

История создания брони для советского тяжелого танка КВ

Н. Н. Мельников, научный сотрудник¹, канд. ист. наук, эл. почта: meln2011kit@gmail.com

Вас. В. Запарий, научный сотрудник¹, доцент, канд. ист. наук, эл. почта: pantera.zap@gmail.com

В. В. Запарий, профессор кафедры истории и социальных технологий², докт. ист. наук, эл. почта: vvzap@mail.ru

Б. А. Гижевский, старший научный сотрудник³, канд. техн. наук, эл. почта: gizhevskii@imp.uran.ru

¹Институт истории и археологии УрО РАН, Екатеринбург, Россия.

²Уральский гуманитарный институт УрФУ, Екатеринбург, Россия.

³Институт физики металлов им. М. Н. Михеева УрО РАН, Екатеринбург, Россия.

С середины 1930-х годов советские металлурги и металловеды не прекращали вести поиск оптимальной системы бронирования для отечественных танков. В связи с непреодолимыми технологическими трудностями были отвергнуты варианты массового изготовления гетерогенной брони. Поэтому новые советские танки, принятые на вооружение в предвоенный период, получили гомогенную броню высокой (Т-40 и Т-34) или средней (КВ) твердости. В основу системы бронирования нового тяжелого танка серии КВ была положена марка стали 42С. Ее отличали высокая технологичность и приемлемые механические свойства. Относительно низкое содержание дефицитных легирующих элементов сделало эту сталь недорогой в производстве, что позволило развернуть массовый выпуск брони для советских тяжелых танков даже в тяжелых условиях эвакуации на Урал.

Ключевые слова: танкостроение, Великая Отечественная война, броня средней твердости, броня 42С, металлургия, экономика, НИИ-48.

DOI: 10.17580/chm.2023.05.13

Введение

Советский тяжелый танк КВ (названный в честь Клим Ворошилова) является одной из наиболее узнаваемых боевых машин Второй мировой войны как в силу выдающихся тактико-технических характеристик в момент создания, так и благодаря частому упоминанию в мемуарной литературе. Танк КВ являлся продуктом советской инженерно-конструкторской школы второй половины 1930-х годов, в конструкции этого танка как в зеркале отразились все достижения и недостатки военного машиностроения СССР периода индустриализации. Боевая машина сочетала в себе как прорывные конструктивные идеи и концепции, так и ряд технических анахронизмов и просто инженерных недоработок, вскрывших неравномерность ускоренного развития военной промышленности СССР в ходе «сталинской модернизации». На **рис. 1** представлена фотография тяжелого танка КВ с пушкой А-11 76,2 мм.

В своем рассмотрении конструкции танка КВ авторы обращаются к самой основе любой бронированной машины — ее броне, которая в значительной степени формирует ее ценность как тактической единицы. Ранее в исследованиях были приведены условия, при которых развивался процесс создания отечественной танковой брони в 1930-е годы. До появления в СССР танка КВ (1939 г.) серийных тяжелых танков такого класса защищенности в Красной армии не существовало. Фактически в серийном производстве первых пятилеток (пятилетних планов развития народного хозяйства СССР) советские танкостроители использовали только один тип брони, созданной на Ижорском заводе, — гомогенную сталь марки ИЗ. Такая броня имела относительно невысокую толщину (10–20 мм) и была рассчитана на защиту от пулевых и осколочных поражений. Программа

создания перспективного тяжелого танка прорыва, начатая в 1938 г. в рамках третьей пятилетки, предполагала создание новых марок броневой стали, способных обеспечить защиту не только от малокалиберной противотанковой артиллерии противника (калибром 20–50 мм), но и от огня орудий дивизионного калибра (75–105 мм). Свообразным центром разработки новых марок брони для танков с января 1939 г. стал Броневой институт (НИИ-48, с лета 1942 г. — ЦНИИ-48), созданный на основе Ижорской центральной броневой лаборатории [1, С. 75].

