



**ТАНКИ**

Книга «Танки» состоит из трех частей. В первой части рассматривается история создания первого в мире танка, спроектированного и построенного нашим соотечественником А. А. Пороховщиковым. Показывается становление и развитие советских танковых войск, роль и место танков во второй мировой войне, на убедительных примерах раскрывается то, что советские танки были лучшими танками второй мировой войны. Заключительная глава первой части посвящена послевоенному развитию нашей танковой техники.

Во второй части книги рассказывается об общем устройстве танков Т-54 и ПТ-76, их вооружении, силовой установке, силовой передаче, ходовой части, оборудовании.

Третья часть посвящена вопросам применения танков в современном бою. Излагаются правила стрельбы из танкового вооружения и вождения танков, принципы организации их технической эксплуатации.

Книга рассчитана на широкий круг читателей, интересующихся танковой техникой, современным ее состоянием, но прежде всего на молодежь, готовящуюся к службе в Советской Армии и избравшую почетную профессию танкиста.

Главы I, II, III, IV, VIII, IX, X, XII книги написал полковник-инженер Косырев Е. А. (руководитель авторского коллектива); главы V, VI, VII, XIII, XIV — полковник-инженер Орехов Е. М.; главу XI — полковник Фомин Н. Н.



**В** составе наших славных Вооруженных Сил есть род войск, создание и становление которого теснейшим образом связано с именем В. И. Ленина.

На заре Советской власти, когда молодая Красная Армия отражала бешеный натиск интервентов и белогвардейцев, Владимир Ильич Ленин неоднократно указывал на необходимость широко использовать в боевых действиях бронированные средства вооруженной борьбы: бронепоезда, бронев автомобили и танки. Создатель Красной Армии В. И. Ленин требовал учиться военному делу настоящим образом и особенно «усердно обучаться пулеметному, артиллерийскому, броневому делу...».

Советские танковые войска прошли большой и славный путь. Их боевая мощь, а также стойкость и отвага советских танкистов были испытаны еще до Великой Отечественной войны — в боях с фашизмом в Испании, в вооруженных столкновениях с агрессорами у озера Хасан и реки Халхин-Гол, на Карельском перешейке.

В ходе Великой Отечественной войны, пожалуй, не было сколько-нибудь крупного сражения, в которое танковые войска не внесли бы своего порой решающего вклада. Обладая высокой маневренностью и ударной силой, они взламывали вражескую оборону, вели стремительное наступление, рассекали и окружали группировки противника, с ходу громили его резервы. Так было в битве под Сталинградом и в сражениях на Курской дуге, на полях Правобережной Украины и в Белоруссии, в операциях на Висле и Одере, в битве за Берлин и при освобождении Праги. Так было и на Дальнем Востоке в боях с войсками империалистической Японии.

Особенно большая роль в минувшей войне принадлежала крупным танковым объединениям и соединениям. Сохраняя высокие темпы наступления, достигавшие в ряде случаев многих десятков километров в сутки, они стремительными ударами сметали вражеские войска. Сокрушающая сила танковых ударов в ходе войны непрерывно возрастала. Если в нашем контр наступлении под Москвой в 1941 г. участвовало лишь несколько сотен танков, то в Берлинской операции в 1945 г. на врага обрушилась более чем шеститысячная лавина советских танков и самоходно-артиллерийских установок.

В ходе войны закалялся и мужал личный состав бронетанковых войск, умножалось боевое мастерство командного состава, росло искусство танковых военачальников. Символом вечной славы советских танкистов являются многочисленные танки-памятники, установленные во многих, в том числе и зарубежных, городах, на местах крупных танковых сражений.

Благодаря постоянной заботе Коммунистической партии, выдающимся достижениям в развитии социалистической экономики, науки и техники в наших Вооруженных Силах и в том числе танковых войсках произошли значительные качественные изменения. Ныне советские танковые войска стали еще более сильными и могучими. Наша армия имеет в своем составе такие танковые соединения, которые по своей организации, количеству и качеству техники, по маневренности и ударной силе, а также по обученности личного состава значительно превосходят танковые и механизированные корпуса времен минувшей войны.

Советское военное искусство по-прежнему признает за танковыми войсками роль главной ударной и маневренной силы Сухопутных войск. Обладая высокой мобильностью, мощным огнем и повышенной противоядерной стойкостью, они способны совершать быстрые передвижения, стремительно преодолевать зоны заражения, вести боевые действия в высоких темпах и на большую глубину в любых условиях, в любое время года и суток.

В танковых войсках несут службу глубоко преданные социалистической Родине, делу коммунизма воины. Они имеют высокую профессиональную подготовку.

Современный танк — это комплекс сложных механизмов и агрегатов. В нем находят широкое применение автоматика и полуавтоматика. Чтобы мастерски водить танк, постигнуть искусство меткой стрельбы, требуются глубокие технические знания.

Но знания — только одна сторона дела. Необходимы еще высокие моральные и физические силы. Ведь прежде чем вступить в бой, танкистам приходится совершать длительные марши по бездорожью, в дождь, туман, метель, преодолевать и различные препятствия — заболоченные участки, овраги, крутые подъемы и спуски. На пути может встать река — и тогда надо вести танк под водой. Для всего этого, кроме хороших знаний, нужны стальные мускулы и железная воля.

Если говорить об инициативе, выдержке, решительности, то этими качествами должны обладать воины всех родов войск. Однако для танкистов, боевая деятельность которых проходит всегда в сложных условиях, они особенно важны. От членов экипажа боевой машины требуются большая слаженность, четкость, согласованность во всех действиях.

Опыт показывает, что наиболее успешно выполняют эту задачу те воины, которые еще до прихода в ряды армии участвуют в работе технических кружков и школ ДОСААФ СССР, изучают боевую технику и вооружение, серьезно готовятся к выполнению воинского долга.

Молодым советским патриотам, которые решили стать танкистами, посвящена эта книга; в ней весьма подробно рассматривается становление и развитие советских бронетанковых войск, современное состояние отечественной танковой техники, рассказывается о действиях танков в бою.

**СОЗДАНИЕ И РАЗВИТИЕ ТАНКОВ**

Одной из движущих сил развития средств вооруженной борьбы является стремление переложить на технические устройства как можно больше функций, выполняемых человеком в бою. Так, носимое оружие в свое время заменяется возимым, метательное — огнестрельным. Век от века увеличивается огневая мощь и мобильность средств нападения, улучшается их защищенность от поражения, поскольку функция управления ими сохраняется за человеком. Но в ответ совершенствуются и средства защиты. Этот непрерывный и взаимосвязанный процесс, его называют иногда состязанием между средствами нападения и средствами защиты, приводит в конце концов к тому, что на полях сражения появляется танк — вооруженная, бронированная, самодвижущаяся гусеничная машина, честь создания которой принадлежит России.

Весь ход развития военной техники подводит к мысли о том, что идея создания танка уходит своими корнями в далекое прошлое. Материальное же воплощение эта идея смогла получить лишь на определенном уровне развития науки, техники и промышленного производства. «Вооружение, состав, организация, тактика и стратегия, — отмечал Ф. Энгельс, — зависят прежде всего от достигнутой в данный момент ступени производства...». В то же время только идей и только возможностей производства отнюдь недостаточно для того, чтобы то или иное усовершенствование, предназначенное для применения в военных целях, было претворено в жизнь. Необходимо еще спрос. Необходимо, чтобы военные руководители убедились в том, что предлагаемое применимо в данный период, что его использование сулит реальные военные выгоды.

В конце XIX и начале XX столетия уровень развития промышленности крупнейших капиталистических государств позволил организовать производство машинной боевой техники — танков. Потребность же в новом виде боевой техники военными ведомствами большинства стран осознана не была. Ничем иным нельзя объяснить весьма скептическое отношение их представителей к предлагаемым во все большем количестве проектам танков.

Косность буржуазных военных специалистов, их неспособность дать правильную оценку не только перспективам, но и совершенно конкретным последствиям развития автоматического стрелкового оружия и артиллерии, привели к своеобразному кризису в военном деле, к так называемому позиционному тупику. Ведь уже к концу XIX века возможности оборонявшейся стороны резко возросли,

и в ходе русско-японской войны 1904—1905 годов проявились первые симптомы кризиса — все большее насыщение войск пулеметами и артиллерийскими орудиями делало оборону почти неприступной для пехоты. Ну а во время первой мировой войны воюющие стороны очень быстро оказались в позиционном тупике. Удачно выбранные и хорошо подготовленные в инженерном отношении к тому же насыщенные автоматическим стрелковым и артиллерийским оружием позиции оборонявшихся были для атакующих совершенно недосыгаемыми. Только тогда буржуазные военные специалисты убедились в необходимости создания и применения вооруженных подвижных и надежно защищенных от огня противника средств нападения, которые могли бы следовать в боевых порядках атакующей пехоты, прикрывать огнем ее действия и подавлять сопротивление противника.

