

УДК 629.4: 629.12

**ПРОЧНОСТНЫЕ СВОЙСТВА ЗАЩИТНЫХ КАСОК ДЛЯ РАБОТЫ НА  
ОБЪЕКТАХ СТРОЙИНДУСТРИИ**Д.т.н., проф. А.С. Беликов, асп. О.А. Сабитова, к.т.н., с.н.с. В.А. Голендер\*,  
Н.В. Долгополова\**Приднепровская государственная академия строительства и архитектуры  
\*НППИТ, г. Харьков*

**Введение.** Экстремальные ситуации, связанные с обрушениями строительных конструкций зданий и сооружений, сопровождаются разрушениями коммуникаций водоснабжения, водоотведения, газового и электрохозяйства, содержания емкостей и резервуаров для хранения взрывоопасных и пожароопасных веществ, что, безусловно, связано с рисками проведения аварийно-спасательных (АСР) и ремонтно-восстановительных (РВР) работ.

**Актуальность темы.** В таблице 1 приведены некоторые данные о травматизме спасателей в Украине за 2007-2010 г.г. при ЧС, которые имели место на объектах стройиндустрии, систематизированные по ряду основных травмирующих факторов [1].

Таблица 1

Статистика факторов травматизма спасателей за четыре года

№ п/п	Факторы травматизма и их вероятностная оценка, выраженная в % за год	2007	2008	2009	2010
1	Обрушение конструкций	29,3	32,9	27,6	23,3
2	Воздействие температуры	9,2	10,1	9,7	8,7
3	Падения с высот	10,1	11,0	9,3	12,3
4	Взрывы ёмкостей с горюче-взрывоопасными веществами	19,0	12,2	11,4	12,1
5	Поражение электротоком	6,2	6,5	7,1	8,3
6	Поражение продуктами горения	2,1	4,4	5,1	7,2
7	Действие отравляющих веществ	9,6	9	10,3	12
8	Прочие	14,5	13,9	19,5	16,1

Анализ приведенных в табл. 1 данных и материалы других публикаций [2, 3, 4] лишней раз свидетельствует, что исследования напряженно-деформированного состояния (НДС) защитных средств, которыми пользуются работающие в условиях повышенной опасности, должны способствовать обеспечению охраны их труда. В обеспечении надежной защиты головы работающего с использованием касок/шлемов важно заблаговременно установить, какое влияние на человека в каске оказывают влияние внезапно возникающие нежелательные факторы: механические удары, силовые сдавливания, действие температуры и др. Каким рациональным образом можно снизить их негатив-

---

ное воздействия. Все это, безусловно, необходимо при создании новых конструкций защитных шлемов-касок с заранее прогнозируемыми и улучшенными свойствами.

Состояние вопроса. Исторически шлем (далее, шлем или каска) – предмет оборонительного вооружения, предназначенный для защиты головы от повреждений, наносимых, преимущественно, механическим путём. Безусловно, шлем был и есть самый важный и ответственный элемент защитного снаряжения воина, т.к. предназначен для защиты наиболее важной и уязвимой части тела – головы.

Ещё в Древнем Египте для защиты головы воины носили круглые шапочки из кожи или льна, иногда усиленные металлическими пластинами [5]. По этой же причине неметаллические защитные наголовья применялись разными народами. Гораздо позднее; например, в Средние века среди кочевников бытовала так называемая шапка бумажная – прообраз современного подшлемника [6].

Металлические шлемы (в основном бронзовые) появились в VIII – VII веках до н.э. в Урарту и Ассирии и имели сфероконическую шлемовидную форму. Они выполняли не только защитные функции, но и являлись символом красоты и превосходства технической оснащённости воинских подразделений. В виду их дороговизны не все бойцы ими обладали. Шлем (нем. Helm) носили, в основном, знатные воины. Более дешёвые железные шлемы в разных регионах земного шара стали широко использоваться и преобладать над бронзовыми, лишь в железный век, который, как известно, наступил с распространением металлургии железа и изготовлением железных орудий и оружия с начала 1-го тыс. до н.э.

Шлемы древней Греции, наряду с туникой и четвёркой запряжённых в колесницу лошадей, стали символом эллинской эпохи (в широком смысле), от легендарной троянской войны до римских завоеваний. Общепринятой классификации шлемов Эллады не существует, и все же можно формально выделить определённые типы, различающиеся как внешним видом, так и технологией их изготовления. В античное время это были шлемы в основном коринфского типа (их так и называли), для остальных названий не существовало (или они не дошли до нас). Так что разделение по типам – это только веяние нашего времени, и мы не будем особо концентрировать на этом внимание. Отметим только, что шлемы раннего средневековья в Европе формировались под восточным влиянием [7].