Гетерогенная и гомогенная броня в СССР в 1930-е годы

Советская школа броневое конструирования, сложившаяся в СССР 1930-х годах, была представлена в основном специалистами Ижорского завода и Мариупольского завода им. Ильича. Оба завода до начала войны и создания объединенного Народного комиссариата танковой промышленности (НКТП) принадлежали к ведомству Народного комиссариата судостроительной промышленности (НКСП) и с конца 1930-х годов работали в тесном взаимодействии с НИИ-48. Отечественные специалисты имели огромный опыт создания и изготовления корабельной брони, использовали соответствующие технологические подходы и своего рода шаблоны мышления. Начало 1930-х годов отмечено стремлением советских инженеров-металлургов и металловедов создать гетерогенную броню для танков, которую выпускали бы серийно. Гетерогенной считалась броня, имеющая по сечению плиты различные механические свойства, а в ряде случаев химический состав. Она имела более твердый лицевой слой, составляющий 15–40 % толщины плиты, и относительно мягкий тыльный слой — подушку. В зависимости

от способа получения твердого поверхностного слоя различают три основных типа гетерогенной катаной брони:

- получаемых путем отливки гетерогенных слитков и последующей их прокатки;
- цементированных;
- односторонне закаленных нецементированных [2, С. 222, 223].

С начала 1930-х годов в СССР развивалась концепция двухкомпонентной гетерогенной брони (например, стали марки МИ), но обеспечить стабильное качество такого металла промышленности так и не удалось. До половины изготавливаемых танковых корпусов были бракованными [3, С. 137, 138]. К середине десятилетия пришло понимание того, что технический уровень и кадровые возможности Ижорского и Мариупольского заводов недостаточны для выполнения этой задачи. К концу 1930-х годов ставка была сделана на гомогенную броню как технологически менее затратную. Однако отдельные работы по изысканию способов создания гетерогенной брони продолжались еще некоторое время.

В специальном техническом бюро Народного комиссариата тяжелого машиностроения (НКТМ) в конце 1930-х рассматривали идею создания гетерогенной цементированной брони, поскольку считали, что она лучше противостоит остроголовым снарядам. Соответствующие исследования под руководством Н. А. Рудакова были проведены на Ижорском заводе, однако эти работы показали, что ее преимущества проявляются только при толщинах более 150 мм [4, С. 617, 618, 855]. Дальнейшая деятельность в этом направлении была прекращена в 1940 г. [5].

Поиском путей создания односторонне закаленной нецементированной гетерогенной брони занимался Броневой институт. Необходимость использования дефицитного печного оборудования в ходе длительных циклов многоступенчатой термической обработки (ТО), принятой в традиционной технологии изготовления цементированной брони, заставила искать альтернативные подходы. В качестве более современного и универсального способа одностороннего нагрева броневых плит сотрудниками броневой лаборатории Ижорского завода (А. С. Завьяловым, В. А. Делле, А. Н. Соболевым, С. И. Смоленским, Л. А. Каневским) в 1935–1938 гг. был предложен метод закалки токами высокой частоты (ТВЧ). Поскольку важнейшей составляющей данной технологии являются индукционные устройства, потребовалось привлечение ведущих советских специалистов по электротехнике (М. А. Бонч-Бруевича, В. П. Вологодина, А. М. Кугушева). Для натурных экспериментов были взяты элементы бронекорпуса танка КВ, в первую очередь большие по площади бортовые листы [6, С. 35].

Несмотря на кажущуюся простоту самой идеи одностороннего нагрева броневых деталей корпуса КВ с помощью ТВЧ, техническая реализация оказалась достаточно сложной, поскольку требовала одновременного решения металлургических и электротехнических задач в их тесном переплетении. Было выработано два основных подхода к осуществлению индукционного подогрева брони — непрерывно-последовательный и одновременный.



Рис. 1. Тяжелый танк КВ с пушкой Л-11 76,2 мм (1939 г.)

Первый из них был более простым с технической точки зрения и предполагал поступательный индукционный нагрев бронедетали с последующим охлаждением нагретых зон, однако это неизбежно несло за собой серьезные недостатки:

- оплавление кромок броневых листов и отверстий, вырезанных на предшествующих ТО этапах;
- сильное коробление бронелистов во взаимно перпендикулярных направлениях, что влияло на глубину и однородность закаливаемого слоя ввиду непостоянства расстояния между индуктором и плоскостью закалки;
- трудности с обеспечением предсказуемых результатов при закалке деталей сложной геометрической конфигурации (при наличии в ней изгибов);
- высокая трудоемкость последующей правки закаленных листов [6, С. 36].