В силу ряда объективных причин танк в те годы не стал массовым оружием и поэтому не оказал революционизирующего влияния на ход войны. Военная техника, как известно, может привести к изменению способов ведения боевых действий лишь в случае ее массированного применения. Так проявляется один из законов диалектики — закон перехода количества в качество. Производство танков приняло массовый характер к началу второй мировой войны, и танковые войска заняли ведущее место в составе вооруженных сил крупнейших государств мира. В ходе войны шел процесс бурного технического совершенствования бронетанковой техники, а ее массированное применение придало боевым действиям исключительно маневренный, динамичный характер.

Танки сохранили свое значение и в современных условиях, когда основой боевой мощи вооруженных сил стало ракетно-ядерное оружие. Современные боевые машины отличаются высокой степенью совершенства. В конструкции многочисленных деталей, узлов, агрегатов воплощены лучшие достижения человеческой мысли. В них неизменно проявляется и преемственность технических решений, найденных на ранних этапах развития танковой техники и в своем большинстве принадлежавших нашим соотечественникам. Таким образом история развития танков помогает нашим современникам получить ясное представление о прошлом, настоящем и будущем этого грозного вида боевой техники.

# Глава I. РОЖДЕНИЕ ТАНКА

## 1. ОТ ИДЕЙ К ПРОЕКТАМ

### Технические предпосылки создания танка

Танк — оружие машинного периода войн — впитал в себя наиболее выдающиеся достижения науки, техники и производства минувшего периода. К числу таких достижений прежде всего относятся те, исполь-

зование которых позволило, во-первых, создать самодвижущуюся повозку, отличающуюся высокой проходимостью, и, во-вторых, вооружить эту повозку и защитить ее прочной броней. Заслуживающие реализации изобретения в ряде отраслей машинной техники принадлежат представителям многих стран мира. Дстойное, а часто и ведущее место среди них занимают наши соотечественники.

**Механический двигатель.** Первая в мире паровая машина русского механика И. Ползунова была запатентована еще в 1763 году. Но реальная возможность снабдить самодвижущуюся повозку удовлетворительным транспортным двигателем появилась лишь с изобретением двигателя совершенно иного типа — двигателя внутреннего сгорания. У первого подобного двигателя, разработанного в 1860 году, горение топлива (светильного газа) происходило внутри цилиндров. Вскоре начинаются поиски конструкции, позволявшей использовать жидкое топливо. В 1883 году прошел испытания первый транспортный бензиновый двигатель Г. Даймлера, а через два года выдается патент на двухцилиндровый двигатель, мощность которого при 800 оборотах в минуту составляла 0,75 л. с.

В 1887 году наш соотечественник Ягодзинский изобрел мощный бензиновый двигатель. Рабочую смесь в его цилиндрах воспламеняла электрическая искра. В 1888—1892 годах моряк русского флота О. С. Костович предложил для сконструированного им же дирижабля «Россия» проект легкого бензинового двигателя внутреннего сгорания с карбюратором и электрической системой зажигания. Этот двигатель и поныне хранится в московском Центральном доме авиации и космонавтики имени М. В. Фрунзе.

Двигатели Ягодзинского и Костовича имели Н-образное, горизонтальное расположение цилиндров. Инженер Б. Г. Луцкой в те же годы построил двигатель с вертикально расположенными цилиндрами, а несколько позже создал четырех- и шестицилиндровые двигатели. Таким образом, к концу XIX столетия было разработано и прошло проверку целое семейство карбюраторных двигателей внутреннего сгорания, получивших впоследствии применение на первых танках.

**Гусеничный движитель.** Поисками движителя высокой проходимости занимались изобретатели многих стран. Но наиболее удачное техническое решение предложил штабе-капитан русской армии

Д. Загряжский. 12 марта 1837 года он представил проект «экипажа с подвижными колеями», представлявшего собой тележку, снабженную металлическими многозвенчатыми шарнирными гусеничными лентами. Переброшенные с передних колес на задние, они способствовали распределению давления экипажа на большую площадь грунта, что обеспечивало резкое повышение проходимости по бездорожью. Загряжский предусмотрел и винтовые механизмы для натяжения гусеничных лент. Подобные механизмы — неотъемлемая принадлежность современных танков.

В 1839 году выдается еще один патент на гусеничный движитель: «переносную и подвижную железную дорогу с грузовым снарядом, катящимся по настилающейся всюду подвижной дороге», и на этот раз российскому изобретателю В. Тертеру. В 1878 году достойную оценку получает проект и опять-таки нашего соотечественника штабс-капитана артиллерии С. Маевского. Он предложил способ передвижения поездов и повозок по «особого устройства бесконечной цепи». Интересно то, что в конструкции гусеничного движителя Маевским предусмотрен механизм, который позволял менять силу тяги на гусенице, вводя в зацепление с валом двигателя шестерни различного диаметра. Этот механизм, по сути дела, выполнял функции современной коробки передач.

Проекты гусеничных движителей не оставались на бумаге. В 1878 году парходный машинист-самоучка Ф. А. Блинов — выходец из крестьян деревни Никольской Вольского уезда Саратовской губернии, получил патент на «особого устройства вагон с бесконечными рельсами». Через год изобретатель успешно испытал гусеничный движитель для этой машины, а в 1884—1887 годах построил гусеничный трактор с двумя паровыми двигателями, приводившими в движение гусеничные ленты. Меняя скорость вращения гусениц, Блинов осуществлял поворот машины. В 1888 году трактор Блинова вышел на испытания. За рубежом же машина аналогичной конструкции была запатентована год спустя.

Итак, соединив механический двигатель с гусеничным движителем, изобретатели получили самоходное транспортное средство, на базе которого вскоре создаются первые проекты боевых машин. Существенное место в этих проектах занимали вооружение и броневая защита.

**Вооружение.** Успехи в развитии этого неотъемлемого элемента боевой гусеничной машины были наиболее значительны. Не углубляясь в далекую историю, остановимся на событии, происшедшем в 1872 году. Решая ключевую проблему артиллерийской техники — проблему поглощения силы отдачи, возникающей в момент выстрела, наш соотечественник талантливый изобретатель В. С. Барановский сконструировал 2,5-дюймовую полевую пушку с противооткатными устройствами, состоявшими из гидравлического (масляного) тормоза отката и механического (пружинного) накатника. При выстреле такое орудие практически оставалось неподвижным. Лишь ствол по



специальным ползком откатывался назад, а затем плавно возвращался на свое место.

Барановский разработал пушку под унитарный патрон (снаряд и заряд, объединенные гильзой). Снабдил ее поршневым затвором с самовзводящимся ударным механизмом, винтовым подъемным и поворотным механизмами. Для наведения орудия конструктор использовал оптический прицел, изобретенный, кстати сказать, тоже нашим соотечественником А. К. Нартовым еще в первой половине XVIII века. Сочетание перечисленных элементов обеспечило пушке Барановского сравнительно высокую скорострельность. Все артиллерийские орудия, создававшиеся в последующем, в сущности являлись развитием конструктивных идей Барановского. В конце концов проектирование артиллерийских орудий было доведено до высшей степени совершенства и превратилось в развитую специальную науку, становлению которой способствовали труды Н. И. Лобачевского, П. Л. Чебышева, М. В. Остроградского, А. М. Ляпунова, А. В. Гадолина, Н. В. Маиевского, Н. А. Забудского и многих других русских ученых. Нельзя не вспомнить Д. И. Менделеева, который внес значительный вклад в создание совершенных артиллерийских порохов, А. А. Фадеева, В. Ф. Петрушевского, Н. И. Зинина и других, создавших для снаряжения снарядов бризантные взрывчатые вещества — пироксилин, мелинит и тротил.

Что касается развития автоматического стрелкового оружия, то следует сказать о том, что еще в XVI веке русские мастера создали первые многоствольные и многозарядные ружья. С появлением унитарного патрона конструируются так называемые картечники. В русско-турецкой войне 1877—1878 годов с успехом применялась картечьница В. С. Барановского, имевшая десять 11,4-мм стволов и производившая до 300 выстрелов в минуту.

В 1883 году с созданием пулемета — оружия, в котором для приведения в действие механизмов использовалась энергия пороховых газов, практически была решена проблема создания скорострельного автоматического оружия.

