

Медико-экспериментальное исследование травмобезопасности сапера

Военно-медицинская академия им. С.М. Кирова, Санкт-Петербург

Резюме. Приведены результаты экспериментальных испытаний на биообъектах перспективного комплекта защитных структур повышенной осколочной стойкости для взрывозащитного костюма «Доспехи-КП» с целью определения его способности обеспечить достаточную защиту от поражающих факторов, возникающих при взрыве взрывчатого вещества, размещенного в металлической оболочке. Испытания проводились с использованием в качестве подопытных животных свиней массой 60 кг. Для изучения защитных свойств взрывозащитного костюма фиксировали: избыточное давление во фронте воздушной ударной волны и подшлемном пространстве, характер воздействия осколков на костюм, факт пробития. Контроль жизненно важных функций организма и последующая оценка тяжести состояния проводились путем мониторинга физиологических показателей. Исследованы характер и объем повреждений биообъектов, защищенных взрывозащитным костюмом, определена степень тяжести травмы. Оценка тяжести травмы проводили по методике «Объективная оценка тяжести травм», разработанной на кафедре военно-полевой хирургии Военно-медицинской академии им. С.М. Кирова по специальным шкалам. Через сутки производили секционное исследование подопытных животных. Установлено, что взрывозащитный костюм «Доспехи-КП», усиленный комплектом бронепанелей повышенной осколочной стойкости, обладает высокими защитными свойствами.

Ключевые слова: сапер, средства индивидуальной бронезащиты, ударная волна, взрывное повреждение, степень тяжести травмы, осколочное ранение.

Введение. Разработка и совершенствование средств индивидуальной бронезащиты (СИБ) для саперов определяется широким распространением минно-взрывного оружия. Намечившаяся в 70–80-х гг. прошлого столетия тенденция к снижению угрозы применения ракетно-ядерного оружия дала новый импульс к развитию боеприпасов «обычного действия», обладающих высокой разрушительной и поражающей способностью и позволяющих с минимальными потерями в собственной живой силе решать тактические военные задачи. Обратная сторона этой медали – «наследство», которое оставляет каждый военный конфликт, – минные поля и единичные неразорвавшиеся боеприпасы. Движение за запрет таких видов минно-взрывных боеприпасов, как противопехотные мины, не имеет серьезных шансов на успех, пока его игнорируют наиболее серьезные игроки на рынке вооружений: США, Россия, Китай [2, 4, 7,]. Как следствие, в обозримом будущем профессия сапера останется востребованной, а проблемы разработки и совершенствования средств индивидуальной защиты сапера не утратят своей важности.

Цель исследования. Проверка способности комплекта защитных структур (КЗС) повышенной осколочной стойкости для взрывозащитного костюма, обеспечить защиту от поражающих факторов, возникающих при взрыве заряда взрывчатого вещества (ВВ), размещенного в металлической оболочке.

Материалы и методы исследования. Объект испытания – опытный образец КЗС «Волан» повышенной осколочной стойкости для взрывозащитного костюма «Доспехи-КП», изготовленный в рамках опытно-конструкторской работы. В комплект входят: комплект бронепанелей для защиты туловища, паховой области, плеч, предплечий, бедер и голени, а также противоосколочный экран.

В качестве подопытного животного выбраны свиньи массой 60 кг. Основанием выбора подопытного животного явилась сопоставимость свиньи по массе и ряду других параметров (строению внутренних органов, морфофункциональным особенностям и др.) с взрослым человеком. Проведение экспериментов осуществлялось в соответствии с законодательными и нормативными документами Российской Федерации, рекомендациями Всемирной организации здравоохранения и директивами Европейского союза.

Перед экспериментом животное погружалось в наркоз путем внутримышечного введения золотила (3–5 мл). Контролем уровня наркоза служило торможение глазодвигательных и зрачковых рефлексов, снижение тонуса скелетных мышц. Всего было выполнено 2 серии экспериментов, в каждой из которых задействовано по 2 животных (табл. 1).

Порядок проведения экспериментов был следующим. Для фиксации избыточного давления во фронте ударной волны и подшлемном пространстве на биообъект устанавливались сферические пьезоэлектрические датчики давления. ВВ, размещенное

Таблица 1

Общий объем экспериментальных исследований

Серия эксперимента	Число подрывов в эксперименте	Масса взрывчатого вещества, кг	Расстояние от центра взрыва до подопытного животного, м	Количество животных
1	2	1,5	3,0	2
2	2	2,0	1,5	2

в металлической оболочке толщиной до 4 мм, закреплялось на высоте 1 м от поверхности земли. Экспериментальное животное располагали в вертикальном положении, лицевой стороной к заряду. Дистанционно из укрытия с помощью дистанционного пульта производили подрыв заряда.

В целях изучения защитных свойств взрывозащитного костюма фиксировали: избыточное давление во фронте воздушной ударной волны и подшлемном пространстве, характер воздействия осколков на костюм, факт пробития. Исследовали характер и объем повреждений биообъекта, определяли степень тяжести травмы. Срок наблюдения составил 1 сутки.