Предложенный М. А. Бонч-Бруевичем способ одновременного нагрева всей детали или ее значительного участка оказался более перспективным. Использование ламповых генераторов высокой мощности в сочетании с индуктором, состоящим из последовательно соединенных медных лент, наложенных на броневую плиту через асбестовый лист, позволило производить более равномерный нагрев. После снятия индуктора и асбестового теплоизолятора деталь охлаждали водяным душем. В целом, разработка технологии односторонней закалки брони танка КВ с помощью ТВЧ была закончена Броневым институтом к июлю 1941 г., началось строительство промышленной установки [6, С. 36].

После начала Великой Отечественной войны и эвакуации НИИ-48 в Свердловск на Урале были продолжены работы по изучению возможности массового производства этого типа гетерогенной брони. Уже к декабрю 1941 г. в результате широкой экспериментальной работы (начатой еще в довоенный период, в том числе совместно с ленинградским НИИ-9) были готовы предварительные технические условия для такой брони. Закалку осуществляли с лицевой стороны на глубину 20–30 % от толщины плиты. Внешний закаленный слой должен был иметь твердость не менее 512 НВ, а тыльный — 340–286 НВ [7, Л. 65, 66].

Эксперименты по этой теме продолжались еще какое-то время.

Институт высоко оценивал останавливающие способности брони, закаленной ТВЧ, но считал (вполне обоснованно), что в условиях военного времени промышленная инфраструктура Урала (а именно этот регион с конца 1941 г. стал основной базой советского танкостроения и броневое проката) не сможет справиться с массовым производством односторонне закаленной брони. Этому мешали дефицит гибочного оборудования и трудности в создании дееспособной закалочной установки промышленного класса на фоне массового дефицита электроэнергии в регионе [8]. Именно в силу экономических причин в условиях войны так и не был реализован на практике проект танковой брони, односторонне закаленной ТВЧ.

Создание гомогенной брони средней твердости для тяжелого танка КВ

Основным видом бронирования для советских танков уже с середины 1930-х годов стала гомогенная броня. Именно ее получили все новые модели бронированных машин, принятые на вооружение с конца 1939 г. Среди них оказался и новый танк прорыва КВ (рис. 2). Классическая



Рис. 2. Тяжелый танк КВ-2, экспозиция Музея боевой славы Урала в Верхней Пышме

конструкция танка появилась не сразу, а прошла трансформацию серии более массивных прототипов (Т-100 и СМК), для которых специалисты броневое отдела Ижорского завода разработали гомогенную катаную броню средней твердости толщиной 60–75 мм.

Для обеспечения защиты от снарядов крупного (дивизионного) калибра была необходима достаточная ударная вязкость α_H , предотвращавшая раскалывание броневых плит в случае попадания снаряда, обладающего значительной собственной массой и высокой энергией.

Советские металлурги и металловеды уже получили опыт работы с броней высокой твердости. С конца 1930-х годов на Мариупольском заводе шел процесс создания брони для средних бронемашин. В итоге в 1940 г. новый танк Т-34 получил серийную высокопрочную броню марки 8С. Несмотря на выдающиеся показатели бронестойкости, она имела ряд серьезных недостатков, которые в основном были обусловлены ее сложным химическим составом: значительное развитие шиферности и слоистости излома, повышенная флокеночувствительность, высокая склонность к образованию трещин при сварке и правке бронедеталей, предрасположенность к хрупкостным поражениям в случае неточного соблюдения технологического процесса изготовления брони. Повышенное содержание кремния в составе брони марки 8С приводило к ее охрупчиванию, причем в большом диапазоне температур отпуска стали.