**Броня.** Ее первоначальное назначение — защищать экипаж и оборудование на кораблях военно-морского флота. В России строительство парового броненосного флота развернулось в XIX веке. Броню в те годы делали из мягкого железа, содержавшего всего 0,1—0,2 проц. углерода. Большой стойкости броневых листов пытались добиться за счет толщины. Уже в 1881 году на некоторых зарубежных кораблях толщина бронирования превысила 600 мм, что привело, естественно, к возрастанию их веса. Пробовали повысить стойкость брони, увеличивая не толщину, а содержание в ней углерода. Твердость брони увеличивалась, возрастала и хрупкость: при попадании снаряда броня растрескивалась.

В 80-х годах в России начали изготавливать двухслойные броневые листы: слой твердой углеродистой стали приваривали к слою

мягкого железа. Изобретенные к тому времени стальные снаряды легко пробивали и эту броню.

В 1893 году Обуховский завод освоил выпуск брони из никелевой стали, отличавшейся большой вязкостью и высокой сопротивляемостью воздействию снарядов. А в 1898 году на Ижорском заводе налаживается производство хромоникелевой цементированной брони. Цементация, как способ повышения стойкости броневых листов, была предложена еще в 1859 году на Урале мастером Златоустовских заводов В. С. Пятовым. Сущность этого способа в том, что тонкий поверхностный слой стальной плиты насыщался углеродом и приобретал твердость, а тыльный слой оставался вязким. В те годы цементированная броня толщиной 260 мм противостояла удару 210-мм снарядов.

В 1856—1859 годах В. С. Пятов предложил отказаться отковки стали паровыми молотами и изготавливать броневые плиты методом проката, что позволило бы значительно улучшить качество, увеличить производительность и удешевить производство брони. Тем не менее предложение Пятова в России так и не было оценено. Описание метода послали на консультацию за границу. И вот в 1863 году на Ижорском заводе начали катать броню по способу... англичанина Брауна, фактически реализовавшего русское изобретение.

Огромный вклад в металлургию сделан П. П. Аносовым, Д. К. Черновым, А. А. Ржешотарским и другими русскими учеными. Это им принадлежит заслуга в создании высококачественных легированных сталей, в разработке прогрессивных методов литья металлов и способов термической обработки броневых листов, обеспечивших их высокую снарядостойкость.

К концу XIX века рецептура и технология изготовления броневой стали, способной при сравнительно малой толщине противостоять воздействию пуль и бронебойных снарядов, были в основном отработаны.

Броня, скорострельное оружие, гусеничный движитель, двигатель внутреннего сгорания — все это к началу XX столетия, хотя и в разных областях техники, но уже применялось. Оставалось только скомпоновать в единой машине элементы, обеспечивающие ей подвижность и проходимость, огневую мощь и броневую защиту.

## **Первые проекты**

В ходе русско-японской войны 1904—1905 годов широкое применение получило автоматическое стрелковое оружие и скорострельная артиллерия. Оборонявшаяся сторона, укрываясь в окопах за проволочными заграждениями, плотным стрелково-пулеметным и артиллерийским огнем сковывала действия наступающей стороны. По сути дела появились первые зачатки позиционной войны, которые требовали пересмотра не только методов, но и средств преодоления обороны противника. Однако генеральные штабы крупнейших государств

и прежде всего российский правильных выводов не сделали. Более того, возможность позиционных форм войны отрицалась официально.

Иной точки зрения придерживались более дальновидные военные деятели и изобретатели. К началу войны русская армия имела некоторое количество автомобилей. Был приобретен первый опыт их использования в боевых условиях. И не удивительно, что участник русско-японской войны подьесаул Сибирского казачьего корпуса М. Накашидзе предложил бронировать и вооружить автомобиль. Несмотря на то, что побудительной причиной появления его проекта был боевой опыт, военное ведомство никаких мер для реализации в России предложения изобретателя не приняло. Бронеавтомобиль «по мысли и по проекту Накашидзе» изготовили во Франции и в 1905 году доставили в Россию. Его проходимость обеспечивалась высоким расположением корпуса над землей. К тому же комплект переносных раздвижных мостиков позволял ему преодолевать рвы шириной до 3 м. Корпус машины защищала 4,5-мм броня. Во вращающейся башне размещался пулемет. 3-тонный бронеавтомобиль развивал скорость до 50 км/час.

Бронеавтомобиль в 1906 году подвергли испытаниям, провели опытные стрельбы, а затем еще раз проверили его возможности на маневрах. Машину признали пригодной для разведки и организации связи под огнем противника, борьбы с атакующей кавалерией, а также для преследования отступающего противника. В акте отмечено, что бронеавтомобили «...имеют широкую будущность как вспомогательное средство в военном деле».

Да, только вспомогательным средством в бою могли стать бронированные машины, построенные на базе обычных колесных автомобилей. Недостаточная проходимость в условиях бездорожья, малая толщина бронирования и слабое вооружение из-за боязни превысить допустимый вес — все это вместе взятое не позволило превратить их в средство преодоления оборонительных линий, насыщенных пулеметами и артиллерией, прикрытых проволочными заграждениями. Не случайно конструкторы пошли по другому пути. Они стремились сделать машины вездеходными, а такое свойство им мог дать лишь гусеничный движитель.

В 1911 году инженер-кораблестроитель, специалист по разработке подводных лодок Василий Дмитриевич Менделеев — сын знаменитого ученого Д. И. Менделеева, приступил к созданию боевой вездеходной машины. С большим знанием дела подошел молодой ученый к решению этой новой, казалось бы, для него проблемы. Он с тщательностью отработал чертежи нескольких вариантов боевой машины, сделал все расчеты, составил подробную и доказательную объяснительную записку.

По одному, наиболее интересному для нас варианту (рис. 1) машина должна была весить 173,2 т, длина ее с пушкой составлять 13 м, высота с поднятой пулеметной башенкой — 4,45 м. Вооружить ее предполагалось 120-мм морской пушкой и пулеметом. Вооружение,

боекомплект (51 снаряд), силовая установка, силовая передача и другое оборудование, а также экипаж из восьми человек помещались внутри бронированного корпуса. Толщина его лобовой части достигала 150 мм, а бортовых и кормовых листов 100 мм.

В качестве силовой установки В. Д. Менделеев предложил использовать карбюраторный двигатель мощностью 250 л. с., который обеспечил бы максимальную скорость движения около 24 км/час. Бензиновые баки размещались в специальных изолированных отсеках, расположенных в кормовой части машины под днищем. В механической коробке передач предусматривалось четыре передачи для движения вперед и одна для движения назад.

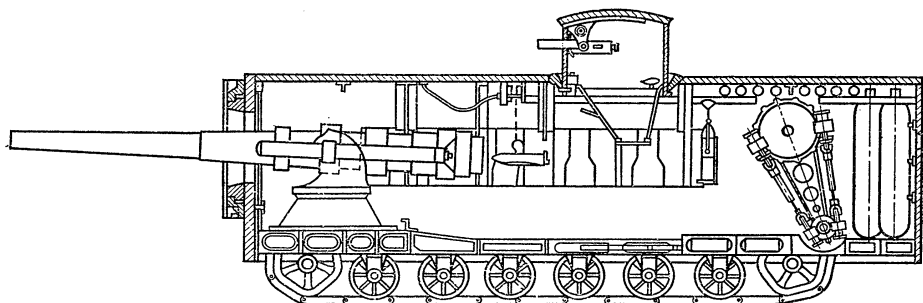


Рис. 1. Первый в мире проект танка (продольный разрез)

Ходовая часть состояла из гусеничного движителя с двумя металлическими гусеничными лентами и пневматической подвески. Конструкция подвески продумана в деталях. К корпусу машины крепились цилиндры, в которых перемещались поршни, связанные с опорными катками. Между цилиндром и поршнем образовывалась воздушная подушка, воспринимавшая колебания корпуса машины. Выпуская воздух из цилиндров, экипаж мог полуопустить бронированный корпус, в результате чего повышалась защищенность ходовой части. Во время стрельбы корпус рекомендовалось полностью опускать на грунт, чтобы разгрузить ходовую часть от нагрузок, возникавших в момент выстрела.

С помощью пневматических устройств предполагалось регулировать натяжение гусениц, поднимать и опускать пулеметную башенку, механизировать подачу боеприпасов к орудию. Разработанные конструктором пневматические сервоприводы облегчали управление всеми агрегатами силовой передачи. Снабжать пневматические устройства сжатым воздухом должен был специальный компрессор. Посты управления машиной, их было четыре, дублировались.

Автор проекта, учитывая значительный вес своей машины, предусмотрел возможность ее транспортировки по железнодорожному полотну своим ходом или паровозом.