Первоначально это были каркасные шлемы, склёпанные из нескольких сегментов на каркасе. С ним (восточным влиянием) связано и распространение с X века норманнских шлемов, которые имели уже не каркасную конструкцию, а были непосредственно склёпаны или спаяны из нескольких сегментов. В XII веке появляются шлемы с цилиндрической тульёй, позднее трансформировавшиеся в горшковидные шлемы, которые сохранялись до XIV века [8].

В начале XIV века (средние века) в Европе появляются шлемы, закрывающие затылок, но оставляющие открытым лицо. Нередко они оборудовались забралами. В XVI веке изготавливаются совсем простые пехотные шлемы – лёгкие железные шапки и черепники. В XVII веке, проникая на запад с востока

---

через Польшу и Венгрию, в Европе получают распространение шишаки или ерихонки с козырьком, наушами и назатыльником (атрибуты, присутствующие и в конструкции касок нашего времени). Примерами таких шлемов могут служить русский шлем XVI века, иранский шишак XVII века, шлем Казахо-кочевников XVIII века [9].

С X века на Руси появляются шлемы черниговского типа сфероконической формы, склёпанные из 4 частей. Эти простые шлемы имели хождение и среди кочевников Украины. В XIV веке на Руси впервые упоминаются, а с конца XV получают распространение шишаки. В XVI веке появляются шапки железные, а под турецким и иранским влиянием – мисюрки и, в конце века, ерихонки. К концу века невысокие шишаки и шапки железные становятся господствующим типом боевых наголовий, вытеснив высокие русские шеломы.

В Японии в этот исторический период применялись шлемы кабуто (рис. 1) с полусферической тульёй, склёпанные из нескольких сегментов и снабжённые назатыльником сикоро.



Рис. 1 Шлем японского воина кабуто



Рис. 2 Каска пожарного-спасателя КП-2002

Надо сказать, что шлем японского воина в наибольшей степени отвечает защитной каске современных пожарных-спасателей (рис. 2).

Создание каски с повышенными защитными свойствами. Человечество давно позаимствовало у Природы телеологичность в создании полых и слоистых элементов конструкций (бионика) с целью снижения их веса без уменьшения несущей способности и механической прочности. При таком подходе удастся вместо утяжеленных элементов конструкций использовать облегченные, выполненные из композитных материалов, а также не менее надежные полые и многослойные детали. Что касается защитных касок, применяемых пожарными-спасателями, строительными рабочими, шахтерами, специальными подразделениями спецслужб, то здесь симбиоз требований к ограничению веса каски и к ее характерным свойствам, обеспечивающим надежную защиту

головы человека от нежелательных воздействий, предопределяет приориты в проведении достоверных исследований в этом важном научном направлении.

Нами с использованием известных теоретических и экспериментальных методов оценки механической прочности и жесткости, а также теплотехнической стойкости таких головных «уборов» предложена конструкция каски с повышенными защитными свойствами. На конструкцию получен патент Украины № 81113 от 25.06.2013г.

Указанная задача решается за счет того, что забрало и корпус каски изготавливаются из полимерных материалов многослойными, как  $n$ -слойные оболочечные конструкции с критической прочностью, что кроме всего является дополнительным фактором предохранения головы и зрительных органов, как это предусмотрено, например, в остеклении транспортных средств «триплекс» с их бесосколочным разрушением при ударах.

Для прозрачных защитных преград типа забрала известно, что более эффективным этот элемент становится, если он изготовлен в виде многослойной оболочки. Тоже можно утверждать и относительно корпуса каски. Этот факт подтверждается теоретическими и экспериментальными исследованиями [10].

*Построение модели.* Искомая модель в статике поясняется рис. 3 и рис. 4, где изображены схематично фрагменты многослойного окантованного забрала и оболочки корпуса каски, если условно не учитывать на рис. 4 действие внешней нагрузки от силы  $q(x,y,t)$ .

