

УДК 687.175

**ОЦЕНКА ЭКСПЛУАТАЦИОННОЙ НАДЕЖНОСТИ БРОНЕЖИЛЕТА  
ДЛЯ СОБАК СЛУЖЕБНО-РОЗЫСКНЫХ ПОРОД**

**EVALUATION OF OPERATIONAL RELIABILITY OF THE BULLET-PROOF VEST  
FOR DOGS OF OFFICE AND SEARCH BREEDS**

*Е.В. АРЧИНОВА, Н.С. МОКЕЕВА, Т.О. БУНЬКОВА, Р.О. ЖИЛИСБАЕВА*  
*E.V. ARCHINOVA, N.S. MOKEEVA, T.O. BUNKOVA, R.O. ZHILISBAYEVA*

(Новосибирский технологический институт (филиал)  
Российского государственного университета им А.Н.Косыгина,  
Алматинский технологический университет, Республика Казахстан)  
(Novosibirsk Technological Institute (branch)  
Russian State University named after A.N. Kosygin,  
Almaty Technological University, Republic of Kazakhstan)  
E-mail: tdshi2006@yandex.ru; rau\_45@mail.ru

*В статье представлены расчеты по оценке эксплуатационных характеристик бронезилета для собак, использующихся для служебно-розыскных работ. Предложено оценить использующиеся бронезилеты из СВМПЭ с учетом характеристик пули и элементов бронезилета, определить величину энергии пули в момент взаимодействия со слоями баллистического материала. Установлено, что, кроме небольшой массы и устойчивости к намоканию, от правильного выбора пакетов материалов в бронезилетах зависит их способность "рассеивать" энергию удара пули и снижать тяжесть заброневого травмы служебной собаки.*

*The article presents calculations on the evaluation of the operational characteristics of flak jacket for dogs used for service and search operations. It is suggested to evaluate the bulletproof vests from UHMWPE taking into account the characteristics of the bullet and elements of bulletproof vest, to determine the amount of bullet energy at the moment of interaction with the layers of ballistic material. It was found that, in addition to a small mass and resistance to wetting, the correct choice of packages of materials in bullet-proof vests could be attributed to their ability to "dissipate" the energy of a bullet and reduce the severity of the injured trauma of a service dog.*

**Ключевые слова:** бронежилет, эксплуатационные характеристики, характеристики пули, служебная собака.

**Keywords:** flak jacket, operational characteristics, the characteristics of the bullet, a service dog.

В современном мире, где каждое государство вынуждено усиливать меры безопасности, связанные с угрозой распространения терроризма, осложнения криминогенной ситуации, роль служебного собаководства приобретает все более важное значение. Воспитание и профессиональная дрессировка собак требуют значительных затрат времени и финансов. В связи с этим проблемы охраны жизни собак и продления срока их службы решаются с помощью средств индивидуальной защиты, бронежилетов. Проектирование бронежилетов для собак в свою очередь сопряжено с решением задач как научного, так и технологического характера [1].

Технология изготовления бронеодежды предполагает использование пакета материалов, включающего слои мягкой брони и жестких бронеэлементов. Мягкую броню изготавливают из материалов на основе арамидных волокон, сверхпрочных тканей и пленок из высокомолекулярного полиэтилена (СВМПЭ). Ассортимент жестких бронеэлементов составляют: металлические пластины на основе стали или титана и алюминиевых сплавов; керамические пластины на основе композиционных элементов; объемные композиты из СВМПЭ. Последние включают в пакет бронежилетов дополнительно, с целью повышения класса защитной структуры бронеодежды.

Основные факторы, по которым обычно оценивается бронежилет, это пулестойкость, запреградное смещение, эргономичность. В момент соприкосновения пули или осколка с бронеодеждой возникает мощный удар, часть энергии которого передается внутренним органам, находящимся за преградой. При этом серьезные и нередко смертельные поражения наблюдаются даже при отсутствии пробития защитных слоев пакета бронежилета. Задача расчета критериев безопасного исхода за бронеовой контузионной травмы может

быть сформулирована следующим образом: оценить поверхностную плотность энергии удара с учетом характеристик пули и элементов бронежилета, определить величину энергии пули в момент взаимодействия со слоями баллистического материала [2].

Проведен расчет для пакета мягкой брони (24 слоя СВМПЭ) при прямом центральном выстреле из короткоствольного огнестрельного оружия. В качестве оружия рассматривался пистолет системы Макарова (ПМ), с патронами 57-Н-181С (пуля массой 5,9 г и размером 9×18 мм, со стальным сердечником), гильза биметаллическая. Дистанция обстрела – 5 м. Начальная скорость пули 315 м/с, энергия пули 293 Дж. Баллистические испытания пакета материалов бронежилета для собак и анализ деформации каждого слоя позволяют утверждать, что форма деформации слоев СВМПЭ после выстрела напоминает застывшую картину распространения волн на поверхности воды после броска камня. Это наблюдение позволяет сделать допущение о том, что скорость точек соприкосновения бронежилета и пули может быть описана синусоидой по мере удаления от центра удара [3].

Так как в центре (точке удара) скорость максимальная, а на краях – нулевая, то простейшая тригонометрическая функция, определяющая характер распределения скорости точек бронежилета в зависимости от расстояния до центра, будет выглядеть:

$$V(r) = \frac{V_{ц}}{2} \left( \cos \frac{\pi r}{R_{д}} + 1 \right), \quad (1)$$

где  $R_{д}$  – расстояние пули до крайней точки бронежилета, которая успела вступить в движение;  $V_{ц}$  – скорость центральной точки бронежилета (равна скорости пули в момент удара бронежилета о тело).