Именно в силу отдельных недостатков брони танка Т-34 продолжался процесс изысканий альтернативы для брони 8С. В результате исследований, проведенных на Ижорском заводе в отношении хромо-никель-молибденовых сталей с целью применения их для брони высокой твердости, наилучшие результаты были получены для марки ФД-5822 (табл. 1). [2, 6, 9, 10]. Сталь имела удовлетворительные механические свойства (высокую бронестойкость, отсутствие затруднений в ходе сварки и обработки деталей), но первоначально обладала повышенным содержанием Cr (до 2,3 %), что затрудняло ее выплавку в основных мартеновских печах и требовало введения малоуглеродистого феррохрома. Сокращение содержания Cr (в пределах 1,5–2,0 %) и повышение содержания Ni привели к значительному улучшению ее характеристик. Были изучены механические свойства

Таблица 1

Химический состав марок броневой стали [2, 6, 9, 10]

Марка	Содержание элементов, %							
	C	Si	Mn	S	P	Cr	Ni	Mo
ФД-5732	0,27	0,24	0,44	0,020	0,020	1,67	1,30	0,18
ФД-7954	0,32–0,36	0,15–0,35	0,30–0,50	≤0,025	≤0,030	2,30–2,70	2,20–2,70	0,30–0,45
Корабельная броня (66–100 мм)	0,32–0,38	0,18–0,35	0,30–0,50	≤0,030	≤0,035	2,30–2,80	1,20–1,60	0,30–0,40
42С (ФД-6933)	0,26–0,32	0,15–0,35	0,30–0,50	≤0,030	≤0,030	2,30–2,70	1,00–1,50	0,22–0,30
49С (ФД-6633)	0,26–0,32	0,15–0,35	0,30–0,50	≤0,025	≤0,030	1,80–2,30	1,00–1,50	0,22–0,30
Броня Mk.III «Valentine» (60 мм)	0,31–0,37	–	–	0,40–0,57	0,017–0,20	0,027–0,037	3,20–3,50	0,40–0,48
Броня Pz.Kpfw VI «Tiger»	0,44–0,56	0,30–0,45	0,50–0,90	Н. д.	Н. д.	1,80–2,50	до 5,00	0,40–0,60

и вид излома стали ФД-5732 в высоко- и низкоотпущенном состоянии, определены оптимальные температуры высокого и низкого отпусков. При закалке катаной брони ФД-5732 на высокую твердость она давала запас бронестойкости по сравнению с катаной броней 8С [6, С. 17]. Эту сталь использовали для изготовления бронекорпусов перспективного легкого танка Т-50.

Дальнейшее развитие работ по хром-никель-молибденовой броне привело сотрудников броневой лаборатории Ижорского завода к созданию брони средней твердости, впоследствии нашедшей применение на танках серии КВ. Гомогенная броня средней твердости для танка КВ была разработана в 1936–1938 гг. коллективом работников броневой лаборатории Ижорского завода, который в 1939 г. стал основой для создания ЦНИИ-48. Броню создавали под руководством А. С. Завьялова, В. А. Делле, М. Я. Герасимова [6, С. 18].

Более вязкая и, следовательно, мягкая, она должна была обладать большей толщиной (в сравнении с броней высокой твердости) чтобы оказывать должное сопротивление пробитию. Именно неудовлетворительные результаты по α_n брони высокой твердости против высокоинерционных снарядов крупного калибра обусловили выбор брони средней твердости для создания защиты перспективного тяжелого танка КВ.

Более того, технологический процесс обработки такой брони позволял механически обрабатывать детали танкового корпуса уже после их окончательной ТО. Это исключало отбраковку деталей по металлургическим показателям, позволяло производить взаимозаменяемые броневые детали (исключались случаи изменения размеров готовых деталей в связи с закалкой), благодаря ее пластичности можно было производить загиб уже термически обработанных деталей.

Исключительным преимуществом гомогенной брони средней твердости была нечувствительность к трещинообразованию (в отличие от брони высокой прочности). Непосредственно после закалки в металле возникало большое остаточное напряжение (могло достигать 100–120 кг/см²). В процессе отпуска в броне высокой твердости значительная часть напряжения сохранялась, тогда как в броне средней твердости напряжение снималось почти полностью [11].