Проект В. Д. Менделеева восхищает смелыми решениями, детальной продуманностью. Это был первый в истории проект боевой гусеничной машины высокой проходимости, позднее названной танком. Талантливому инженеру удалось на многие годы предвосхитить ряд серьезнейших конструктивных решений в области танкостроения. И вот такой проект, по существу открывавший новую эпоху в развитии средств вооруженной борьбы, российское военно-техническое управление назвало нереальным и забраковало.

Почти одновременно с В. Д. Менделеевым проект «броневоего автомобиля на гусеницах» — колесно-гусеничной боевой машины разработал поручик австро-венгерской армии Г. Бурштын. Пушка ее устанавливалась во вращающейся башне. Экипаж состоял из трех-четырёх человек. Скорость на колесах достигала 30, на гусеницах 6 км/час. Для преодоления рвов и ям шириной до 4 м предназначались специальные откидные приспособления, приводимые в действие из машины. Проект подобной боевой машины годом позже в английском военное министерство представил австралийский инженер Де Моль. В литературе можно встретить сведения еще об одном проекте, предложенном неизвестным английским гражданином. Однако все проекты квалифицировались как нечто по меньшей мере чудовищное.

Военные руководители и теоретики всех стран не давали себе труда полностью осознать изменения, которые произошли в военном деле в те годы. Совершенно не принимали во внимание факт появления массовых армий, рост экономического и технического потенциала. Упорно недооценивался опыт русско-японской войны, а возникновение в ее ходе позиционных форм борьбы рассматривалось как случайность. Поэтому недооценивались сила и возможности обороны и войска готовились главным образом к наступательным действиям. Главная тяжесть борьбы по-прежнему возлагалась на пехоту, вооруженную винтовками.

Расплата за столь вопиющую недалекость не замедлила последовать. Летом 1914 года европейский континент охватило пламя первой мировой войны. В действие были приведены многомиллионные армии, насыщенные артиллерией и автоматическим оружием.

Воюющие стороны рассчитывали на кратковременный характер войны. Однако ни одной из сторон не удалось создать общего превосходства в силах: Антанта (Англия, Франция, Россия) выставила 170 дивизий, Тройственный союз (Германия, Австро-Венгрия, Италия) — 167 дивизий. В ходе кампании 1914 года на западноевропейском театре военных действий каждая из сторон стремилась охватить фланги противника и не могла этого добиться, потому что наступавшие не имели превосходства в силах и средствах на решающих направлениях, а оборонявшиеся растягивали фронт боевых действий. Наступающая пехота, как правило, наталкивалась на губительный пулеметный огонь и немедленно залегала, начинала зарываться в землю. Постепенно фронт превращался в цепь сплошных траншей,

преодолеть которую невозможно было даже при поддержке артиллерии.

К исходу 1914 года маневренные действия на западноевропейском театре военных действий прекратились. Обе стороны на всем протяжении фронта, растянувшегося на многие сотни километров, перешли к позиционной обороне. Примерно такая же обстановка сложилась и на восточноевропейском театре войны. Вот тогда-то и начались лихорадочные поиски выхода из «позиционного тупика».

## 2. РОДИНА ТАНКА — РОССИЯ

### Первый в мире

Вскоре после начала первой мировой войны, в августе 1914 года, в российское военное министерство поступило предложение о создании быстрой вооруженной пулеметом боевой машины, которая могла двигаться по дорогам и целине, вести огонь по противнику и защищать от поражения находящихся в ней людей. Автором этого проекта был изобретатель в области авиации Александр Александрович Пороховщиков — человек широкой эрудиции, прогрессивных взглядов. Внимательно следя за тенденциями развития военного дела, он, хотя по роду своей деятельности был и далек от проблем общевойскового боя, не мог не обратить внимания на вопиющее несоответствие между средствами обороны и нападения. Это и навело его на мысль разработать «Вездеход» — так конструктор назвал свою будущую машину.

Докладная записка, чертежи и смета расходов, направленные в Главное военно-техническое управление, одобрения не получили. Только 24 декабря 1914 года материалы рассмотрел начальник инженерных снабжений армий Северо-Западного фронта. По его докладной записке, в которой обосновывалась целесообразность постройки «Вездехода», главный начальник снабжения армий того же фронта 13 января 1915 года ассигновал на реализацию проекта 9660 рублей. А 1 февраля 1915 года в мастерских, расположенных в казармах Нижегородского полка, расквартированного в Риге, конструктор уже приступил к постройке опытного образца. В его распоряжении было 25 солдат-мастеровых и столько же наемных рабочих. Пороховщиков и его товарищи работали с энтузиазмом, не считаясь со временем. Через три с половиной месяца, 18 мая, «Вездеход» (рис. 2) покинул мастерские — начались его испытания. Этот день и считается днем рождения танка.

Первый в мире танк имел все основные элементы современных боевых машин: корпус, вооружение во вращающейся башне, гусеничный движитель. Корпус обтекаемой формы. Толщина брони 8 мм. Весьма значительные углы наклона брони делали ее более стойкой

к воздействию бронепробивных средств. Ходовая часть защищалась фальшбортами.

По замыслу конструктора, корпус машины должен был быть из многослойной брони, поскольку полагал, что она при том же весе, будет более пулестойкой, чем обычная. Опытный образец корпуса состоял из нескольких слоев стали (первый толщиной около 2 мм)

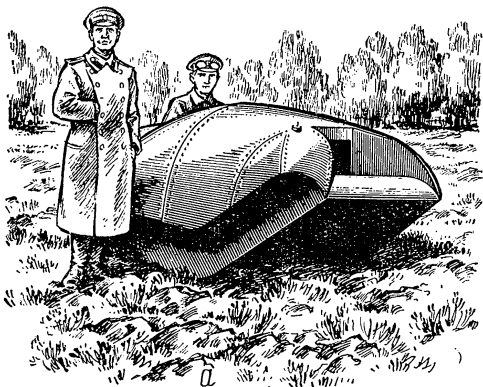
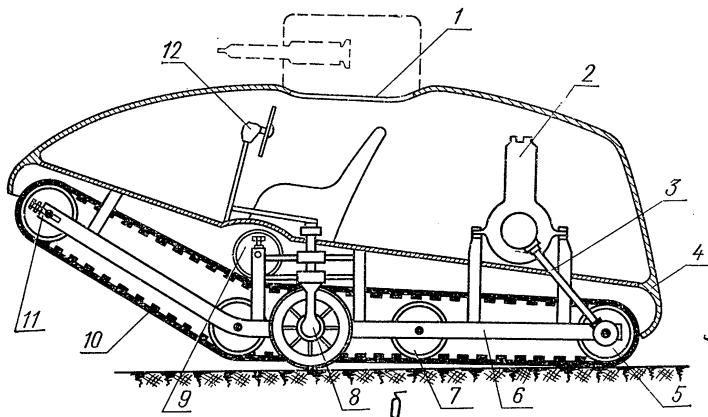


Рис. 2. Первый в мире танк «Вездеход»:

*a* — на испытаниях (на месте водителя А. А. Пороховщиков); *b* — продольный разрез (схема): 1 — место установки броневой башни с пулеметом; 2 — двигатель; 3 — карданный вал; 4 — корпус; 5 — ведущий барабан; 6 — рама; 7 — опорный каток; 8 — рулевое колесо; 9 — натяжной барабан; 10 — гусеничная лента; 11 — направляющий барабан с натяжным приспособлением; 12 — рулевое управление.



с прослойкой из волоса и морской травы и не пробивался пулеметными очередями.

Рама — несущий узел машины — была сварной из стали коробчатого сечения. На закрепленных на ней осях вращались четыре пустотелых барабана: передний выполнял роль направляющего, остальные — роль опорных катков. В средней части рамы располагался пятый барабан — натяжной. Барабаны огибала одна широкая гибкая гусеничная лента, проходившая под днищем корпуса. Пороховщиков разработал вариант машины и с двумя гусеничными лентами.

Своеобразно было решено устройство, позволявшее осуществлять поворот машины. В средней части рамы с обеих ее сторон

располагались два колеса. Под воздействием автомобильного рулевого управления они поворачивались относительно вертикальных осей. При движении по дорогам с твердым покрытием колеса выполняли роль передних опорных катков и машина опиралась на задний (ведущий) барабан и поворотные колеса. На мягком же грунте она «ложилась» на гусеничную ленту, которая обеспечивала хорошую проходимость. Нельзя не обратить внимания на то, что передняя ветвь гусеничной ленты заметно приподнята. Благодаря этому «Вездеход» преодолевал препятствия, высота которых не превышала расстояние от земли до оси переднего барабана. В качестве силовой установки был использован автомобильный карбюраторный двигатель мощностью 20 л. с. Усилие от двигателя, установленного на раме в задней части машины, передавалось к ведущему барабану через механическую планетарную коробку передач и карданный вал.

