

ПОЖАРНАЯ ТЕХНИКА И СРЕДСТВА ЗАЩИТЫ

DOI: <https://doi.org/10.54422/1994-439X.2023.2-54.88-96>

УДК 614.891.1

Старовойтов А.А., Кашанкова В.В.

ОБ ИЗУЧЕНИИ ОСОБЕННОСТЕЙ РАЗРАБОТКИ ШЛЕМА ПОЖАРНОГО С ПОКАЗАТЕЛЯМИ СТОЙКОСТИ К ВОЗДЕЙСТВИЮ РЕГЛАМЕНТИРОВАННЫХ СРЕДСТВ ПОРАЖЕНИЯ

Учреждение «Научно-исследовательский институт пожарной безопасности и проблем чрезвычайных ситуаций» МЧС Республики Беларусь, г. Минск

В статье рассматриваются актуальные вопросы разработки шлема пожарного с показателями стойкости к воздействию регламентированных средств поражения для оснащения органов и подразделений по чрезвычайным ситуациям Республики Беларусь.

Ключевые слова: средства индивидуальной защиты, шлем, средства индивидуальной бронезащиты, испытания.

Starovoitov A.A., Kashankova V.V.

ABOUT THE SPECIAL ASPECTS OF FIREFIGHTER'S BALLISTIC HELMET DEVELOPING

The Establishment "Research Institute of Fire Safety and Emergencies" of the Ministry for Emergency Situations of the Republic of Belarus, Minsk

The article deals with the actual problems of firefighter's ballistic helmet developing for equipping bodies and departments of emergency situations of the Republic of Belarus.

Keywords: personal protective equipment, helmet, body armor facilities, testing.

Введение

Для обеспечения защиты личного состава органов и подразделений по чрезвычайным ситуациям при тушении пожаров и выполнении аварийно-спасательных и других неотложных работ предназначен целый комплекс средств индивидуальной защиты (далее – СИЗ).

Неотъемлемой частью этого комплекса является шлем (каска) пожарного (далее – шлем). Шлем – СИЗ пожарного, обеспечивающее защиту головы от воды, механических, тепловых, химических, неблагоприятных климатических воздействий и поражения электрическим током при тушении пожаров, ликвидации последствий чрезвычайных ситуаций и проведении аварийно-спасательных работ [1]. Следует отметить, что зарубежные спасатели имеют СИЗ головы различного исполнения: для тушения пожаров в зданиях и сооружениях, ликвидации последствий чрезвычайных ситуаций, тушения лесных пожаров и т.д. Подобное деление в зависимости от области применения позволяет максимально обеспечить комфортность работы спасателя в различных условиях.

В современном мире пожарным часто приходится сталкиваться с ликвидацией последствий чрезвычайных ситуаций и тушением пожаров, возникших в результате террористических актов, нападений и массовых беспорядков с применением огнестрельного оружия [2]. В таких ситуациях огромное значение имеет защита от огнестрельного оружия. В настоящий момент в мире отсутствуют СИЗ головы, которые совмещают две функции – противопульную стойкость и устойчивость к опасным факторам пожара и чрезвычайных ситуаций. В середине 2023 года в США появились публикации об актуальности разработки подобного изделия в их регионе [2].

Таким образом, создание специализированного СИЗ головы для проведения аварийно-спасательных работ (в том числе при тушении пожаров) является актуальной научно-практической задачей и позволит обеспечить спасателей современными средствами защиты, обеспечивающими защиту не только от механических повреждений и других опасных факторов чрезвычайных ситуаций, но и от поражающего действия пуль патронов стрелкового оружия (Бр1) [3], что значительно расширяет область их применения.

Изучение особенностей изготовления и тенденций развития средств индивидуальной бронезащиты

Институтом с начала 2023 года проводились работы по изучению возможности изготовления шлема с показателями стойкости к воздействию регламентированных средств поражения. В рамках исследований изучены история и тенденции развития бронешлемов, технологии их изготовления и номенклатура применяемых материалов, требования технических нормативных правовых актов, особенности воздействия огнестрельного оружия на организм человека, а также методы определения противопульной стойкости и заброневого воздействия при непробитии защитной структуры.