После экспериментального подрыва проводился осмотр животных, в ходе которого оценивались окраска кожного покрова, реакция на боль, зрачковый рефлекс. Оценивались также поведенческие реакции: двигательная активность, отношение к пище и др.

С целью контроля жизненно важных функций организма и последующей оценки тяжести состояния в течение суток проводился мониторинг основных физиологических показателей. Частота сердечных сокращений (ЧСС), частота дыхательных движений (ЧДД) и уровень насыщения гемоглобина кислородом (Sat O₂) измерялись при помощи кардиомонитора «SIEMENS SC 6002 XL» (Германия).

Данные секционного исследования включали: анализ наружных повреждений кожи, подкожной клетчатки, ребер и мышц, состояние органов грудной и брюшной полостей, содержимое полостей, обширность и выраженность повреждений груди и живота.

Результаты и их обсуждение. В результате всех подрывов зафиксированы повреждения взрывозащитного костюма, в том числе сквозные пробития (табл. 2).

В одном случае произошло сквозное пробитие забрала шлема.

Экспериментальные животные в СИБ, размещенные на расстоянии 3 м от подрыва заряда ВВ массой 1,5 кг в тротиловом эквиваленте, выжили после подрыва. При внешней оценке состояния у одного из них зафиксировано слепое оскольчатое ранение нижней челюсти. Глубина раневого канала при ранении нижней челюсти – около 1 см. В остальном состоянии кожных покровов обоих животных – без изменений.

Осмотр экспериментальных животных показал отсутствие внешних проявлений реакции организма на экспериментальный подрыв. Окраска их кожного покрова оставалась без изменений, зрачковые рефлекс – живыми, зрачки – одинаковыми, дыхательные движения – ритмичными, дыхание – везикулярным,

Таблица 2

Результаты исследования состояния СИБ после подрывов

Результаты визуального осмотра костюма после подрывов		Результаты измерения давления	
		во фронте ударной волны	в подшлемном пространстве
1 серия экспериментов (масса взрывчатого вещества – 1,5 кг, расстояние – 3 м)			
1 опыт	сквозное пробитие забрала шлема; 5 попаданий осколками в костюм, 2 из них сквозные, которые остановлены бедренными бронепанелями	98 кПа при длительности импульса 0,6 мс	30 кПа при длительности импульса 3 мс
2 опыт	7 попаданий осколками в костюм, 1 из них сквозное; бронепанель на правой голени расслоена, величина остаточной ударной деформации до 12 см	102 кПа при длительности импульса 0,6 мс	20 кПа при длительности импульса 3 мс
2 серия экспериментов (масса взрывчатого вещества – 2,0 кг, расстояние – 1,5 м)			
1 опыт	26 осколочных попаданий в нижнюю часть защитного экрана, из них сквозных – 6; в верхнюю часть экрана – 14, сквозных – нет; в шорты – 7 сквозных	199 кПа при длительности импульса 0,6 мс	65 кПа при длительности импульса 3 мс
2 опыт	19 осколочных попаданий в нижнюю часть защитного экрана, из них сквозных – 8; в верхнюю часть экрана – 24, из них сквозных – 9; избыточным давлением выдавлен герметик по периметру крепления забрала	197 кПа при длительности импульса 0,6 мс	63 кПа при длительности импульса 3 мс

перистальтика – активной, реакция на боль – выраженной. После подрыва животные активизировались в течение первого часа после выхода из наркоза: они начинали отгонять насекомых подергиванием хвоста и ушей, пытались встать; по возвращении в виварий не отказывались от воды и пищи.

Экспериментальные животные, размещенные на расстоянии 1,5 м от места подрыва заряда ВВ массой 2,0 кг в тротиловом эквиваленте, также выжили после подрыва, но долго, в течение 4–5 часов, не приходили в сознание. Придя в сознание, были пассивными, не ранее 3–4 часов после выхода из наркоза начинали вставать, проявляли признаки дискоординированности движений, отказывались от пищи.

У одного из животных второй серии обнаружены касательные ранения без проникания в мышцы правого бедра, слева – слепое проникающее осколочное ранение с длиной раневого канала до 10 см, удален осколок массой 0,5 г.

В таблице 3 приведены данные динамического наблюдения за основными физиологическими показателями. Выраженные изменения основных физиологических показателей у животных 1-й серии экспериментов отсутствуют. У животных, вошедших во 2-ю серию экспериментов, отмечались некоторое увеличение ЧСС, понижение артериального давления (АД) и нарушения дыхания в виде учащения дыхательных движений.

При проведении секционного исследования через 1 сутки после подрыва у животных из 1-й серии экспериментов выявлены незначительные субплевральные (поверхностные) кровоизлияния в легких, остальные органы – без патологических изменений.