Опытный образец «Вездехода» имел длину 3,6 м, ширину 2 м и высоту, без башни, около 1,5 м. Расчетный вес был равен 3,5—4 т. Для членов экипажа — водителя и командира — в средней части машины предусматривались сиденья, установленные рядом.

После первых заводских испытаний были проведены два официальных испытания в присутствии комиссии: 20 июля и 29 декабря 1915 года. Прошли они весьма успешно. В акте от 20 июля 1915 года, в частности, отмечалось, что «Вездеход легко идет по довольно глубокому песку со скоростью около двадцати пяти верст в час; в дальнейшем «Вездеход» перешел на среднем ходу канаву с пологими откосами шириной по верху 3 и глубиной около 1 аршина... Все значительные выбоины и значительные неровности поверхности «полкового двора», где производились испытания, «Вездеход» брал легко на полном ходу. Поворотливость вполне удовлетворительная; в общем «Вездеход» прошел по грунту и местности, непроходимой для обычных автомобилей»\*.

Окрыленные успехом изобретатель и его помощники были готовы продолжить работы над доводкой машины. Но на пути снова встало Главное военно-техническое управление. Его представители пришли к выводу, что при движении по ровной дороге «Вездеход» перед обычными автомобилями не имеет никаких преимуществ и что в настоящем виде не заслуживает никакого внимания...

Главному военно-техническому управлению почти удалось погубить проект Пороховщикова. Но вот в сентябре 1916 года в печати появляется сообщение о применении англичанами нового оружия — «сухопутного флота» (танков). А 29 сентября 1916 года в газете «Новое время» публикуется статья «Сухопутный флот — русское изобретение», из которой широкая общественность узнала о неприглядной роли Главного военно-технического управления. Вопрос об отечественных проектах боевых машин высокой проходимости поднимался и в Госу-

---

\* Газета «Известия ВЦИК» от 13 сентября 1922 г.



дарственной думе. Начальник Главного военно-технического управления был вынужден дать согласие на разработку второго, улучшенного варианта «Вездехода». 19 января 1917 года проект поступил на рассмотрение, и вновь началась волокита...

О том, что подобное отношение к техническому творчеству соотечественников в то время было явлением обыденным, говорят и такие примеры.

Практически в одно время с А. А. Пороховщиковым над проектом гусеничной боевой машины работал и русский изобретатель Алек-

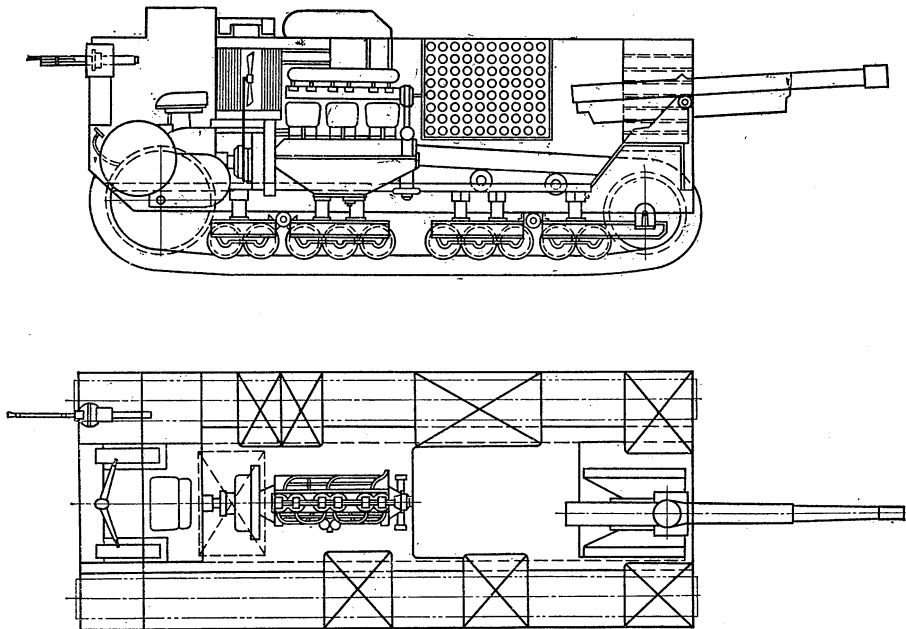


Рис. 3. Проект танка Рыбинского завода (продольный разрез)

сандр Васильев. В начале 1915 года модель и все документы поступили в технический комитет Главного военно-технического управления, а 17 марта он вынес решение: «предлагаемое приспособление г-на Васильева для военного ведомства не применимо».

В том же году на Рыбинском заводе разрабатывается проект 20-тонного танка, защищенного 10—12-мм броней и вооруженного 107-мм пушкой и крупнокалиберным пулеметом (рис. 3). Двигатель внутреннего сгорания мощностью 200 л. с. и упругая подвеска должны были обеспечить машине возможность двигаться со скоростью до 7 км/час. Однако и этот проект не получил поддержки.

Убедившись в непробиваемости позиций, которых держались руководители военно-технической политики России, изобретатели сосредоточили свои усилия в годы войны на совершенствовании существовавших в то время и создании новых типов броневых автомобилей.

В этой области было найдено немало конструктивных решений, сыгравших в последующем значительную роль в развитии танковой техники. Так, колеса броневых автомобилей с внутренней амортизацией, изготовленные и испытанные в 1914 году братьями Бажановыми, в те годы не получили должной оценки. На советском же танке КВ в 1939 году были установлены опорные катки с внутренней амортизацией. Широкое применение нашли и перископические смотровые приборы, разработанные в 1914 году А. А. Чемерзиным, и двухярусное расположение вооружения в башне, предложенное еще в июне 1915 года инженером В. Рябиковым, и электрогироскопические стабилизаторы вооружения, впервые созданные в 1916 году одной из петроградских фирм, и устройства для вентиляции боевого отделения от пороховых газов, работа над которыми велась в 1915 году, и многое другое.

«...В бронированном автомобиле, могущем двигаться по воде, морское министерство надобности не встречает». Такая оценка дана была в 1916 году плавающему броневому автомобилю, изобретенному И. И. Чайковским. А ведь надобность в этом качестве вездеходной машины видел и А. А. Пороховщиков. Недаром «Вездеход» он предполагал сделать плавающим.

Как видим, русские конструкторы в своих поисках шли несколькими путями. Они создавали проекты оригинальных машин на специально проектируемой гусеничной базе. К ним относятся проекты В. Д. Менделеева, А. Васильева, работников Рыбинского завода и, прежде всего, проект первого в мире танка А. А. Пороховщикова. Другие предлагали бронировать уже готовые гусеничные тракторы или тем или иным способом повышать боевые качества и главным образом проходимость колесных броневых автомобилей.

Существовал еще один путь. Шедшие по нему конструкторы разрабатывали проекты своеобразных «земных броненосцев». Так, в 1915—1917 годах был построен опытный образец 40-тонной боевой машины, высокую проходимость которой обеспечивали два передних ведущих колеса диаметром 10 м. В осуществлении этой идеи, принадлежавшей Н. Н. Лебеденко, принимали участие такие известные ученые, как Н. Е. Жуковский, Б. С. Стечкин, А. А. Микулин. В 1915 году А. А. Пороховщиков представил на рассмотрение проект вооруженного «земного броненосца» — своеобразного поезда, составленного из пяти-шести катков большого диаметра. В 1916 году поступил еще один проект, на этот раз 50-тонной машины на десяти колесах большого диаметра. Известен также проект 200-тонной боевой машины, ходовая часть которой должна была иметь катки диаметром до 6,6 м.

Что касается этих проектов, то значение их для развития танкостроения оказалось не столь значительным. Тем не менее все, что в начале XX века удалось достигнуть в этой области русским конструкторам, способствовало созданию фундамента отечественного и мирового танкостроения.

## Танки идут в бой

На рассвете 15 сентября 1916 года под грохот артиллерийской канонады, едва видимые в дыму и тумане, показались неуклюжие стальные чудовища. Переваливаясь со скоростью пешехода по изры-

тому воронками полю, изрыгая огонь из пушек и пулеметов, они упорно ползли к немецким траншеям, пересекающим небольшую французскую речушку Сомму. Так началась первая в истории войн атака войск с участием боевых бронированных гусеничных машин — танков английского производства.