Также металл брони средней твердости, подвергавшийся после закалки высокому отпуску, не был подвержен эффекту старения сварных швов (в отличие от брони высокой твердости, в нормальных температурных условиях эксплуатации танковых корпусов со временем не было отмечено появления трещин). Контроль качества брони средней твердости также был более легким и давал более надежные результаты по излому стали после высокого отпуска. Ввиду более высокой пластичности металла брони средней твердости случайные отклонения по качеству сказывались менее значительно.

Итогом изыскательских работ по созданию брони танка КВ стало появление брони средней твердости под маркой ФД-7954 (см. табл. 1).

Ее химический состав практически совпадает с составом корабельной брони толщиной 66–100 мм, широко использовавшейся в бронировании легких крейсеров. Можно отметить,

что толщина основного броневых пояса крейсеров «Красный Кавказ» и «Червона Украина» составляла 75 мм, т. е. соответствовала толщине брони КВ в вертикальной проекции. Для менее ответственных участков предписывали броню меньшей толщины. Надо полагать, что значительный опыт Ижорского завода в создании и производстве корабельной брони помог в освоении и сравнительно быстрой разработке танковой брони средней твердости.

Таким образом, выбор брони средней твердости для танка КВ был сделан его создателями совершенно сознательно, исходя из следующих соображений:

- технологические особенности изготовления брони средней твердости, которые определяют ее преимущества перед броней высокой твердости;
- требования обеспечения защиты танка КВ от крупнокалиберных боеприпасов привели к необходимости повышения толщины брони до 75 мм, что позволило реализовать сильные (с технологической точки зрения) стороны брони средней твердости, бронестойкость которой ниже, чем у брони высокой твердости соответствующей толщины.

Важным требованием к гомогенной броне средней твердости является достаточно высокая пластичность. Это качество проверяли по характеру излома проб брони. Вид излома, как известно, связан с механическими свойствами стали, однако эта характеристика является качественным параметром и в производственной практике встречаются случаи смешанного характера излома с сочетанием волокнистых и кристаллических участков. Преимущественно волокнистое строение излома свидетельствует о высокой доли пластической составляющей, в то же время наличие кристаллических участков указывает на хрупкое поведение излома, и такая броня будет подвержена хрупким поражениям. Вид излома служил наиболее существенной характеристикой, по которой оценивали качество брони в заводских условиях.

На основе ФД-7954 совместными усилиями Ижорского завода и ЦНИИ-48 для серийного производства КВ была создана новая марка — ФД-6933 (42С), отличавшаяся сниженным содержанием Ni. К примеру, броня германских тяжелых танков Pz.Kpfw VI «Тигр» превосходила броню танков КВ (42С) по содержанию никеля в 3 раза и более, а броня британского танка Mk.III «Valentine» содержала в 2–3 раза больше Ni. Однако необходимо отметить, что в британской броне было крайне мало Cr (0,01 %), но в броне 42С содержание Mo было в 2 раза меньше, чем в зарубежных аналогах (см. табл. 1).

Технические условия для брони средней твердости указывали значение твердости по диаметру отпечатка Бринелля $d_{10} = 3,35\text{--}3,60$ мм (331–285 НВ). Именно такие значения с небольшим разбросом приведены в отечественной литературе [6, С. 24, 161]. Авторам неизвестны данные современных измерений твердости и других металлургических характеристик брони танка КВ. Американские экспериментальные данные периода Второй мировой войны, полученные в результате испытаний танка КВ, дают меньшие значения твердости 239–290 НВ) для советской катаной брони толщиной 75 мм. Для сравнения — твердость американской брони толщиной 63 мм составляла 240–275 НВ [12].

Начало Великой Отечественной войны привело к быстрой потере и выходу из строя основных мощностей танковой промышленности, созданных в 1930-е годы. Деятельность довоенных кадровых броневых заводов в Ленинграде и Мариуполе была нарушена ходом боевых действий. Мариуполь был захвачен немецкими войсками в сентябре 1941 г., а Ижорский завод прекратил работу в связи с блокадой города. Это заставило СССР осенью 1941 г. развернуть броневое производство на основных восточных заводах Народного комиссариата черной металлургии (НКЧМ) — Магнитогорском металлургическом комбинате (ММК), Кузнецком металлургическом комбинате (КМК) и Нижнетагильском металлургическом заводе (НТМЗ). Резкий рост объемов броневое производство на гражданских металлургических предприятиях привел к значительным изменениям в технологическом процессе. Так, выплавку стали проводили в основных мартеновских печах большой емкости (120–180 т) без использования диффузионного раскисления, что ускорило процесс выплавки на 1,5–2 ч. Также был увеличен вес слитков, а закалку бронелистов и бронедеталей начали осуществлять в воде.