Установлено, что в настоящее время в зависимости от применяемого для изготовления материала шлемы можно разделить на тканево-полимерные, металлические и комбинированные [4]. При этом базовым элементом при производстве практически всех средств индивидуальной бронезащиты (далее – СИБ) являются тонковолокнистые материалы на основе арамидных [5, 6] и сверхвысокомолекулярных полиэтиленовых волокон (далее – СВМПЭ).

Из тканево-полимерных материалов возможно изготовление шлема с минимальной массой с сохранением защитных свойств на высоком уровне. При этом используются самые современные арамидные ткани и термопластичные пленочные связующие. Изделие формируется при помощи технологии горячего прессования. Такой шлем обычно имеет многослойную структуру: корпус изготавливается из пары жестких слоев (внешний и внутренний), а между ними добавляется бронезащитная ткань. Материал состоит из специально раскроенных и почти не скрепленных между собой кусков баллистической ткани. Это позволяет усилить защитные характеристики слоя. В некоторых видах шлемов арамидную ткань пропитывают связующим веществом, которое затвердевает после полимеризации. Такие СИЗ имеют степень защиты ниже, чем аналогичные без пропитки. К недостаткам тканево-полимерного шлема можно

отнести большую толщину защитной композиции, что делает их объемными и не очень удобными в носке.

Для обеспечения высокого уровня бронезащиты при изготовлении бронешлемов может использоваться металлическая броня (алюминий, титан, сталь, сплавы) или комбинации из полимерных и металлических компонентов. Металлические и комбинированные бронешлемы обычно используются для защиты сотрудников спецслужб, участвующих в штурмовых операциях. К таким шлемам предъявляются более высокие требования в плане защиты. Преимуществом среди таких шлемов обладает шлем, изготовленный из титановых сплавов. Данные материалы достаточно легкие, что позволяет увеличивать толщину защитного слоя при сохранении массы.

Комбинированные шлемы – это современный вид СИБ с высокой степенью защиты. Корпус такого изделия состоит из двух слоев:

лицевой – из легких сплавов;

тыльный – из арамидных тканей с полимерными прослойками или полиэтиленовых материалов.

Толщина защитного слоя из металла зависит от класса защиты бронешлема и подбирается с учетом максимальной энергоемкости и жесткости слоя, в котором разрушается и деформируется пуля. Для изготовления такого шлема разработана специальная технология штамповки металлической оболочки, которая позволяет избежать утончения материала на затылочной части изделия [4].

В зависимости от применяемого для изготовления бронешлема материала используются следующие технологии производства [7, 8, 9]:

штамповка (металлический шлем);

технология горячего прессования – «препреговая» (тканево-полимерный шлем);

технология термопластичного прессования квазигомогенных многослойных пленочных структур – «пленочная» технология (тканево-полимерный шлем);

технология, которая включает элементы «препреговой» технологии в сочетании с «сухими» слоистыми тканевыми арамидными пакетами – «смешанная» (тканево-полимерный шлем).

«Препреговая» технология достаточно проста: ткань, пропитанную полимерным связующим (смолой), укладывают в несколько слоев в форму, заготовку прессуют при определенной температуре, связующее полимеризуется и твердеет, от прессованной оболочки обрезают облой.

Суть «пленочной» технологии заключается в том, что слои баллистической ткани прокладываются тонкой термопластичной пленкой. Затем пакет закладывается в прессформу, нагревается, прессуется и охлаждается. Пленка расплавляется и соединяет слои ткани. После охлаждения получается жесткая гомогенная оболочка корпуса шлема. Пленка, размягчаясь, не смачивает нити ткани, оставляя им практически полную свободу предельной упругой деформации. В связи с этим стойкость такой композиции выше, чем у разработанной по «препреговой» технологии.

«Смешанная» технология включает элементы препреговой в сочетании с «сухими» слоистыми тканевыми арамидными пакетами. Наружные тканевые слои защитной структуры пропитываются полимерным термореактивным связующим, а внутренние слои остаются сухими. Такая структура разработана ЗАО ЦВМ «Армоком» и получила название «дискретно тканевая структура» (далее – ДТС) [10].