А вот предыстория этого события. 13 октября 1914 года английский полковник Свинтон обратился в военное министерство с докладной запиской. В ней он излагал свою точку зрения на способы преодоления позиционной обороны, говорил и о целесообразности применения в этих целях бронированных гусеничных машин. В январе 1915 года инженер Туллок, ознакомленный с запиской Свинтона, представил доклад, в котором содержались более конкретные предложения о строительстве гусеничных «сухопутных крейсеров», вооруженных пушками или пулеметами. За этими предложениями последовали другие. В начале сентября 1915 года появилась машина «маленький Вилли», созданная на базе гусеничного трактора, — первый опытный образец английского танка, вскоре забракованный. 28 сентября того же года закончились работы над деревянной моделью «большого Вилли» — родоначальника английских танков периода первой мировой войны. А 30 января 1916 года был подготовлен к испытаниям изготовленный в металле первый экземпляр английского танка, получивший наименование «Марка-1». 14 февраля военное министерство заказывает 100 таких танков.

Название бронированного вездехода — танк, появилось в Англии после того, как в декабре 1915 года был создан «Комитет снабжения танками». Танк по-английски означает бак, резервуар. Полагают, что машины названы так в целях сохранения тайны.

Как видим, предложение Свинтона (именно предложение, а не проект танка) было представлено на три месяца позже, чем это сделал А. А. Пороховщиков в России. Испытания опытного образца английского танка начались лишь через полгода после того, как «Вездеход» Пороховщикова успешно сдал свой первый экзамен. Только недалековидность русских военных чиновников, только недостаточное развитие тяжелой промышленности в царской России помешали в те годы создать отечественные танки.

Что же представлял собой первый английский танк «Марка-1»? Бронированная коробка ромбовидной формы с двумя гусеничными лентами по ее контуру. Форму танка, подобную форме «Вездехода» Пороховщикова, англичане нашли лишь после длительных поисков. Вооружен танк двумя пушками, которые помещались в боковых полубашнях (спонсонах), и несколькими пулеметами. Что касается

броневой защиты, то ее нельзя называть даже противопульной. Она не защищала экипаж от бронебойных пуль.

Весьма сложно осуществлялось управление. Танк имел три коробки передач. Главной управлял водитель, двумя бортовыми — два помощника водителя. Главная коробка давала возможность менять скорость, а бортовые — производить поворот. Плавный поворот радиусом до 50 м осуществлялся с помощью установленного в корме специального устройства — рулевого колеса. Нельзя не отметить, что примерно так осуществлялся поворот «Вездехода» Пороховщикова. Положение рулевых колес в «Марке-1» изменялось с помощью тросов, которые с большим усилием вручную накручивались на специальный барабан. Торможение танка производил командир, воздействуя на расположенные перед ним педали.

Итак, четыре человека управляли машиной, четыре вели огонь из пушек и пулеметов. И делалось это в невыносимых условиях. Вентиляции не было, и в машине скапливались отработавшие газы и пороховой дым. Оглушал сильный шум, так как ходовая часть была неподдрессированной. Значительно усложняло действия танкистов отсутствие приборов наблюдения, их заменяли открытые щели, через которые свободно проникали мелкие осколки.

У первых английских танков было огромное количество недостатков. В этом крылась одна из причин того, что первая танковая атака на Сомме потерпела неудачу. Всего англичане пустили 49 танков. В атаке участвовало лишь 32, остальные вышли из строя до начала боя. Но и из этих 32 машин пять застряли в болоте, а девять остановились из-за поломок.

Первое применение танков позволило достигнуть лишь частного успеха: англичане прорвали оборону немцев на участке шириной 5 км и продвинулись на глубину 5 км. Появление бронированных машин оказало определенное психологическое воздействие на противника. Однако незначительное количество танков, атаковавших на фронте около 10 км по труднопроходимой местности, не позволило добиться решающего перелома в ходе операции.

Надо сказать, что и последующие танковые атаки (25—26 сентября и 13—14 ноября 1916 года) оказались не более удачными. Сказывалось то, что методы боевого применения танков были абсолютно не продуманы и не увязаны с их боевыми и техническими возможностями. Ну а возможности эти, как уже говорилось, были крайне невысокими. Но несмотря на это англичане в годы первой мировой войны существенно не изменили конструкцию своих тяжелых танков.

В 1917 году появился английский «скоростной» танк «Марка-А». Эта более легкая машина имела иную форму и внутреннюю компоновку (расположение) агрегатов. Вооружение размещалось в сдвинутой назад неподвижной башне. Два двигателя, по одному на каждый борт и две коробки передач позволяли менять скорость и направление дви-

жения машины. В остальном машина походила на первенца английского танкостроения.

Несколько позже производство танков начинает налаживаться и во Франции. Французские танки отличались от английских не только внешним видом. Более удачной оказалась конструкция ходовой части хотя бы тем, что она имела поддрессоривание, более мощное вооружение, но размещалось оно, как и на английских машинах, прямо в корпусе танка. Управлял танком один человек.

В конце 1916 года строятся тяжелый танк «Сен-Шамон» и средний «Шнейдер». Одновременно разрабатывается и легкий малогабаритный танк «Рено». Этот танк, более приспособленный для сопровождения пехоты на поле боя, поступил на вооружение в 1918 году. И по внешнему виду, и по ряду конструктивных решений он во многом напоминал «Вездеход» Пороховщикова.

Первые шаги в немецком танкостроении предпринимаются вскоре после сражения на Сомме, а появились первые танки только в 1918 году. Немецкие конструкторы сразу же пошли по пути создания тяжелых и сверхтяжелых машин. Первым был 33-тонный танк А-7-V, за ним 44-тонный А-7-VU, представлявший собой копию английских тяжелых танков. К концу войны немцы спроектировали и построили два сверхтяжелых танка «Колоссаль». Идея «сверхтяжелых» танков, несмотря на всю их тактическую и техническую бессмысленность, время от времени занимала танкостроителей и других стран. Так, во Франции уже после войны пытались спроектировать танк весом 600 т, а в Италии весом 7000 т!

В конце войны производство танков началось и в США. Собственно, американцы выпускали английские танки «Марка-V» и «Марка-VII (союзный)», только двигатель на них устанавливали своей конструкции. Приняли к производству и французский «Рено».

Фирмы «Холт» и «Дженерал—Электрик», а также «Форд» выпустили в 1918 году опытные танки собственной конструкции. Однако «Дженерал—Электрик» просто-напросто бронировала гусеничный тягач, а «Форд» скопировала французский «Рено».

Танки периода первой мировой войны, несмотря на различие в весе в общем-то были однотипны (табл. 1) и предназначались для сопровождения атакующей пехоты. Для них характерны крайне низкая надежность и высокая уязвимость от огня артиллерии.

Но вернемся к истории первых танковых сражений. В кампании 1917 года уже отмечаются случаи массированного применения танков. Наиболее характерна в этом отношении наступательная операция английских войск у Камбре. В ней участвовало 377 танков, что позволило создать значительную плотность — 32 танка на 1 км фронта. Они должны были действовать в тесном взаимодействии с пехотой, причем в целях внезапности атаку решили начать под прикрытием дымовой завесы, без предварительной артиллерийской подготовки.

Таблица 1

Страна	Марка танка	Боевой вес, т	Экипаж, чел.	Вооружение				Толщина брони, мм	Мощность двигателя, л. с.	Скорость макс., км/час	Запас хода, км	Габаритные размеры		
				пушка		пулемет						длина, м	ширина, м	высота, м
				количество, шт	калибр, мм	количество, шт	калибр, мм							
Англия	«Марка-1»	28	8	2	57	4	7,62	5—10	105	4,5	29	8,1	4,1	2,5
Англия и США	«Марка-VIII»	44	12	2	57	5	7,62	6—16	330	8,0	84	10,6	3,7	3,1
Англия	«Марка-A»	14	3	—	—	4	7,62	5—14	90	13,2	120	6,1	2,6	2,7
Франция	«Сен-Шамон»	24	9	1	75	4	7,62	10—22	90	8,5	—	8,0	2,1	2,4
Франция	«Шнейдер»	13,5	6	1	75	2	7,62	5—11	60	8,0	75	6,0	2,0	2,4
Франция	«Рено»*	6,5	2	1	37	1	7,62	6—16	39	9,0	60	5,0	1,74	2,14
Германия	A-7-V	33	7	1	57	6	7,62	15—30	2×100	13,0	—	—	—	—
Германия	K («Колоссаль»)	150	22	4	77	6	7,62	до 30	2×300	8,0	—	12,8	3,1	2,9

\* Танк «Рено» вооружался либо пушкой, либо пулеметом,

20 ноября на рассвете, когда танки достаточно близко подошли к позициям противника, артиллерия открыла огонь. Атака пехоты и танков сопровождалась огненным валом и поддерживалась 289 самолетами. Оглушенные немецкие войска были смяты, и англичане за несколько часов продвинулись на 7—8 км. В предшествовавших операциях такого успеха добивались месяцами.