Дальнейшее развитие технологии производства брони средней твердости протекало по направлению совершенствования режимов ТО и оптимизации химического состава при сохранении заданных механических свойств с целью более эффективной экономии дефицитных легирующих материалов и улучшения экономических показателей производства.

В годы войны основные восточные металлургические заводы (ММК, КМК и НТМЗ) были сосредоточены, прежде всего, на выпуске броневое проката. В этих условиях снижение расхода легирующих элементов для изготовления брони приобретало важнейшее значение. Острый дефицит ферросплавов и легирующих материалов ускорил проведение исследований и разработок в области оптимизации химического состава брони средней и высокой твердости в период с 1941 по 1942 г. Специалисты НИИ-48, работая совместно с представителями ведущих предприятий НКЧМ и металлургических заводов танковой промышленности, открыли взаимосвязь между природой волокнистого и кристаллического излома металла и скоростью его охлаждения при закалке. Более интенсивное охлаждение при закалке позволило снизить общий уровень легирования броневой стали по Cr и Ni без ухудшения качества брони [6, С. 106].

Именно поэтому все первые месяцы военного периода не останавливался процесс поиска возможности снижения легирования серийной брони для танка KB. Листовой прокат

основных броневых листов толщиной более 60 мм вплоть до середины 1944 г. изготавливал только ММК. Следовательно, именно от его функционирования и результатов исследовательских работ напрямую зависело состояние и дальнейшее совершенствование броневое производства для корпусов тяжелых танков. Работы по поиску оптимального химического состава совместно с ММК проводили НИИ-48 и Уральский завод тяжелого машиностроения (основной изготовитель бронекорпусов KB, г. Свердловск). Было отлито и прокатано несколько плавок со сниженным содержанием Cr и частично Mo, которые прошли нормальный цикл ТО и полигонные испытания. В результате исследований было установлено, что в случае уменьшения содержания этих элементов каких-либо затруднений с переходом металла на волокно не возникает, а стандартная ТО вполне обеспечивает получение кондиционной твердости при удовлетворительном виде излома. После чего химический состав серийной стали для тяжелых танков был изменен, и с 1942 г. катаную броню KB изготавливали под маркой 49С (ФД-6633) [9]. Основные механические свойства этой брони приведены в **табл. 2** в сравнении с броней высокой твердости 8С.

Как видно из табл. 2, броня средней твердости 49С обладает более высокой α_H по сравнению с 8С, что и обеспечивает высокую стойкость к хрупкому разрушению. Однако предел прочности (временное сопротивление) при этом уменьшается.

Выводы

В течение 1930-х годов в СССР проводили изыскания по поиску оптимальной марки броневой стали для танков. Последовательно были отвергнуты различные типы гетерогенной брони: двухкомпонентная, цементированная и закаленная ТВЧ. Неудачный опыт серийного выпуска двухкомпонентной брони был вызван дефицитом оборудования и квалифицированных кадров на металлургических предприятиях. В случае цементированной брони не удалось продвинуться дальше экспериментальной работы и получить положительные результаты. Наиболее перспективным выглядел вариант односторонней закалки ТВЧ. Однако в начале Великой Отечественной войны бронепрокатные мощности СССР были перемещены в восточную часть страны, где все военные годы ощущался острый дефицит электроэнергии. Именно поэтому не удалось запустить этот метод в серийное производство.

