

Глава 1. Повышение пробивного действия автоматных и пулемётно-винтовочных патронов

Стандартизация в НАТО 5,56-мм патрона SS109 с лучшими, чем у нашего 5,45-мм патрона 7Н6, баллистическими характеристиками и, судя по информационным сведениям, большей пробивной способностью пули встревожили военное и политическое руководство страны.

Это явилось основанием для начала в ЦНИИТОЧМАШ в 1982 году специальных исследований по повышению пробивного действия пули 5,45-мм патрона. Получив обнадеживающие предварительные результаты, на 1983 год в качестве одного из разделов НИР «Перспектива» была запланирована работа «Изыскание путей повышения пробивной способности пуль 5,45-мм патронов 7Н6» (научный руководитель работы – Л.И. Булавская, ответственный исполнитель – М.Е. Фёдоров).

К тому времени характеристики патрона М193 были достаточно хорошо исследованы экспериментально, но патроны SS109 – лишь по информационным данным. Несмотря на явное преимущество патрона SS109 по пробивной способности пули, оснащённой стальным закалённым сердечником, в отчёте по теме «Перспектива» за 1983 год состояния проблемы оценивалось достаточно оптимистически: «В 1974 году на вооружение был принят 5,45-мм стрелковый комплекс, обеспечивающий преимущества по эффективности стрельбы в сравнении с существующим комплексом под патрон обр. 1943 года. В сравнении с американским 5,56-мм патроном М193 отечественный патрон 7Н6 обеспечивает преимущества и по эффективности стрельбы, и по пробивному действию.

В 1980 году специальной комиссией НАТО было принято решение о стандартизации 5,56-мм патрона на базе бельгийского патрона SS109 фирмы «FN» в качестве второго патрона НАТО для винтовок и ручных пулемётов, оставив 7,62-мм патрон НАТО для единых и танковых пулемётов... Патрон SS109 с пулей со стальным сердечником обладает явным преимуществом перед 5,56-мм патроном М193 с пулей со свинцовым сердечником [см. табл. 1], обеспечивая дальность пробития касок М1 (США) до 1300 м и стандартной плиты НАТО до 640 м вместо 520 и 410 м, соответственно, патроном М193.

Факт принятия нового патрона приводит к необходимости оценки сравнительного уровня отечественного 5,45-мм стрелкового комплекса с соответствующим вооружением НАТО...

По энергии пули патрон SS109 превосходит патроны М193 и 7Н6 на всех дальностях. По параметрам, обеспечивающим эффективность стрельбы (дальность прямого выстрела и импульс отдачи) патрон SS109 не имеет преимуществ перед патроном 7Н6. По расчётам, баллистическое решение патрона SS109 позволяет ему занять промежуточное положение между патронами М193 и 7Н6 по дальности эффективной стрельбы при явном преимуществе патрона 7Н6.

По пробитию преград отечественный 5,45-мм патрон 7Н6 обеспечивает поражение целей на необходимых тактических дальностях, превосходит патрон М193, но, судя по информационным данным, уступает патрону SS109 (дальность 80-% пробития касок 800 и 1300 м, дальность 50-% пробития 3-мм листа из стали 3 – 590 и 640 м, соответственно). Последнее обстоятельство явилось основанием постановки работ по повышению пробивной способности пуль 5,45-мм патронов 7Н6».

Перед конструкторами была поставлена задача по повышению пробивной способности пули 5,45-мм патрона до уровня патрона SS109. Сложность её решения состояла в том, что при выборе направлений работ имелся ряд ограничений:

– необходимость сохранения достигнутого уровня эффективности стрельбы, без ухудшения таких важных

Таблица 1. Характеристики автоматных патронов

Наименование характеристик	7Н6	М193	SS109
Вес пули, г	3,4	3,56	4,0
Длина пули, мм	25,5	19,1	23,0
Радиус головной части пули, мм	70	32	50
V_0 из АК74 и автоматических винтовок, м/с	900	960	930
Коэффициент формы пули i_c	0,46	0,58	0,49
Баллистический коэффициент пули C_c , м ² /кгс	4,00	5,03	3,78
ДПВ _{0,50°} , м	444	428	450
Энергия пули, кгм: - дульная,	140	167	177
- на 300 м,	67	65	88
- на 500 м,	38	33	52
- на 800 м,	16	15	25
- на 1000 м.	12	12	18
Вес стального сердечника, г	1,42	–	0,65
Дальность пробития, м / %:			
- стального шлема *)	800 / 80	520 / 50	1300 / –
- 3-мм листа из стали 3	590 / 50	410 / 50	640 / 50
Дальность эффективной стрельбы **), м	550	450	470