Несмотря на узко тактические результаты операция у Камбре показала, что танки наиболее целесообразно применять массированно на участках прорыва и что они имеют право на существование. Применяли их в последующих операциях. Количество танков увеличивалось. К концу войны только в войсках Антанты насчитывалось свыше 8 тыс. машин. Тем не менее в годы первой мировой войны использование танков не вышло из тактических рамок. Их появление оказало значительное влияние на развитие тактики. Но отсутствие достаточного опыта их боевого применения, а также неспособность военных теоретиков тех лет оценить все возможности нового боевого средства так и не позволили решить проблему использования танков в оперативном масштабе.

## Глава II. ГЛАВНАЯ УДАРНАЯ СИЛА

### 1. МЕЖДУ ДВУМЯ ВОЙНАМИ

#### **Броневые силы Советской Республики**

У входа в здание Ленинградского филиала Центрального музея В. И. Ленина установлен броневедомобиль. На гранитном пьедестале надпись: «3 (16) апреля 1917 года у Финляндского вокзала с этого броневика прозвучал великий призыв В. И. Ленина «Да здравствует социалистическая революция!»

Этот исторический броневедомобиль (рис. 4) в те далекие годы был по сути дела одной из первых боевых единиц советских бронетанковых войск. Он входил в состав петроградского запасного автобронедивизиона, революционные солдаты которого под руководством своего комитета, созданного при ремонтных мастерских, успешно выполняли ответственные задания Петроградской большевистской организации. Они захватили дворец Кшесинской и охраняли размещившийся там Центральный Комитет партии, участвовали во встрече В. И. Ленина на Финляндском вокзале в апреле 1917 года. В дни октябрьского вооруженного восстания солдаты дивизиона были в первых рядах. «Переход броневедомобильна на сторону Военно-революционного комитета (поздно ночью 24 октября), — отметила «Правда» — ускорил благоприятный исход восстания».

Владимир Ильич Ленин неоднократно подчеркивал огромную роль бронетанковых средств в создании и организации молодой Красной Армии. Уже в декабре 1917 года он обратил внимание на необходимость оснащения армии бронепоездами, а весной 1918 года на совещании военных специалистов развернул целую программу ее технического оснащения. Владимир Ильич говорил, что армия молодой Советской Республики должна иметь богатую технику, а не

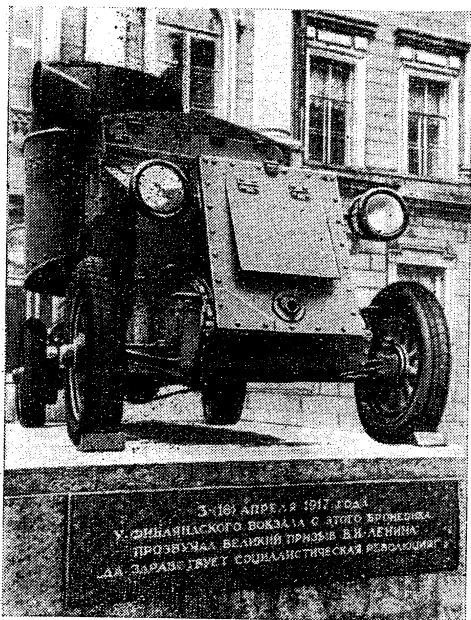


Рис. 4. Бронеавтомобиль «Враг капитала», установленный у входа в здание Ленинградского филиала Центрального музея В. И. Ленина

только одни ружья и гранаты. Ей нужны саперные и инженерные войска, мы обязаны готовить летчиков, подумать о танках, броневиках, бронепоездах. По его указанию разворачивается формирование броневых подразделений и частей. Эту работу возглавил созданный приказом Народного Комиссариата по военным делам Совет броневых частей (Центробронь) — первый центральный орган управления бронетанковыми войсками.

Формируемые части оснащались бронепоездами и бронеавтомобилями, доставшимися в наследство от царской армии, а также бронированными машинами, которые, несмотря на труднейшие условия, в большом количестве строили рабочие Сормовского, Путиловского, Ижорского, Обуховского, Коломенского заводов. Один только Ижорский завод в 1918 году

выпустил 115 бронеавтомобилей, построил и отремонтировал 43 бронепоезда. Строительство бронированных средств по инициативе местных партийных организаций было организовано на многих других предприятиях страны. Благодаря этому на завершающем этапе гражданской войны наша армия имела более 100 бронепоездов и 50 бронеотрядов.

Используя трофейные французские и английские танки, захваченные в боях с белогвардейцами и интервентами, начали формировать сначала автотанковые, а потом и специально танковые отряды. В первый бой один из таких отрядов вступил 4 июля 1920 года на белорусской земле, в районе станции Зябки. Во взаимодействии с бронеавтомобилями, бронепоездом, кавалерией и пехотой танки прорвали оборону противника и обратили его в бегство.



Накопленный боевой опыт, увеличение количества броневых частей потребовали не только провести ряд организационных мероприятий, но и разработать положение по боевому применению танков. При полевом штабе Реввоенсовета Республики учреждается Управление инспектора броневых частей, во фронтах и армиях — должности начальника броневых частей. Принимается ряд решений по упорядочению штатов.

Осенью 1920 года утверждается «Инструкция по применению танков в Рабоче-Крестьянской Красной Армии». В ней перечислялись, в частности, типы танков, производство которых считалось желательным. Большие танки должны были иметь вес 42 *т*, скорость движения до 10 *км/час*, а в качестве вооружения — одну скорострельную или автоматическую пушку и четыре-пять пулеметов. Средние танки весом 17—20 *т* должны были развивать скорость 16 *км/час* и вооружаться четырьмя-шестью пулеметами. И, наконец, малые танки весом 13,3 *т*, вооруженные одной автоматической пушкой и тремя пулеметами, должны были двигаться со скоростью 18—22 *км/час*.

Промышленность Советской Республики в те годы находилась в таком состоянии, что не позволяла немедленно развернуть массовое производство отечественных танков. И все-таки в этой области были сделаны некоторые шаги.

### **Первые советские танки**

В 1919 году 2-я Украинская Советская армия прислала в подарок В. И. Ленину трофейный танк «Рено». Владимир Ильич поблагодарил украинских товарищей и дал указание Совету военной промышленности на базе трофейного развернуть производство отечественных танков. Задача, разумеется, оказалась не из легких. Необходимо было, во-первых, изготовить рабочие чертежи танков и, во-вторых, организовать производство значительного количества комплектующих агрегатов, узлов и деталей. Совет военной промышленности принимает решение из ряда специализированных предприятий создать кооперацию по производству танков. Прогрессивность такого решения подтвердил весь последующий опыт советского танкостроения.

Главным предприятием был утвержден Сормовский завод, производственная база которого находилась в наиболее удовлетворительном состоянии. Имелся и определенный опыт: сормовичи ремонтировали и строили новые бронепоезда и корабли для Волжской речной флотилии. На этот завод возложили разработку чертежей, изготовление ряда агрегатов и узлов, сборку и испытания танков. Броневые листы поручили готовить Ижорскому заводу, а двигатели Московскому заводу АМО (ныне автомобильный завод имени Лихачева).

Изготовить копию того или иного устройства, механизма, машины — дело отнюдь не простое. История техники знает сотни примеров, когда квалифицированные инженеры по несколько лет не могли

справиться с подобной задачей. Далеко недостаточно видеть готовый образец, представлять его устройство. Надо знать множество тонкостей технологии изготовления, которые зависят и от особенностей производства, и от конструкторского опыта, и других условий.

Перед сормовичами встало много и других трудностей. Не было опыта проектирования танков, не хватало квалифицированных инженеров-конструкторов. Кроме всего прочего, танк «Рено», которому предстояло послужить образцом, отправили на завод в разобранном виде. В пути по невыясненным причинам часть узлов и агрегатов, в том числе коробка передач, бортовые фрикционы, приводы управления, оказались потерянными. Значит, проектировать их приходилось заново.

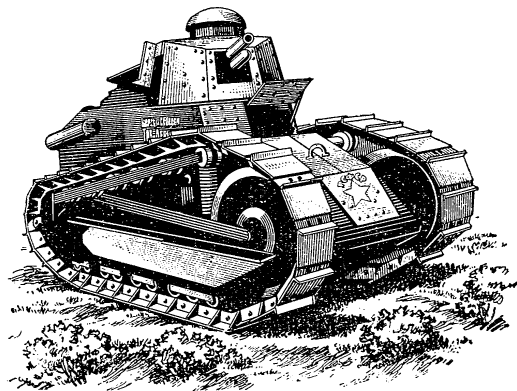


Рис. 5. Первый советский танк «Борец за свободу тов. Ленин»

Выполняя ленинское задание, труженики Сормовского завода проявили поистине революционный энтузиазм. Конструкторы технического бюро Г. К. Крымов, В. А. Московкин, П. И. Салтанов и другие под руководством инженера Н. И. Хрулева всего за три месяца, с октября по декабрь 1919 года, изготовили рабочие чертежи. Одновременно разрабатывалась технология производства — ею занимался инженер Ф. И. Нефедов.