Легко убеждаемся, что функция подходит:

$$V(0) = \frac{V_{\pi}}{2}(1 + 1) = V_{\pi} \text{ и } V(R_{\pi}) = \frac{V_{\pi}}{2}(-1 + 1) = 0.$$

Предполагается, что за пределами радиуса  $R_{\pi}$  бронежилет не двигается.

Запишем закон сохранения импульса:

$$P_{n0} = P_{n1} + P_{\delta}, \quad (2)$$

где  $P_{n0}$  – импульс пули в момент столкновения пули с бронежилетом, который вычисляется по формуле (3);  $P_{n1}$  – импульс пули в момент столкновения бронежилета с телом, который вычисляется по формуле (4);  $P_{\delta}$  – импульс бронежилета в момент столкновения бронежилета с телом, вычисляется по формуле (5).

$$P_{n0} = mV_0, \quad (3)$$

$$P_{n1} = mV_{\pi}, \quad (4)$$

где  $m$  – масса пули;  $V_0$  – скорость пули в момент столкновения с бронежилетом.

$$P_{\delta} = \int_0^{R_{\pi}} V(r) 2\pi r \rho dr. \quad (5)$$

Подставляя (1) в (5), получаем импульс бронежилета:

$$P_{\delta} = \int_0^{R_{\pi}} \frac{V_{\pi}}{2} \left( \cos\left(\frac{r\pi}{R_{\pi}}\right) + 1 \right) 2\pi r \rho dr. \quad (6)$$

Расчет интеграла позволяет преобразовать закон сохранения импульса:

$$V_0 m = V_{\pi} m + 0,3 V_{\pi} \pi \rho R_{\pi}^2. \quad (7)$$

Отсюда вычисляем скорость пули в момент удара бронежилета о тело:

$$V_{\pi} = V_0 \frac{m}{0,3\pi\rho R_{\pi}^2 + m}. \quad (8)$$

Пока пуля будет пробивать бронежилет и лететь к телу собаки, от центра удара будет распространяться волна, вовлекающая бронежилет в движение. Зная, что точки бронежилета, чтобы вступить в движение, получают информацию о столкновении со скоростью распространения продольной волны, можно вычислить расстояние пули до крайней точки бронежилета, успевшей прийти в движение ( $R_{\pi}$ ) по формуле:

$$R_{\pi} = ct_n, \quad (9)$$

где  $t_n$  – время между ударом пули о бронежилет и ударом пули с бронежилетом о тело;  $c$  – скорость распространения продольной волны в бронежилете, вычисляется по формуле (10):

$$c = \sqrt{E_{\text{Ю}}/\rho_0}, \quad (10)$$

где  $E_{\text{Ю}}$  – модуль Юнга ( $10^9 \text{ кг/м} \cdot \text{с}^2$ );  $\rho_0$  – объемная плотность материи ( $940 \text{ кг/м}^3$ ).

Произведен расчет скорости распространения продольной волны в бронежилете ( $\approx 1000 \text{ м/с}$ ) и времени от соприкосновения пули с бронежилетом до торможения почти до нуля с постоянным ускорением, а также скорость пули в момент удара бронежилета о тело ( $\approx 83,5 \text{ м/с}$ ).

Также рассчитана энергия части бронежилета, которая ударяется о тело ( $\approx 140 \text{ Дж}$ ) и плотность энергии в точке удара ( $\approx 1,8 \text{ Дж/см}^2$ ).

Сравнительная оценка результатов расчета позволяет предположить, что при прямом выстреле из короткоствольного нарезного оружия пакет мягкой брони позволяет получить заброневую травму средней или легкой степени тяжести, так как считается, что при плотности энергии удара более  $8 \text{ Дж/см}^2$  (при попадании в туловище собаки) наносятся травмы средней тяжести.



## ВЫВОДЫ

К достоинствам пакета материалов жилета из СВМПЭ, кроме небольшой массы и устойчивости к намоканию, можно отнести способность "рассеивать" энергию удара пули и снижать тяжесть заброневого травмы служебной собаки.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Заев В.А., Мокеева Н.С., Машковцева Н.В., Ефименко Л.Л. Оценка эксплуатационных характеристик тренировочного костюма кинолога в условиях силовой дрессировки служебных собак // Изв. вузов. Технология легкой промышленности. – 2017, №2.
2. Арчинова Е.В. Проблемы проектирования пакета материалов бронедежды для собак // Мат. Междунар. научн.-практ. конф.: Инновации и прогрессивные технологии в индустрии моды. – 2016. С.3...5.
3. Мокеева Н.С., Машковцева Н.В., Бунькова Т.О., Заев В.А. Проблемы проектирования костюма

для кинолога и бронежилетов для служебных собак. – Новосибирск: Изд-во Новосиб. гос. акад. вод. трансп., 2017.

## REFERENCES

1. Zaev V.A., Mokeeva N.S., Mashkovceva N.V., Efimenko L.L. Ocenka jekspluatacionnyh karakteristik trenirovochnogo kostjuma kinologa v uslovijah silovoj dressirovki sluzhebnyh sobak // Izv. vuzov. Tehnologija legkoj promyshlennosti. – 2017, №2.
2. Archinova E.V. Problemy proektirovanija paketa materialov broneodezhdy dlja sobak // Mat. Mezhdunar. nauchn.-prakt. konf.: Innovacii i progressivnye tehnologii v industrii mody. – 2016. S.3...5.
3. Mokeeva N.S., Mashkovceva N.V., Bun'kova T.O., Zaev V.A. Problemy proektirovanija kostjuma dlja kinologa i bronezhiletov dlja sluzhebnyh sobak. – Novosibirsk: Izd-vo Novosib. gos. akad. vod. transp., 2017.

Рекомендована кафедрой технологии, конструирования изделий и товаров АТУ. Поступила 29.08.17.