*) Американская каска М1 принята равнопрочной отечественной каске СШ-60 (СШ-68), а стандартная плита НАТО – равнопрочной 3-мм листу из стали 3, так как патрон М193 пробивает каску СШ-60 на 500 м, а 3-мм лист из стали 3 на 410 м. Это практически соответствует информационным данным по патрону М193 – пробитию американской каски М1 на 515 м и стандартной плиты НАТО на 400 м;

**) [При стрельбе лёжа с упора по мишени № 8, с вероятностью попадания одной очередью 0,25]

параметров патрона, как импульс отдачи и дальность прямого выстрела;

- недопустимость переделки штатных образцов оружия под 5,45-мм патрон (в том числе прицельных устройств), что приводило к необходимости сохранения таких параметров, как габаритные размеры патрона, величина максимального давления и подведённого импульса пороховых газов в районе газоотводного отверстия, сопряжение траекторий опытной и штатной пуль.

Исходя из этого, основным направлением исследований было намечено проведение работ по повышению пробивного действия 5,45-мм пули за счёт следующих технических решений:

- повышения твёрдости стального сердечника пули;
- уточнения формы (притупления) стального сердечника;
- уменьшения толщины пульной оболочки с целью снижения затрат энергии сердечника на её разрушение в процессе пробития твёрдых преград;
- оценки возможности и целесообразности увеличения веса и начальной скорости пули.

Основным направлением по повышению пробивного действия пули 5,45-мм патрона 7Н6 было увеличение твёрдости и прочности стального сердечника. Однако возможности повышения твёрдости стальных сердечников, изготовленных из малоуглеродистых сталей, были весьма ограниченными. В чертеже патрона 7Н6 для изготовления сердечников были предусмотрены стали марок ст. 10...ст. 45, но все серийные заводы использовали малоуглеродистую сталь 10, позволявшую получать необходимую форму сердечника за одну штамповку. Для использования сталей с большим содержанием углерода, вплоть до стали 45 (как отмечалось в отчётах – «при необходимости»), в автоматических роторных линиях штамповки сердечников были предусмотрены дополнительные позиции для осуществления двух штамповочных операций. Но реально возможность штамповки стальных сердечников из сталей марок 15...45 на автоматических роторных линиях не проверялась.

Хотелось сохранить высокую пластичность исходного материала сердечника, повысив его твёрдость и прочность в готовом виде. Но как этого добиться? Помог анализ уже имевшегося в ЦНИИТОЧМАШ опыта по этой проблеме.

С середины 1960-х гг. в ЦНИИТОЧМАШ велась разработка конструкции 7,62-мм патрона обр. 1943 года с пулей со стальным сердечником, в которой, с целью экономии дефицитного цветного металла, свинцовая рубашка была заменена пластмассовой рубашкой из полиэтилена высокого давления (ведущим по этой работе являлся Иогансен Борис Андреевич). Одной из проблем его отработки являлось то, что пластмассовая рубашка не выполняла роли броневой наконечника Макарова, подобно свинцовой рубашке, из-за чего опытный патрон уступал штатному

патрону обр. 1943 года по пробиваемости твёрдых преград. Решить её пытались двумя способами – цементацией стального сердечника из стали 10 с последующей закалкой и использованием для изготовления сердечника стали 45, с закалкой до твёрдости порядка HRC 40...45.

Оба способа обеспечивали увеличение дальности пробития 5-мм листов из стали 3 примерно на 30 %, но были неудобны для массового производства. Операция цементации была трудоёмкой и длительной, а штамповка стальных сердечников из стали 45 приводила к ускоренному износу рабочего инструмента, более частым переналадкам оборудования и т. п. Кроме того, оба способа требовали расширения производственных площадей и повышали стоимость изготовления сердечников.

В то время в ЦНИИТОЧМАШ стали известны труды А.С. Завьялова и З.Н. Красильщикова по термическому упрочнению углеродистых сталей. Ими, первыми в мировой практике, был разработан эффективный метод термического упрочнения незакаливающихся углеродистых и малоуглеродистых сталей, резко повышавший их прочность, твёрдость и ударную вязкость. Рекомендациями этих учёных и воспользовались специалисты ЦНИИТОЧМАШ.