Каждая из представленных технологий имеет свои достоинства и недостатки. Начиная с 2000 года на территории Российской Федерации используются в основном тканево-полимерные бронешлемы, изготавливаемые и по пленочной технологии, и по технологии ДТС примерно в одинаковых количествах [8]. На сегодняшний день не представляется возможным сделать вывод о том, какая из технологий предпочтительнее, поскольку для этого необходимо провести сравнительные испытания шлемов, изготовленных по обеим технологиям, по методикам отечественных и зарубежных стандартов.

В рамках проводимой работы установлены основные перспективные направления в развитии бронешлемов [4, 11]:

- уменьшение массы и снижение стоимости с сохранением необходимых защитных свойств;

- обеспечение возможности оснащения дополнительным навесным оборудованием (системами связи, наблюдения, коммуникации, принудительной вентиляции, защиты от отравляющих веществ);

- усиление противоосколочной стойкости;

- минимизация заброневой контузионной травмы;

- использование современных технологий и материалов;

- разработка бронированных лицевых щитков с высокими эксплуатационными характеристиками.

Подбор и исследование пакетов материалов и технологии изготовления шлема пожарного бронированного

На основании проведенного анализа и с учетом наметившихся тенденций проведены работы по изучению возможности разработки отечественного образца корпуса шлема пожарного бронированного, а именно: подбор пакета материалов, обеспечивающего необходимые защитные свойства; испытание пакетов материалов на стойкость к воздействию регламентированных средств поражения; на основании результатов предварительных испытаний его доработка; повторные испытания пакета материалов; изготовление опытного образца каски и его испытание.

Следует отметить, что технология изготовления бронешлемов строго засекречена производителями. Информация, представленная в патентах и иных источниках информации, весьма ограничена и недостаточна для воспроизведения технологии производства. В связи с этим осуществлены выбор и закупка основных материалов, а технология изготовления пакетов и образцов корректировалась в ходе работы, на основании результатов испытаний, экономичности их раскройки и компоновки. Параметры температуры и давления прессования, способ нанесения и пропитки слоев, вид связующего и прочие специфические особенности под-

бирались с учетом свойств материалов и особенностей их взаимодействия в пакете, а также с учетом результатов испытаний. Конструкция корпуса шлема соответствовала конструкции модели шлема пожарного-спасателя 028-2021. При этом обязательным являлось выполнение следующих условий [3, 12–20]:

- непробитие корпуса (Бр 1 – 9×18 мм);
- остаточная деформация до 22 мм;
- оптимальное сочетание массы, защитных свойств и стоимости изделия.

Испытания проводились на базе ЧУП «Республиканский спортивно-стрелковый клуб» ДОСААФ, а также на войсковом стрельбище 120-й отдельной гвардейской механизированной Рогачёвской Краснознамённой, орденов Суворова и Кутузова бригады. По образцам из пакета материалов производилось по одному выстрелу в лобную, боковую и затылочную части из 9-мм пистолета Макарова при расстоянии до мишени 5 м.

После проведения ряда испытаний различных пакетов материалов (арамидное волокно с различным количеством и направлением ориентации слоев, пропитанное и не пропитанное связующим компонентом; СВМПЭ; СВМПЭ в сочетании с арамидным волокном с различным количеством и направлением ориентации слоев обоих материалов) для изготовления шлема выбрана композитная броня – СВМПЭ в сочетании с арамидным волокном. Данное сочетание проявило себя наилучшим образом при неоднократных испытаниях как в пакете материалов, так и в готовом образце каски. Затем был проведен ряд испытаний готового образца из выбранного пакета при различном количестве и вариантах ориентации слоев двух основных материалов. По результатам испытаний сделан вывод о целесообразности изготовления тканево-полимерного корпуса шлема с числом слоев полиэтилена не менее 15, арамидного волокна – не менее 23.

Заключение

Проведенные исследования позволили установить влияние состава пакета материалов, количества слоев отдельных составляющих, их расположения и соединения на защитные свойства разрабатываемого СИБ. На основании установленных закономерностей подобраны наиболее подходящая структура, компоновка и технология, применимые к имеющейся на вооружении модели шлема. Результаты проведенных исследований являются основой для дальнейшего изучения возможности применения полученного образца корпуса шлема в условиях высоких температурных воздействий с последующей разработкой и постановкой на производство шлема для проведения аварийно-спасательных и иных работ, не связанных с тушением пожаров, с показателями стойкости к воздействию регламентированных средств поражения.

