность, долговечность и эффективность оборудования, предлагается использовать обобщенный параметрический подход [12] совместно с методом конечных элементов [13].

Использование обобщенного параметрического подхода предполагает построение параметрических геометрических и физических моделей исследуемых объектов. Заложенные в модели параметры должны иметь возмож-

ность вносить не только количественные изменения в модель, но и качественные.

На рис. 4, 5 показаны некоторые из геометрических и конечно-элементных моделей карабинов и их элементов.

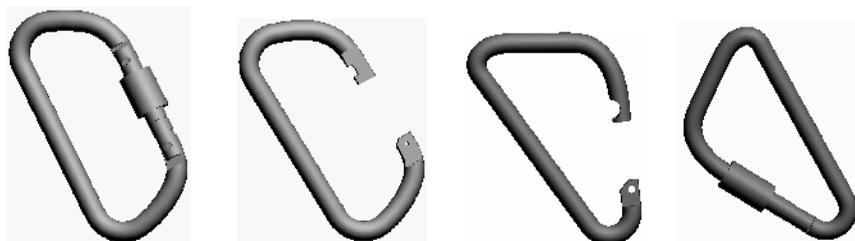


Рис. 4. Геометрические модели карабинов и их элементов

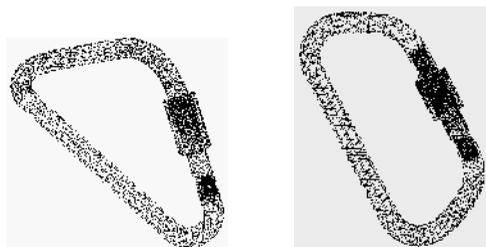


Рис. 5. Конечно-элементные модели карабинов

На рис. 6 показана трехмерная модель велосипедного шлема.

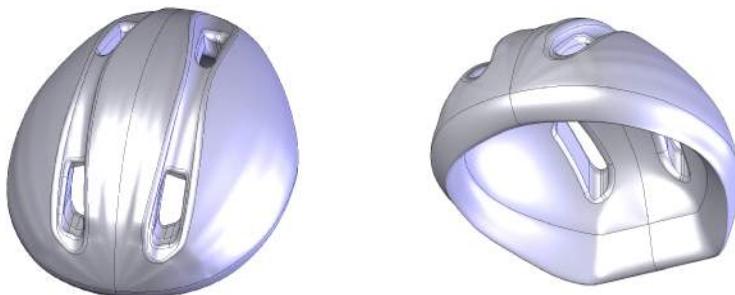


Рис. 6. Модель велосипедного шлема

На рис.7. показаны качественные картины деформаций карабинов, полученные в результате тестовых расчетов на статическую прочность.

**Заключение.** Как правило, в нашей стране существует практика использовать рассмотренное в статье оборудование с несоблюдением правил эксплуатации. Инвентарь продолжает находиться в применении до наступления состояния полного износа, разрушения. Это влечет за собой травмы, приводящие к потере работоспособности, и даже к летальному исходу.

Кроме того, ни государственные нормы, ни данные производителей оборудования, не описывают поведение оборудования в экстремальных режимах. Также отсутствуют данные о накоплении повреждений в ходе эксплуатации, о возможности повторного использования инвентаря после динамической нагрузки меньшей по величине, чем критическая, и много другой не менее важной информации. Поэтому жизненно необходимо знать характер нагрузок, который может выдержать тот или иной инвентарь.

Таким образом, открывается широкое поле для разносторонних численных и экспериментальных исследований.

В дальнейшем планируется провести исследования различных типов туристского и альпинистского оборудования.

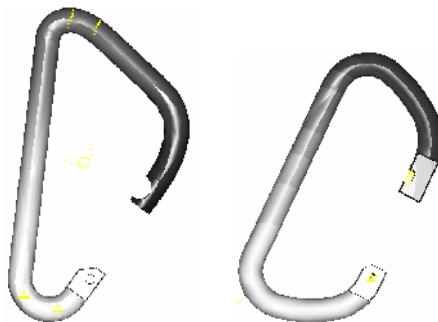


Рис. 7. Результаты тестовых расчетов карабинов на статическую прочность

**Список литературы. 1.** Кузнецов В.С. Учебное пособие по изучению и использованию методов выполнения высотно-верхолазных работ с применением специальной оснастки и страховочных систем. – Симферополь: Таврия, 2004. – 235 с. **2.** Альпинизм: Пособие / Под ред. И.И. Антоновича. – Киев: Вища школа. Головное изд-во, 1981. – 344 с. **3.** ГОСТ 12.4.011.-89 ССБТ. Средства защиты работающих. Общие требования и классификация. **4.** ГОСТ 12.4.107.-82 ССБТ. Строительство. Канаты страховочные. **5.** ГОСТ 12.4.087.-84 ССБТ. Строительство. Каски строительные. **6.** ГОСТ 12.4.128.-83 ССБТ. Строительство. Каски защитные. Общие технические требования и методы испытаний. **7.** ТУ 62-4239-78 Зажимы альпинистские. **8.** ТУ 62 – 7791-82 Устройства для спуска по веревке. **9.** ТУ 62-01-00-9401-90 Карабины альпинистские. **10.** Сайт журнала “Вертикальный мир”: [www.vertmir.ru](http://www.vertmir.ru). **11.** Каталог компании Petzl. – 2005. – 290 с. **12.** Гриценко Г.Д., Малакей А.Н., Миргородский Ю.Я., Ткачук А.В., Ткачук Н.А. Интегрированные методы исследования прочностных, жесткостных и динамических характеристик элементов сложных механических систем// Механіка та машинобудування. – 2002. – №1, С.6-13. **13.** Зенкевич О.К. Метод конечных элементов в технике. – М.: Мир, 1975. – 541 с.

Поступила в редколлегию 25.11.2005