Но, прежде чем перейти к описанию работ в этом направлении, необходимо хотя бы коротко ознакомиться с методом термического упрочнения малоуглеродистых сталей. Не вдаваясь в тонкости металловедения, приведём лишь некоторые выдержки из этих работ. Так, в монографии [80] отмечается:

«Термическое упрочнение заключается в нагреве стали выше температуры A_{c3} с последующим ускоренным охлаждением... Незакаливающаяся углеродистая сталь после быстрого охлаждения с температур аустенизации приобретает значительно более благоприятное сочетание механических свойств по сравнению со свойствами этой стали в горячекатаном состоянии [и значительно превышает их]...»

Термическая обработка закаливающейся углеродистой стали... по характеру выполнения не отличается от обычной закалки, но по своей природе, характеру и результатам превращения аустенита... является особым видом термической обработки, названным термическим упрочнением. Эффект термического упрочнения закаливающейся углеродистой стали повышается с увеличением в стали содержания углерода и уменьшением сечения изделия... Большим достоинством термического упрочнения является то, что оно позволяет одновременно увеличить прочность и вязкость стали».

В свою очередь, основоположник теории превращения аустенита при охлаждении стали (начиная с работ 1948 года) д.т.н. профессор А.С. Завьялов писал в 1966 году [81]: «Превращение переохлаждённого аустенита вносит много нового в термическую обработку стали... Прежде всего – возможность термического упрочнения закаливающихся углеродистых и малоуглеродистых сталей... Авторы монографии [80],

положив в основу [мою] теорию, разработали весьма экономичный и эффективный метод термического упрочнения закаливаемых углеродистых и малоуглеродистых сталей..., [который позволяет] резко повысить [их] твёрдость, предел текучести, предел прочности и ударную вязкость».

Новый способ термической обработки был опробован применительно к стальным сердечникам пуль с пластмассовой рубашкой, изготовленным из стали 10, и получены отличные результаты по дальности пробития 5-мм листа из стали:

Патроны обр. 1943 г.	Твёрдость штампованных сердечников, HV _{ср.} ¹		Пробивное действие пуль:	
	на цилиндрической части	на торце	Дальность, м	Процент пробития
С пластмассовой рубашкой и термоупрочнённым сердечником из стали 10	312 (HRC 30)	425 (HRC 40)	325	100%
			350	23%
То же с нетермоупрочнённым сердечником	175		225	50%
Штатный обр. 1943 г.	175		265	70%

Как видно, дальность пробития 5-мм стального листа опытными пулями с термоупрочнённым сердечником значительно возросла по отношению к пулям с нетермоупрочнённым сердечником и на 30 % превышала дальность пробития пулями штатного патрона обр. 1943 года. При отработке технологии термоупрочнения сердечников из стали 10 для пули с пластмассовой рубашкой было опробовано 11 режимов термообработки. Для данного эксперимента их термоупрочнение производилось путём нагрева в соляной ванне с температурой 910–930 °С в течение 5 минут и охлаждения в воде комнатной температуры.

Совершенствуя новый метод термообработки, специалистами ЦНИИТОЧМАШ под руководством к.т.н. Малолетнева Анатолия Яковлевича, начальника отдела металловедения в ЦНИИТОЧМАШ, в конце 1960-х гг. были разработаны режимы термоупрочнения малоуглеродистых сталей применительно к изготовлению стальных сердечников опытных пуль с пластмассовой рубашкой с целью повышения их прочности и твёрдости после термообработки, при сохранении высоких пластических свойств в исходном состоянии.

Для более широкого обобщения аналогичную термообработку произвели для штатных сердечников к пуле патрона обр. 1943 года. В результате было установлено, что дальность пробития 5-мм стального листа из стали 3 пулями с термоупрочнёнными сердечниками из стали 10 увеличилась на 30 % по сравнению со штатными пулями. Однако в то время это не нашло своего продолжения.

Очевидно, в связи с необходимостью оснащения производства специальным термическим оборудованием.

В 1972 году термоупрочнение стальных сердечников из стали 10 использовалось при отработке 5,6-мм патрона «УС» с дозвуковой начальной скоростью (см. далее), но и об этом подзабыли.