Параллельно советские металлурги и металловеды разрабатывали марку стали гомогенной катаной брони для новых тяжелых танков серии KB. В результате в серийное

Таблица 2

Механические свойства броневых сталей 49С и 8С

Марка брони	Предел прочности σ_B , кг/мм ²	Относительное удлинение δ , %	Относительное сужение Ψ , %	Ударная вязкость α_H , Дж/см ²	Диаметр отпечатка d_{10} , мм
49С	110–95	12–15	50–60	8–10	3,4–3,6
8С	170–145	10–13	45–60	5–8	2,9–3,15

производство была запущена гомогенная сталь средней твердости 42С (ФД-6933), отличавшаяся относительно низким содержанием легирующих элементов и высокой технологичностью в производстве. При толщине 75 мм она обладала удовлетворительными для брони свойствами, способными останавливать снаряды калибром до 75 мм и более. Однако дальнейшие опытные работы показали, что при снижении содержания Сг сохраняются все положительные свойства брони. Поэтому с 1942 г. тяжелые танки серии KV стали оснащать новым вариантом катаной брони средней твердости — 49С (ФД-6633). ЧМ

Металловедческая часть работы выполнена в рамках программы «Спин».

Библиографический список

1. *Запарий Вас. В., Запарий В. В.* Отраслевая наука танкопрома в годы Великой Отечественной войны: вклад в решение задач инженерно-технической оптимизации броневое производство в 1941–1945 гг. // *Черные металлы*. 2019. № 10. С. 72–76.
2. *Орыщенко А. С., Цуканов В. В., Савичев С. А., Милейковский А. Б., Нигматулин О. Э.* Гомогенная броня в СССР в период 1920–1947 гг. // *Вопросы материаловедения*. 2018. № 4. С. 221–239.
3. Становление оборонно-промышленного комплекса СССР (1927–1937). Т. 3. Ч. 2 (1933–1937): сборник документов / под ред. А. А. Кольтюкова. — М.: ООО «Издательство ТЕРРА», 2011. — 944 с.
4. *Сорокина Т. В.* и др. Оборонно-промышленный комплекс СССР накануне Великой Отечественной войны (1938–июнь 1941 г.). Т. 4.: сборник документов / под редакцией А. К. Соколова. — М.: Книжный Клуб Книговец, 2015. — 1120 с.
5. Письмо заведующего отделом машиностроительной промышленности Ленинградского Горкома ВКП (б) М. В. Басова первому секретарю Ленинградского Горкома ВКП (б) // Центральный государственный архив историко-политических документов Санкт-Петербурга. Ф. 25. Оп. 13-а. Д. 77.
6. *Орыщенко А. С., Цуканов В. В., Нигматулин О. Э.* и др. Сила брони. О танковой броне в 1920–1945 гг. Вклад ЦНИИ-48: Историко-научное повествование. — СПб.: АНО ЛА «Профессионал», 2019. — 326 с.
7. *Завьялов А. С.* Предварительные технические условия на броню, закаленную при помощи токов высокой частоты // Центр документации общественных организаций Свердловской области. Ф. 4. Оп. 31. Д. 198.
8. *Гречко Н. П.* Справка о закалке танковой брони токами высокой частоты // Центр документации общественных организаций Свердловской области. Ф. 4. Оп. 31. Д. 198.
9. Танкостроение на Уральском заводе тяжелого машиностроения. Том III. Организация бронекорпусного производства // Государственный архив Свердловской области. Ф. Р-262. Оп. 1. Д. 69.
10. Научно-исследовательская тема НИИ-48 «Разработка брони и технология ее изготовления для новых тяжелых танков «ИС» и самоходных пушек «ИС-152» (1943 г.) // РГАЭ. Ф. 8756. Оп. 7. Д. 75.
11. Научно-исследовательская тема НИИ-48 «Новый тип брони. Высокоотпущенная броня высокой твердости» (1943 г.) // Российский государственный архив экономики (РГАЭ). Ф. 8756. Оп. 7. Д. 21.
12. *Bird L. R., Livingston R. D.* *Armor and Gunnery* // Overmatch Press. 2001. P. 136.

“Chernye metally”, 2023, No. 5, pp. 82–87
DOI: 10.17580/chm.2023.05.13

History of the creation of armor for the Soviet heavy KV tank

Information about authors

N. N. Melnikov, Cand. Hist., Researcher¹, e-mail: meln2011kit@gmail.com;

Vas. V. Zaparyi, Cand. Hist., Associate Professor, Researcher¹,
e-mail: pantera.zap@gmail.com;

V. V. Zaparyi, Dr. Hist., Professor, Dept. of History and Social Technologies²,
e-mail: vzap@mail.ru;

B. A. Gizhevsky, Cand. Eng., Senior Researcher³, e-mail: gizhevskii@imp.uran.ru

¹ Institute of History and Archeology, Ural Branch of the Russian Academy of Sciences, Ekaterinburg, Russia.