ЛИТЕРАТУРА

1. Каски пожарные. Общие технические требования. Методы испытаний = Каскі пажарныя. Агульныя тэхнічныя патрабаванні. Метады выпрабаванняў: ГОСТ 30694-2021. – Введ. 01.04.2022. – Минск: Межгос. совет по стандартизации, метрологии и сертификации: Беларус. гос. ин-т стандартиза-

ции и сертификации, 2022. – 30 с.

2. The US is seeking a firefighter helmet that protects against flames and bullets / Popular Science [Электронный ресурс]. – 2023. Mode of access: <https://www.popsci.com/technology/firefighter-helmet-bullet-resistant> – Date of access: 27.10.2023.

3. Бронешлемы. Классификация. Термины и определения : ГОСТ Р 57560-2017. – Введ. 01.01.2019. – Москва: Федеральное агентство по техническому регулированию и метрологии: Стандартинформ, 2019. – 12 с.

4. Современные бронешлемы: материалы и перспективы развития / Сфера [Электронный ресурс]. – 2023. Режим доступа: <https://sfera-nt.ru/article/sovremennye-broneshlemy-materialy-i-perspektivy-razvitiya>. – Дата доступа: 27.10.2023.

5. Арамидная ткань из нити СВМ (Русар) / Текстильный холдинг «Спецтехноткань» [Электронный ресурс]. – 2004. Режим доступа: <https://izol.pro/stati/aramidnaya-tkan-iz-niti-svm-rusar>. – Дата доступа: 27.10.2023.

6. Супер-нити НПП «ТЕРМОТЕКС» / Polimery.ru [Электронный ресурс]. – 2006. Режим доступа: https://www.polimery.ru/letter.php?n_id=1309&cat_id=3. – Дата доступа: 27.10.2023.

7. Современные бронешлемы. Защитные структуры и технологии изготовления / Defense.media [Электронный ресурс]. – 2023. Режим доступа: https://dfnc.ru/spec_zashita/sovremennye-broneshlemy-zashchitnye-struktury-i-tekhnologii-izgotovleniya. – Дата доступа: 27.10.2023.

8. Технологии создания отечественных и зарубежных бронешлемов / Сетевое издание «Информационное агентство «Пенза-пресс» [Электронный ресурс]. – 2007. Режим доступа: <https://www.penza-press.ru/otjehjstvjennykh-i-zarubjezhnykh-bronjeshljevov.dhtm>. – Дата доступа: 27.10.2023.

9. Как делают самый прочный в мире войсковой шлем / Научно-популярный журнал «Композитный мир» [Электронный ресурс]. – 2021. Режим доступа: <https://compositeworld.ru/articles>. – Дата доступа: 27.10.2023.

10. История создания отечественных полимерных бронешлемов / ООО «Дзен Платформа» [Электронный ресурс]. – 2015. Режим доступа: <https://dzen.ru/a/XKGDbxhDDQCzHq2Y>. – Дата доступа: 27.10.2023.

11. Бронешлемы: тенденции развития / Сфера [Электронный ресурс]. – 2023. Режим доступа: <https://sfera-nt.ru/article/broneshlemy-tendentsiirazvitiya>. – Дата доступа: 27.10.2023.

12. Заброневая контузионная травма / Википедия: свободная энциклопедия [Электронный ресурс]. – 2023. Режим доступа: <https://ru.wikipedia.org>. – Дата доступа: 27.10.2023.

13. Бронеодежда. Классификация и общие технические требования : ГОСТ Р 50744-95. – Введ. 01.07.1995. – Москва: Госстандарт, 1995. – 20 с.

14. Боевые огнестрельные ранения черепа и головного мозга / Издательство «Медиа Сфера» [Электронный ресурс]. – 1998. Режим доступа: <https://www.mediasphera.ru/issues/zhurnal-voprosy-nejrokhirurgii-imeni-n-n-burdenko/2021/5/1004288172021051124>. – Дата доступа: 27.10.2023.