Аналогичные работы по термоупрочнению малоуглеродистых сталей были выполнены в ЦНИИТОЧМАШ в 1975–77 гг. при отработке конструкции опытных патронов с оперёнными подкалиберными пулями (см. далее). Для оперённых пуль, с целью обеспечения повышенной прочности в готовом виде и высокой пластичности в исходном состоянии (для изготовления оперения стрел штамповкой), была отработана технология термоупрочнения готовых штампованных изделий из стали 20. В итоге исходная прочность стержней на растяжение $\sigma_{вр} = 61$ кгс/мм² после термоупрочнения повышалась до $\sigma_{вр} \geq 110$ кгс/мм².

Тогда же в ЦНИИТОЧМАШ было опробовано 24 различных режима упрочняющей термообработки стержней из стали 10 и стали 20 с нагревом ТВЧ и охлаждением с большой скоростью в подсолённой воде (10–15 % NaCl) с температурой 22–32 °С. Их твёрдость возрастала до HRC 28...40.

В 1982 году ГРАУ было принято решение о прекращении работ по патронам с оперёнными подкалиберными пулями. Я в то время был назначен заместителем начальника отдела 23 и, хорошо зная возможности повышения прочности и твёрдости малоуглеродистых сталей за счёт их термоупрочнения (по опыту работ со стреловидными пулями), предложил использовать этот опыт применительно к стальному сердечнику пули 5,45-мм патрона 7Н6. Было решено проверить целесообразность повышения твёрдости стального сердечника патрона 7Н6 за счёт термоупрочнения, для чего изготовить и испытать 5,45-мм пули с термоупрочнёнными сердечниками из сталей 10, 20 и 35. Помню, у меня тогда было даже заключено шутовское пари с Булавской. Она была уверена, что повышение твёрдости сердечников ничего не даст: «5,45-мм пули проламывают каску, а не пробивают её!» – доказывала она. Я настаивал на противоположном. Ударили по рукам. Правда, во что-либо конкретное этот выигранный мною спор не вылился.

Технология термоупрочнения сердечников была той же – нагрев готовых сердечников в соляной ванне (75 % BaCl₂ + 25 % NaCl) с последующим охлаждением в подсолённой воде комнатной температуры. Для каждой марки стали специалистами ЦНИИТОЧМАШ были подобраны режимы термоупрочнения. В результате твёрдость стальных сердечников была значительно повышена. Из стали 10 – до HRC 27...33 при содержании углерода к нижнему пределу (0,08 %) и до HRC 35...38 при содержании углерода к верхнему пределу (0,14%); из стали 20 (0,22 % C) – HRC 40...45; из стали 35 (0,35 % C) – до HRC 54...56.

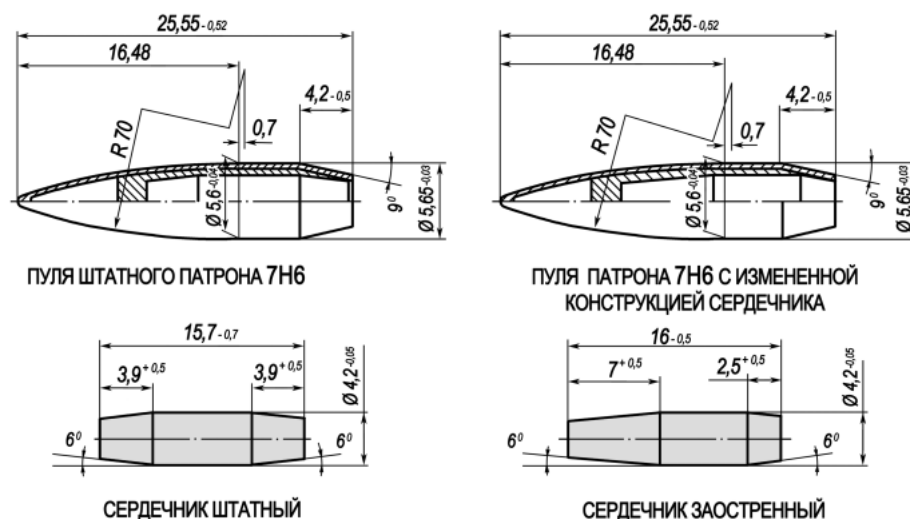


Рис. 1

Эскизы штатной и опытной пули патрона 7Н6 и сердечников для них

В дополнение к повышенной твёрдости стальных сердечников решили также проверить влияние на пробивное действие их формы – величины притупления переднего торца сердечника. Об этом в отчёте по НИР «Перспектива» было написано:

«Значительная деформация сердечника из стали 10 при встрече с преградой сводила к нулю влияние формы сердечника на дальность пробития преград. При увеличении твёрдости сердечника до величин, обеспечивающих отсутствие деформации или её значительное уменьшение при встрече с преградой, оптимизация формы сердечника могла привести к некоторым положительным результатам. В связи с этим наряду с сердечниками штатной формы были изготовлены сердечники с удлинённой и заострённой головной частью – рис. [1]. Размеры и вес пули и сердечника при этом не изменились».

Расчёты показывали, что при стрельбе по 5-мм листу из стали 3 опытными пулями с термоупрочнёнными сердечниками штатной формы дальность 80-% пробития

должна составлять около 400 м, а с заострённым термоупрочнённым сердечником – на 10 % больше.

Для предварительных испытаний в опытном производстве ЦНИИТОЧМАШ были изготовлены 6 вариантов патронов 7Н6 с пулями, различавшимися материалом, твёрдостью и формой стальных сердечников – табл. 2.

Все сравниваемые варианты патронов испытывались в один день (табл. 3), что позволяет дать им сравнительную оценку, несмотря на отсутствие данных по метеоусловиям.

По результатам предварительных испытаний были сделаны выводы: «Повышение твёрдости сердечника увеличивает дальность пробития стальных листов. Изменение формы сердечника (заострение его головной части) не приводит к улучшению пробивного действия патронов. Несоответствие экспериментальных данных расчётным получено, по-видимому, за счёт того, что в действительности недеформируемый (по расчётным формулам) сердечник из сталей 10...35 деформировался в процессе пробития преград, несмотря на его термоупрочнение».

Таблица 2. Характеристики опытных и штатных патронов 7Н6

Патроны	Материал сердечника	Твёрдость сердечника		Форма сердечника	V _{25 СР.} из АК74 по всем дням
		HV	HRC *)		
Штатный 7Н6	Сталь 10	175-185	–	Штатная	887
Вар.1	Сталь 10	418-441	40-43	Штатная	888
Вар.2	Сталь 20	429-494	42-47	Штатная	889
Вар.3	Сталь 35	532-633	50-57	Штатная	881
Вар.4	Сталь 10	381-429	40-42	Заострённая **)	879
Вар.5	Сталь 20	358-447	35-43	Заострённая	881
Вар.6	Сталь 35	593-613	53-54	Заострённая	890

*) по переводной таблице; **) номинальный диаметр переднего торца сердечника 2,73 вместо 3,38 мм у штатного сердечника.

Минимальная величина притупления переднего торца стального сердечника выбиралась с учётом возможности изготовления его методом холодной штамповки.

Таблица 3. Результаты испытаний на пробивное действие из АК74

Патроны	% пробития преград на дальностях, м:											
	Сталь 3 толщиной 5 мм (HV 212-219)						Сталь 3 толщиной 4 мм (HV 115-120)					
	250	300	320	350	400	450	500	550	575	600	650	700
Штатный 7Н6	63	0	–	–	–	–	–	100	40	0	–	–
Вар.1	–	–	73	80	80	0	–	–	–	–	–	56
Вар.2	–	–	–	–	–	100	100	–	–	–	–	50
Вар.3	–	–	–	–	–	100	57	–	–	–	–	89
Вар.4	–	–	90	89	10	–	–	–	–	–	78	0
Вар.5	–	–	–	–	90	0	–	–	–	–	–	33
Вар.6	–	–	–	–	100	90	43	–	–	–	–	80

Проверена была также пробивная способность пуль при стрельбе по макетам бронежилетов 6Б1 и 6Б2 - табл. 4. При этом отмечалось: «Причиной ухудшения пробивного действия вариантов 3 и 6 может быть некоторое искривление сердечника в пределах допуска на диаметр ввиду затруднённой штамповки конусов в сравнении с сердечниками из сталей 10 и 20... Количество жилетов 6Б2 было ограниченным (2 шт.), поэтому не удалось получить необходимого количества попаданий и результаты испытаний – сугубо ориентировочные.