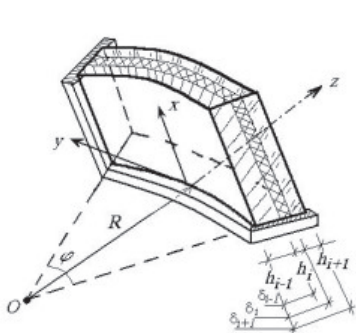


Рис. 3 Модель забрала

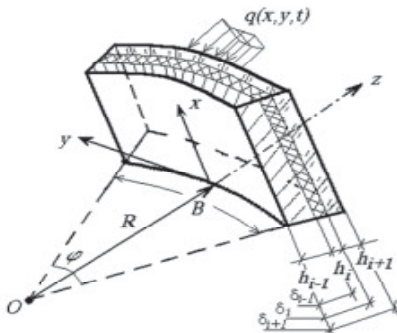


Рис. 4 Фрагмент корпуса

Оценивая достижения в рабочем состоянии указанных динамических качеств устройством, следует учитывать, что кроме экспериментальных механических испытаний, которые предусмотрены ДСТУ 3728-98, на этапе конструирования таких устройств целесообразно использовать динамическую теорию многослойных ( $n = I$  – количество слоев) оболочек первого порядка [11]. Более того, именно так можно расчетным путем установить, каким образом работает предложенное устройство и определить искомую критическую прочность забрала и корпуса каски. При этом, кстати, в первом приближении динамические перемещения точек многослойных поверхностей фрагментов окантованного забрала (рис. 3) и защитного корпуса (рис. 4) имеют общий вид и будут опре-

делять НДС и того, и другого сходными уравнениями с учетом соответствующих граничных условий. Кроме того, расчетные динамические модели и для защитного корпуса, и для забрала могут быть преобразованы при уменьшении  $n$  до единицы в однослойные (монокорпусные) что удобно при сопоставлении данных расчетов для разных конструктивных решений каски с забралом.

**Выводы:** 1. Потенциально существующие опасности при проведении работ в стройиндустрии обуславливают необходимость в создании новых конструкций защитных касок с заранее прогнозируемыми и улучшенными свойствами. 2. Из проведенного анализа состояния вопроса следует, что основными защитными элементами головы работающего в стройиндустрии с т.з. механических воздействий является за забрало и корпус каски. 3. Предложены новые конструктивные решения и модели к созданию каски с повышенными защитными свойствами.

### ИСПОЛЬЗОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. Чаплыгин А.С. Мониторинг чрезвычайных ситуаций в Украине за 2010 год и их анализ. // Сб. науч. Трудов. Вып. 62. – Днепропетровск, ГВУЗ ПГАСА, 2011. – С. 361-365.
2. Надежность технических систем и техногенный риск. / Под ред. Фалеева М.И. / Учебное пособие. – М.: ЗАО ФИД "Деловой экспресс", 2002. – 368 с.
3. Ветошкин А.Г. Надежность технических систем и техногенный риск. Учебное пособие. – Пенза: Изд-во ПГУАиС, 2003. – 232 с.
4. Сабитова О.А. Методология риска при решении вопросов безопасности: Сб. «Строительство, материаловедение, машиностроение» // Сб. науч. Трудов. Вып. 52. – Днепропетровск, ГВУЗ ПГАСА, 2010. – С. 250-252.
5. Вендален Бехайм. Энциклопедия оружия (Руководство по оружиюведению. Оружейное дело в его историческом развитии от начала средних веков до конца XVIII в.). 1890.
6. Кирпичников А. Н., «Древнерусское оружие. Выпуск 3. Доспех, комплекс боевых средств IX—XIII вв.», Издательство «Наука», 1971.
7. Кирпичников А. Н., «Военное дело на Руси в XIII – XV вв.», 1976.
8. Висковатов А. В., «Историческое описание одежды и вооружения российских войск», ч.1.
9. Рассел Робинсон «Доспехи народов Востока». ISBN 5-9524-2225-X
10. Шупиков А. Н., Долгополова Н. В. Колебания многослойных цилиндрических панелей при импульсных воздействиях // Вестник ХГПУ, Харьков: ХГПУ. – 1998. – №10. – С.104-111.
11. Н.Долгополова, А.Беликов, А.Чаплыгин, В.Голендер, О.Сабитова Повышение безопасности использования машины спец назначения (АСК-МФ) за счет совершенствования лобового остекления. Theoretical Foundation Of Civil Engineering. // Polish-Ukrainian Transactions/ Ed. By W/Szczt' sniak Vol. 21, pp. 347-352, Warsaw 2013