Вскрытие животных 2-й серии экспериментов (рис.) показало, что у одного из животных обнаружена подкапсульная поверхностная гематома на передней поверхности печени на участке 10×15 см. У обоих



Рис. Секционное исследование: а – поверхностный разрыв ткани легкого длиной 1,5 см; б) – кровоизлияния в стенку толстой кишки округлой формы размерам до 2,5 см в диаметре

Таблица 3
Изменения показателей гемодинамики, газообмена и ректальной температуры в ходе эксперимента

Показатель	Сроки выполнения исследований			
	1 серия		2 серия	
	до опыта	1 сутки	до опыта	1 сутки
ЧСС в 1 мин	69±1	73±1	71±2	93±5
АД сист., мм рт. ст.	125±2	120±3	116±1	91±6
АД диаст., мм рт. ст.	80±2	78±1	75±2	64±2
ЧДД в 1 мин	26±1	28±1	25±1	32±1
Sat O ₂ , %	99±1	99±1	98±1	96±2
Температ. рект., °С	38,4±0,1	38,3±0,1	38,6±0,1	37,2±0,2

животных – ушибы (гематомы) легких, у одного – с поверхностным разрывом ткани легкого длиной 1,5 см и глубиной 2 мм; диагностированы также кровоизлияния в стенку толстой кишки округлой формы размерами до 2,5 см в диаметре.

Заключение. Экспериментальное исследование взрывозащитного костюма «Доспехи-КП», усиленного комплектом бронепанелей повышенной осколочной стойкости, в целом показало его высокие защитные свойства. Однако при этом разработчикам следовало бы уделить внимание повышению защитных характеристик забрала бронешлема и защитных панелей голени.

Экстраполируя полученные в ходе экспериментов данные на человеческий организм, можно заключить,

что саперу, облаченному во взрывозащитный костюм «Доспехи-КП» с КЗС, при подрыве помещенного в металлический стакан и размещенного на расстоянии 3 м ВВ массой 1,5 кг в тротиловом эквиваленте, может угрожать взрывное поражение легкой степени тяжести с потерей трудоспособности максимум до 5 суток. При увеличении массы заряда до 2,0 кг и уменьшении расстояния до 1,5 м возможно взрывное поражение от легкой до средней степени тяжести с потерей трудоспособности на срок до 15 суток.

Литература

1. Валецкий, О.В. Минное оружие: вопросы минирования и разминирования / О.В. Валецкий. – М.: Крафт+, 2009. – 576 с.
2. Нечаев, Э.А. Взрывные поражения / Э.А. Нечаев [и др.]. – СПб.: Фолиант, 2002. – 656 с.
3. Сердцев, Н.И. Гуманитарное разминирование: состояние, задачи и пути их решения / Н.И. Сердцев [и др.] // Стратегическая стабильность. – 2002. – № 4. – 24–29 с.
4. Тюрин, М.В. Повреждения воздушной ударной волной и разработка специальных средств защиты и безопасности: дис. ... д-ра мед. наук. – СПб., 2000. – 340 с.
5. Bhatanagar, A. Lightweight ballistic composites. Military and law-enforcement application / A. Bhatanagar. – Cambridge, London: Woodhead publishing ltd., 2006. – 429 p.
6. Frykberg, E.R. Medical management of disasters and mass casualties from terrorist bombings: how can we cope? / E.R. Frykberg // J. trauma. – 2002. – Vol. 53. – P. 201–212.
7. Kluger, Y. Bomb explosions in acts of terrorism-detonation, wound ballistics, triage, and medical concerns / Y. Kluger // Isr. med. assoc. j. – 2003. – № 5. – P. 235–240.
8. Langworthy, M.J. Terrorism and blast phenomena: lessons learned from the attack on the USS Cole (DDG67) / M.J. Langworthy, J. Sabra, M. Gould // Clinic orthop. – 2004. – Vol. 422. – P. 82–87.

A. V. Anisin

Medico-experimental investigation of the mine picker

***Abstract.** The article describes the results of investigation on bioobjects of a perspective set of protective structures with increased fragmental firmness for the blast-proof suit «Dospelki-KP» for the purpose of determination of its ability are given to provide sufficient protection against the striking factors arising at explosion of a charge of explosive, placed in a metal cover. As experimental animals the researches took pigs with body mass of 60 kg. During the study of protective characteristics of the blast-proof suit the following factors were determined: blast overpressure in the under suit and basin hat, traces of destruction, type of suit damages, effect of the blast wave on the suit. Control of the vital functions of body and the subsequent assessment of weight of a condition carried out with monitoring of physiological indicators was carried out. Character and volume of damages of the bioobjects protected by a blast-proof suit are investigated, severity of a trauma is defined. Severity of trauma and bioobject`s conditions were carried out according to a techniques objective estimation of severity of trauma which was prepare on field department of Army-medical academy of S.M. Kirov on- special scales. In a day supervision made a histologic anatomy of experimental animals. It is found that the blast-proof suit «Dospelki-KP» strengthened by a set of bronepanely increased fragmental firmness offers high protective properties.*

***Key words:** mine pickers, individual blast-proof, a shock wave, protective means, severity of injury, blasting injury.*

Контактный телефон: +7(905) 267-76-49; e-mail: vtovma@ya.ru