Тем не менее, можно сказать, что и в данном случае заострение головной части сердечника не привело к заметному улучшению пробивного действия патронов. Обобщая результаты первой стадии испытаний, можно сделать вывод, что заострение головной части стального термоупрочнённого сердечника не улучшает пробивного действия 5,45-мм патронов и поэтому на втором этапе испытаний варианты 4, 5, 6 не участвовали.

В дальнейшем, однако, следует повторить вариант пуль с заострённым сердечником из стали с большим содержанием углерода, обеспечивающей отсутствие пластической деформации сердечников при встрече с жёсткими преградами».

Исходя из потенциальной возможности изготовления стальных сердечников на автоматических роторных линиях из сталей с большим содержанием углерода, было решено более широко оценить возможность термоупрочнения сердечников из малоуглеродистой стали в заводских условиях, уровни получаемых при этом твёрдостей и проверить их пробивное действие. С этой целью

ЦНИИТОЧМАШ, КБАЛ и Тульским заводом им. Кирова был разработан специальный план. Для расширенных сравнительных испытаний 5,45-мм патронов с термоупрочнёнными стальными сердечниками, в условиях серийного производства Тульского патронного завода были изготовлены варианты патронов 7Н6 опытных партий с термоупрочнёнными сердечниками пуль из сталей 10, 15, 20, 35 и 45 (см. табл. 5 на стр. 10).

Появление варианта пуль с сердечниками из стали 45 было связано с тем, что нагрев сердечников в соляной ванне был недостаточно технологичным для массового производства, а необходимость высокой температуры нагрева сердечников из сталей 10...35 не позволяла применить имевшееся на заводе высокопроизводительное шнековое термическое оборудование. В КБАЛ, в соответствии с согласованным планом работ, прорабатывалась возможность применения ТВЧ для нагрева сердечников.

Однако проведённые в КБАЛ изыскания пока не привели к положительным результатам. Так как выяснилось, что при малом диаметре сердечников для их нагрева ТВЧ необходимы высокочастотные ламповые генераторы, требовавшие значительных производственных площадей и специальных условий эксплуатации.

В поисках выхода из создавшегося положения, специалисты КБАЛ обратили внимание на то, что при использовании стали 45 для термоупрочнения сердечников требуется более низкая температура нагрева – порядка 850 °С.

Таблица 4. % пробитий макетов бронежилетов на дальности 600 м

Патроны	6-мм пластины из сплава АМг-7Ц бронежилета 6Б1	1 слой пластин из титанового сплава ВТ14 толщиной 1,25-1,45 мм и 30 слоёв ткани ТСВМ-Дж1 с тыльной части бронежилета 6Б2	2 слоя пластин из титанового сплава ВТ14 толщиной 1,25-1,45 мм и 30 слоёв ткани ТСВМ-Дж1 (грудь) бронежилета 6Б2
Штатный 7Н6	50	0	0
Вар.1	83	40	33
Вар.2	14	–	–
Вар.3	90	13	50
Вар.4	90	45	33
Вар.5	100	60	0
Вар.6	40	100	–

Таблица 5. Характеристики опытных патронов 7Н6

Варианты патронов	Оболочка пули	Стальной сердечник		V _{25 CP} по всем дням, м/с
		Материал	Твёрдость, HRC	
ОС2-83-539	Штатная	Сталь 10	35-37	886
ОС3-83-539	Штатная	Сталь 15	36-38	888
ОС4-83-539	Штатная	Сталь 20	44-45	887
ОС5-83-539	Штатная	Сталь 35	54-56	880
ОС6-83-539	Штатная	Сталь 45	58-61	885
С20 УО -83-61 *)	Утонённая	Сталь 20	44-45	893
С35 УО-61-83 *)	Утонённая	Сталь 35	54-56	894
Штатные Н6 П96-83-3	Штатная	Сталь 10	HV 171-188	885

*) элементы пули изготовлены на Тульском заводе, сборка пуль и патронов – в ЦНИИТОЧМАШ

Исходя из этого, ими в заводских условиях была отработана технология изготовления сердечников из стали 45 на АРЛ в две штамповочные операции, с их последующим термоупрочнением, применив высокопроизводительные печи ОКБ-355 (типа «Бостон»). При этом была получена высокая твёрдость сердечников – HRC 58...61.