15. Разработка критериев травмобезопасности головы, защищенной бронешлемом / Техносфера [Электронный ресурс]. – 2023. Режим доступа: <https://tekhnosfera.com/razrabotka-kriteriev-travmobezopasnosti-golovy-zaschischennoy-broneshlemom>. – Дата доступа: 27.10.2023.

16. Бронеодежда. Методы испытаний : ГОСТ Р 55623-2013. – Введ. 01.01.2015. – Москва: Федеральное агентство по техническому регулированию и метрологии: Стандартинформ, 2019. – 11 с.

17. Бронеодежда. Классификация и общие технические требования : ГОСТ 34286-2017. – Введ. 01.03.2019. – Москва: Межгосударственный совет по стандартизации, метрологии и сертификации: Стандартинформ, 2018. – 12 с.

18. Методы оценки взаимодействия поражающих элементов со средствами индивидуальной бронезащиты и выработка системы критериев их стойкости / Научная электронная библиотека Elibrary.ru [Электронный ресурс]. – 2000. Режим доступа: elibrary_30310916_47888772.pdf. – Дата доступа: 27.10.2023.

19. Проблема прогнозирования тяжести заброневого контузионной травмы при испытании бронешлемов / Научная электронная библиотека Elibrary.ru [Электронный ресурс]. – 2000. Режим доступа: elibrary_29855289_37398202.pdf. – Дата доступа: 27.10.2023.

20. Эффективные способы снижения заброневого контузионной травмы и критерии формирования медицинских требований к конструированию средств индивидуальной бронезащиты / Научная электронная библиотека Elibrary.ru [Электронный ресурс]. – 2000. Режим доступа: elibrary_50734833_51574685.pdf. – Дата доступа: 27.10.2023.

REFERENCES

1. Kaski pozharnye. Obshchie tekhnicheskie trebovaniya. Metody ispytaniy = Kaski pazharnyya. Agul'nyya tekhnichnyya patrabavanni. Metady vyprabavannya: GOST 30694-2021. – Vved. 01.04.2022. – Minsk: Mezghos. sovet po standartizacii, metrologii i sertifikacii: Belorus. gos. in-t standartizacii i sertifikacii, 2022. – 30 s.

2. The US is seeking a firefighter helmet that protects against flames and bullets / Popular Science [Electronic resource]. – 2023. Mode of access: <https://www.popsci.com/technology/firefighter-helmet-bullet-resistant> – Date of access: 27.10.2023.

3. Broneshlemy. Klassifikaciya. Terminy i opredeleniya : GOST R 57560-2017. – Vved. 01.01.2019. – Moskva: Federal'noe agentstvo po tekhnicheskemu regulirovaniyu i metrologii: Standartinform, 2019. – 12 s.

4. Sovremennye broneshlemy: materialy i perspektivy razvitiya / Sfera [Elektronnyj resurs]. – 2023. Rezhim dostupa: <https://sfera-nt.ru/article/sovremennye-broneshlemy-materialy-i-perspektivy-razvitiya>. – Data dostupa: 27.10.2023.

5. Aramidnaya tkan' iz niti SVM (Rusar) / Tekstil'nyj holding «Spectekhnokan'» [Elektronnyj resurs]. – 2004. Rezhim dostupa: <https://izol.pro/stati/aramidnaya-tkan-iz-niti-svm-rusar>. – Data dostupa: 27.10.2023.

6. Super-niti NPP «TERMOTEKS» / Polimery.ru [Elektronnyj resurs]. – 2006. Rezhim dostupa: https://www.polimery.ru/letter.php?n_id=1309&cat_id=3. – Data dostupa: 27.10.2023.

7. Sovremennye broneshlemy. Zashchitnye struktury i tekhnologii izgotovleniya / Defense.media [Elektronnyj resurs]. – 2023. Rezhim dostupa: https://dfnc.ru/spec_zashita/sovremennye-broneshlemy-zashchitnye-struktury-i-tekhnologii-izgotovleniya. – Data dostupa: 27.10.2023.