² Ural Federal University, Ekaterinburg, Russia.

³ M. N. Mikheev Institute of Metal Physics, Ural Branch of the Russian Academy of Sciences, Ekaterinburg, Russia.

Abstract: Since the mid 1930-s soviet metallurgists made lot efforts for creation the optimal tanks hull armor system. Due to irresistible technological difficulties, all plans about mass production of heterogeneous armor were rejected. Therefore, the new soviet tanks, designed in the pre-war period, received homogeneous armor of high (T-40 and T-34) or medium (KV) hardness. The armor system of the new heavy tank of the KV series was based on the 42S steel grade. It was distinguished by high manufacturability, acceptable mechanical properties. The relatively low content of scarce alloying elements made this steel inexpensive in fabrication, which made it possible to deploy mass production of armor for Soviet heavy tanks even under the most difficult conditions of evacuation to the Urals.

Key words: tank building, the Great Patriotic War, armor of medium hardness, armor 42S, metallurgy, economics, NII-48.

The metallurgical part of the work was carried out within the framework of the Spin program.

References

1. Zaparyi Vas. V., Zaparyi V. V. Industrial science of the tank industry during the Great Patriotic War: contribution to solving problems of engineering and technical optimization of armored production in 1941–1945. *Chernye Metally*. 2019. No. 10. pp. 72–76.
2. Oryshenko A. S., Tsukanov V. V., Savichev S. A., Mileykovskiy A. B., Nigmatulin O. E. Homogeneous armor in the USSR in the period 1920–1947. *Voprosy materialovedeniya*. 2018. No. 4. pp. 221–239.
3. Formation of the military-industrial complex of the USSR (1927–1937). Vol. 3. Part 2 (1933–1937): collection of documents. Edited by A. A. Kolyukov. Moscow: Izdatelstvo TERRA, 2011. 944 p.
4. Sorokina T. V. et al. Defense-industrial complex of the USSR on the eve of the Great Patriotic War (1938–June 1941). Vol. 4: collection of documents. Edited by A. K. Sokolov. Moscow: Knizhny Klub Knigovok, 2015. 1120 p.
5. Letter from M. V. Basov, head of the Machine-Building Industry Department of the Leningrad City Committee of the All-Union Communist Party of Bolsheviks, to the First Secretary of the Leningrad City Committee of the All-Union Communist Party of Bolsheviks. *Central State Archive of Historical and Political Documents of St. Petersburg*. Fund 25. List 13-a. File 77.
6. Oryshenko A. S., Tsukanov V. V., Nigmatulin O. E. et al. Armor strength. About tank armor in 1920–1945. Contribution of TsNII-48: Historical and scientific narration. Saint Petersburg: ANO LA "Professional", 2019. 326 p.
7. Zavyalov A. S. Preliminary specification for armor hardened with high frequency currents. *Center for Documentation of Public Organizations of the Sverdlovsk Region*. Fund 4. List 31. File 198.
8. Grechko N. P. Information about the hardening of tank armor with high-frequency currents. *Center for Documentation of Public Organizations of the Sverdlovsk Region*. Fund 4. List 31. File 198.
9. Tank building at the Ural Heavy Engineering Plant. Volume III. Organization of armored hull production. *State Archive of the Sverdlovsk Region*. Fund P-262. List 1. File 69.
10. Research theme of NII-48 "Development of armor and technology for its manufacture for new heavy tanks "IS" and self-propelled guns "IS-152" (1943). *Russian State Archive of Economics*. Fund 8756. List 7. File 75.
11. Research theme NII-48 "A new type of armor. High tempered armor of high hardness" (1943). *Russian State Archive of Economics*. Fund 8756. List 7. File 21.
12. Bird L. R., Livingston R. D. *Armor and Gunnery*. Overmatch Press. 2001. p. 136.