Кроме вариантов патронов с термоупрочнёнными сердечниками из сталей 10...45, изготавливавшихся на Тульском заводе, для расширенных испытаний было решено изготовить пули с утонённой оболочкой (толщиной 0,42 мм). Изготовление партий патронов 7Н6 с сердечниками пуль из сталей 20 и 35 и утонённой оболочкой, получивших обозначения С20 УО и С35 УО,

было выполнено в ЦНИИТОЧМАШ. На основании предварительных исследований, форма стальных сердечников у всех вариантов пуль была принята штатная.

Наконец, «для анализа целесообразности увеличения начальной скорости пуль» было решено для испытаний опытных и штатных патронов 7Н6 использовать как автомат АК74, так и ручной пулемёт РПК74 (с начальными скоростями пуль 900 и 960 м/с, соответственно).

Обобщённые результаты сравнительных испытаний штатных и опытных патронов 7Н6, проведённых в ЦНИИТОЧМАШ 14.10...14.12.1983 г., приведены в табл. 6. По результатам испытаний на пробивное действие пуль были сделаны выводы:

Таблица 6. Дальность стрельбы, м / % пробития преград 5,45-мм патронами

Оружие	Патроны			Преграды				
				Шлем СШ-68	Стальные листы		Бронежилеты	
	Особенности	Материал сердечника	Партия		3 мм ¹⁾	5 мм ²⁾	6Б2 ³⁾	6Б1 ⁴⁾
АК74	Штатные 7Н6	ст. 10	П96-83-3	800 / 80	590 / 92	300 / 80	460 / 91	560 / 90
	С термоупрочнённым сердечником из сталей	ст. 10	ОС2-83-539	900 / 84	680 / 94	400 / 91	500 / 73	590 / 42
		ст. 15	ОС3-83-539	900 / 63	700 / 76	420 / 85	500 / 92	580 / 100
		ст. 20	ОС483-539	900 / 80	710 / 75	500 / 86	480 / 84	580 / 90
		ст. 35	ОС6-83-539	900 / 92	690 / 82	470 / 92	480 / 91	580 / 80
		ст. 45	ОС5-83-539	975 / 90	690 / 86	470 / 93	490 / 91	580 / 84
	С утонённой оболочкой и термоупрочнённым сердечником из сталей	ст. 20	С20 УО-83-61	900/91	700 / 86	500 / 81	520 / 91	600 / 80
ст. 35		С35 УО-83-61	1000/80	700 / 79	500 / 80	500 / 54	610 / 90	
РПК74	С термоупрочнённым сердечником из сталей	ст. 20	ОС4-83-539	950/83	–	–	575 / 90	–
		ст. 45	ОС5-83-539	950/80	700 / 85	500 / 100	565 / 100	620 / 82
	Штатные 7Н6	ст. 10	П96-3-83	950 / 80	590 / 91	320 / 63	540 / 82	

1) сталь 1 или сталь 2 (HV 123-125, 0,11 % С);

2) сталь 3 (HV 134-137, 0,19 % С) марки БСТ.3 Пс;

3) бронежилет 6Б2 (грудная часть): 13 пластин из титанового сплава толщиной 1,35-1,37 мм и толстый (сшитый из 28 слоёв ткани) защитный экран в виде тканевого пакета;

4) пластины бронежилета 6Б1 из алюминиевого сплава АЛПА-1 толщиной 6 мм, набитые на войлок и деревянный щит из 25-мм сосновых досок;

5) температура воздуха во время испытаний ± 9 °С, температура патронов 16-20 °С.

«Термоупрочнение стального сердечника позволяет существенно увеличить дальность пробития: шлемов на 100–175 м, стальных листов толщиной 3 мм на 100–120 м, толщиной 5 мм – на 100–200 м. В значительно меньшей мере увеличивается дальность пробития защитных жилетов 6Б1 и 6Б2 – на 10–30 м.

Применение утонённой пульной оболочки в сочетании с термоупрочнённым стальным сердечником приводит к некоторому, но очень небольшому дополнительно увеличению дальностей пробития преград. Но это увеличение не столь значительно, чтобы оправдать изменение чертежа на пулю, изготовление которой полностью освоено в серийном производстве. В дальнейшем, однако, целесообразно проверить влияние дополнительного максимально возможного утонения пульной оболочки в её головной части. Некоторые резервы в этом направлении ещё не использованы.