8. Tekhnologii sozdaniya otechestvennyh i zarubezhnyh broneshlemov / Setevoe izdanie «Informacionnoe agentstvo «Penza-press» [Elektronnyj resurs]. – 2007. Rezhim dostupa: <https://www.penza-press.ru/otjehjestvjennykh-i-zarubjezhnykh-bronjeshljevov.dhtm>. – Data dostupa: 27.10.2023.

9. Kak delayut samyj prochnyj v mire vojskovoju shlem / Nauchno-populyarnyj zhurnal «Kompozitnyj mir» [Elektronnyj resurs]. – 2021. Rezhim dostupa: <https://compositeworld.ru/articles>. – Data dostupa: 27.10.2023.

10. Istoriya sozdaniya otechestvennyh polimernyh broneshlemov / OOO «Dzen Platforma» [Elektronnyj resurs]. – 2015. Rezhim dostupa: <https://dzen.ru/a/XKGDxbhDDQCzHq2Y>. – Data dostupa: 27.10.2023.

11. Broneshlemy: tendencii razvitiya / Sfera [Elektronnyj resurs]. – 2023. Rezhim dostupa: <https://sfera-nt.ru/article/broneshlemy-tendentsiirazvitiya>. – Data dostupa: 27.10.2023.

12. Zabronevaya kontuzionnaya travma / Vikipediya: svobodnaya enciklopediya [Elektronnyj resurs]. – 2023. Rezhim dostupa: <https://ru.wikipedia.org>. – Data dostupa: 27.10.2023.

13. Broneodezhda. Klassifikaciya i obshchie tekhnicheskie trebovaniya : GOST R 50744-95. – Vved. 01.07.1995. – Moskva: Gosstandart, 1995. – 20 s.

14. Boevye ognestrel'nye raneniya cherepa i golovnogo mozga / Izdatel'stvo «Media Sfera» [Elektronnyj resurs]. – 1998. Rezhim dostupa: <https://www.mediasfera.ru/issues/zhurnal-voprosy-nejrokhirurgii-imeni-n-n-burdenko/2021/5/1004288172021051124>. – Data dostupa: 27.10.2023.

15. Razrabotka kriteriev travmobeзопасnosti golovy, zashchishchennoj broneshlemom / Tekhnosfera [Elektronnyj resurs]. – 2023. Rezhim dostupa: <https://tekhnosfera.com/razrabotka-kriteriev-travmobeзопасnosti-golovy-zaschishchennoj-broneshlemom>. – Data dostupa: 27.10.2023.

16. Broneodezhda. Metody ispytanij : GOST R 55623-2013. – Vved. 01.01.2015. – Moskva: Federal'noe agentstvo po tekhnicheskomu regulirovaniyu i metrologii: Standartinform, 2019. – 11 s.

17. Broneodezhda. Klassifikaciya i obshchie tekhnicheskie trebovaniya : GOST 34286-2017. – Vved. 01.03.2019. – Moskva: Mezhgosudarstvennyj sovet po standartizacii, metrologii i sertifikacii: Standartinform, 2018. – 12 s.

18. Metody ocenki vzaimodejstviya porazhayushchih elementov so sredstvami individual'noj bronezashchity i vyrabotka sistemy kriteriev ih stojkosti / Nauchnaya elektronnaya biblioteka Elibrary.ru [Elektronnyj resurs]. – 2000. Rezhim dostupa: elibrary_30310916_47888772.pdf. – Data dostupa: 27.10.2023.

19. Problema prognozirovaniya tyazhesti zabronevoj kontuzionnoj travmy pri ispytanii broneshlemov / Nauchnaya elektronnaya biblioteka Elibrary.ru [Elektronnyj resurs]. – 2000. Rezhim dostupa: elibrary_29855289_37398202.pdf. – Data dostupa: 27.10.2023.

20. Effektivnye sposoby snizheniya zabronevoj kontuzionnoj travmy i kriterii formirovaniya medicinskih trebovanij k konstruirovaniyu sredstv individual'noj bronezashchity / Nauchnaya elektronnyaya biblioteka Elibrary.ru [Elektronnyj resurs]. – 2000. Rezhim dostupa: elibrary_50734833_51574685.pdf. – Data dostupa: 27.10.2023.