Положительным фактором, выявленным при стрельбе из ручного пулемёта, является увеличение дальности пробития защитных жилетов. Так, применение пуль с закалённым сердечником из стали 45 позволяет увеличить дальность пробития жилетов 6Б2 с 490 м при стрельбе из АК74 до 575 м при стрельбе из ручного пулемёта РПК74, дальность пробития жилетов 6Б1, соответственно, с 580 до 620 м.

В целом, наиболее оптимальным вариантом с точки зрения пробития различных преград и технологичности при серийном изготовлении является 5,45-мм патрон с пулей штатной конструкции, имеющей стальной закалённый сердечник из стали 45. Однако внедрению данного варианта должна предшествовать доработка технологического процесса термоупрочнения сердечников из стали 45, обеспечивающего исключение или уменьшение закалочных трещин, так как на испытываемых изделиях таких трещин было до 65 %».

Для проверки правильности выбора оптимального варианта патрона с сердечниками пуль из стали 45 были проведены сравнительные испытания по определению дальности пробития опытных противопульных (а не противоосколочных, как 6Б1 и 6Б2) бронежилетов 6Б3.

Толщина защитных пластин из титанового сплава в бронежилетах 6Б3 была увеличена до 6,5 мм, что значительно сократило дальности их пробития. Учитывая, что отработка патрона 7Н6 с повышенной пробивной способностью пули и противопульного бронежилета 6Б3 велась одновременно, это создавало определённые сложности, отмеченные в отчёте ЦНИИТОЧМАШ:

«Учитывая, что работа по созданию опытных противопульных жилетов не завершена, предприятиями-исполнителями этой работы (ВНИИстали и НИИ-3 ГРАУ) для испытаний в ЦНИИТОЧМАШ поставлялись каждый раз новые варианты макетов с пластинами, доработанными по результатам предыдущих испытаний. Причём количество макетов было крайне ограничено, что не позволяло провести полноценные сравнительные испытания всеми вариантами патронов. Тем не менее, результаты испытаний позволяют хотя бы ориентировочно сопоставить отдельные варианты патронов между собой».

Но первые испытания по оценке пулестойкости бронежилетов 6Б3 озадачили и огорчили специалистов ЦНИИТОЧМАШ. Неожиданно выяснилось, что как штатные 5,45-мм патроны 7Н6, так и опытные 5,45-мм патроны с пулей с термоупрочнённым сердечником из стали 20 значительно уступают по дальности пробития бронежилета 6Б3 американскому 5,56-мм патрону М193 с пулей со свинцовым сердечником (см. табл. 7). Пули патрона М193, благодаря высокой начальной скорости, уверенно пробивали бронежилет с 6,5-мм титановыми пластинами первоначального исполнения (с постоянной твёрдостью) на дальности 120 м, а штатные патроны 7Н6 – на дальности менее 40 м. Ещё меньшей оказалась дальность пробития усовершенствованного бронежилета 6Б3.

При использовании термоупрочнённого сердечника из стали 20 положение несколько улучшилось, но отставание по-прежнему сохранялось. И лишь при применении термоупрочнённого сердечника из стали 45 положение стабилизировалось, и то лишь при стрельбе из пулемёта

Таблица 7. % пробитий при стрельбе по бронежилету 6Б3 из автомата АК74

Патроны	Пластины из титанового сплава ВТ23 толщиной 6,5 мм с твёрдостью HRC 35-37, по 8 слоёв ткани СВМ с обеих сторон и 10-мм поролон сзади					Пластины из сплава ВТ23 толщиной 6,5 мм с твёрдостью HRC 46-49 на лицевой стороне и HRC35-37 на тыльной стороне, по 8 слоёв ткани СВМ с обеих сторон и 10-мм поролон сзади			
	40 м	50 м	60 м	120 м	140 м	25 м	90 м	100 м	110 м
Штатные 7Н6	33	0	–	–	–	0 *)	–	–	–
Термоупрочнённый сердечник из стали 20	–	100	0	–	–	–	–	–	–
То же из стали 45	–	–	–	–	–	–	67	33 **)	–
М193 (США), из М16А1	–	–	–	100	0	–	–	50	0
7,62-мм обр. 1943 г. с бронебойно-зажигательной пулей, из АКМ	–	–	–	–	–	–	–	100	200 м – 100 % 250 м – 0 %

*) из РПК74; **) дальность пробития из АК74. При стрельбе из РПК74 получено: на 120 м – 100%, на 140 м – 33 %;

***) температура воздуха при испытаниях минус 15 °С, температура патронов 16 °С».