Нелегко давалось и налаживание производства деталей. В цехах не хватало специального оборудования, оснастки и, например, зубья шестерен и шлицы на валах подгонялись вручную. Многие трудности, возникавшие в ходе сборки танка, преодолели сормовичи под руководством опытных мастеров И. И. Волкова, С. Я. Ястребова, А. А. Чепурнова.

Прошло восемь месяцев, и 31 августа 1920 года первый танк отечественного производства покинул стены сборочного цеха. Коллектив Сормовского завода, совершивший настоящий трудовой подвиг, назвал этот танк «Борец за свободу тов. Ленин» (рис. 5).

С 13 по 21 ноября танк выполнял официальную программу испытаний, а 1 декабря 1920 года Совет военной промышленности рапортовал В. И. Ленину о том, что заказ успешно выполнен и что «все работы произведены собственными средствами русскими рабочими и техниками». В последующем было построено еще 14 таких танков, в том числе «Парижская Коммуна», «Пролетарий», «Буря», «Победа», «Красный борец», «Илья Муромец».

Сормовские танки типа М — марка, официально присвоенная этой машине — (рис. 6), имели по тем временам неплохие характеристики и не уступали лучшим иностранным образцам. Их боевой вес достигал 7 т, броня — 8—16 мм. Экипаж состоял из двух человек. Двигатель мощностью 33,5 л. с. позволял развивать скорость до 8,5 км/час, запас хода составлял 60 км. Гусеничный движитель обеспечивал удельное давление на грунт около 0,4 кг/см<sup>2</sup>. Машина преодолевала подъем в 38°, крен в 28°, вертикальную стенку высотой до 0,6 м. Вооружение — 37-мм пушка и спаренный с ней пулемет — установлен в башне. Заметим, что на зарубежных танках спаренное вооружение появилось лишь в 1926—1930 годах.

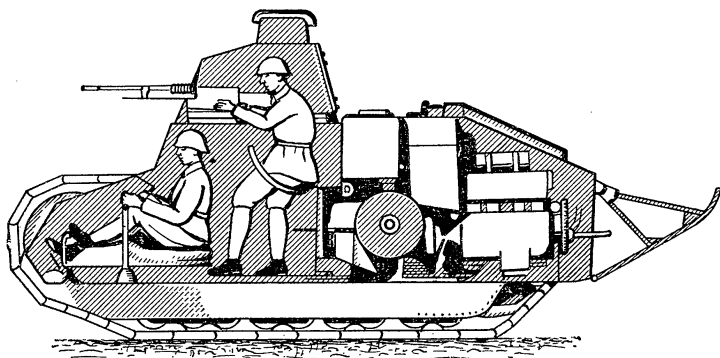


Рис. 6. Первый советский танк (продольный разрез)

Производство танков в стране необходимо было поставить на твердую основу, а для этого требовалось создать отечественную школу танкостроения. Поэтому партия выдвинула задачу объединить силы специалистов, работавших в этой области, привлечь к проектированию новых боевых гусеничных машин как можно более широкие конструкторские массы. С этой целью Совет военной промышленности объявляет открытые конкурсы на проектирование танков.

В условиях первого конкурса, опубликованных в газете Рабоче-Крестьянской Красной Армии «Известия Народного Комиссариата по Военным делам» от 2 ноября 1919 года, детально перечислены требования к проекту. Особое внимание обращено на необходимость обеспечения высоких маневренных качеств танка, его подвижности, поворотливости, проходимости. Как раз этих качеств танкам первой мировой войны и не хватало.

Первое место в конкурсе завоевал проект плавающего танка под девизом «Теплоход типа АМ». Его авторы — работники Ижорского завода, руководимые инженером Г. В. Кондратьевым — проявили особую заботу о маневренных качествах машины, о ее способности преодолевать водные преграды на плаву. Танк должен был иметь вес 10 т, экипаж состоять из трех человек. Двигатель мощностью

90 л. с. предложили разместить в кормовой части поперек корпуса, что позволяло значительно повысить плотность компоновки. Не случайно и на современных советских средних танках двигатели устанавливаются именно так.

Нельзя хотя бы коротко не рассказать и о первом проекте танкетки, разработанном в 1919 году инженером Максимовым. «Щитоска», так автор назвал свою машину, должна была весить 2,25 т, двигатель мощностью 40 л. с. обеспечивать скорость 17 км/час. Единственный член экипажа мог располагаться только лежа и в таком положении управлять машиной и вести огонь из 7,62-мм пулемета. Несмотря на простоту и дешевизну производства, танкетка Максимова имела ряд неудачных конструктивных решений.

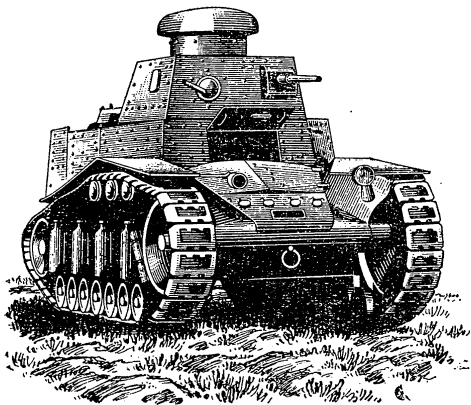


Рис. 7. Легкий танк МС-1

В 1922 году объявляется второй открытый конкурс, и на рассмотрение жюри поступает семь проектов. Настало время систематизировать опыт, накопленный в области проектирования танков, централизовать работу конструкторов, направить их силы на создание гусеничных боевых машин, отвечавших требованиям формировавшейся в те годы военной доктрины. Решение всех этих вопросов возла-

гается в 1923 году на Главное управление военной промышленности (ГУВП) и, в частности, на вошедшее в его состав техническое бюро. Отработку пробного проекта танка, подобного тяжелым танкам периода первой мировой войны, оно заканчивает в 1925 году. Первым же опытным образцом, воплощенным в металл, был 5-тонный легкий танк. Летом 1927 года, когда он прошел испытания, принимается решение устранить некоторые конструктивные недостатки. Еще не завершилась доводка машины, как ей присваивается марка Т-18 и наименование МС-1 (малый сопровождения, первый). 6 июня 1927 года она принимается на вооружение.

С конструктивной точки зрения танк МС-1 (рис. 7) представлял собой дальнейшее развитие идей, заложенных ранее в танке типа М, созданном на Сормовском заводе. Стремясь повысить маневренные качества машины, конструкторы изменили устройство ходовой части. Пружинная подвеска воспринимала и гасила передаваемые на корпус толчки. На попарно сблокированных катках впервые в мире были установлены резиновые бандажы. Все это дало возможность увеличить скорость движения танка до 22 км/час. Ряд прогрессивных технических решений осуществили и в компоновке машины. Специально

сконструированной карбюраторный двигатель воздушного охлаждения, имевший общий картер с коробкой передач, установили поперек корпуса танка. Использовали бортовые передачи с внутренним зацеплением шестерен. В результате вес танка удалось довести до 5,5 *t*, то есть сделать его на 1,5 *t* легче по сравнению с танком типа М. Причем толщина бронирования, вооружение и экипаж остались прежними.

МС-1 — первый отечественный танк, поставленный на крупносерийное производство. С 1928 по 1931 год таких танков было выпущено более 900. В 1929 году во время конфликта на КВЖД в боях с белокитайцами они прошли боевую проверку. В те годы они являлись и базовой машиной, на которой проверялись замыслы конструкторов, направленные на решение главной проблемы — повышения подвижности танков. Более того, именно с МС-1 началась история средних танков, ныне ставших основным классом бронированных гусеничных машин.

На базе МС-1 в 1927 году строится танк Т1-12, который вооружается специальной 45-мм танковой пушкой, бронебойный снаряд которой весом 1,15 *кг* развивал начальную скорость до 710 *м/сек*. В боекомплект входили также осколочная граната весом 2,124 *кг* и снаряд с картечью.

На Т1-12 установили планетарную коробку передач, новый механизм натяжения гусениц, ленточный плавающий тормоз системы профессора В. И. Заславского. С разработки Т1-12 начался путь в танкостроении известных советских конструкторов, создателей прославленного Т-34 А. А. Морозова, Н. А. Кучеренко, М. И. Таршинова, В. М. Дорошенко, П. Н. Горюна, А. С. Бондаренко. Своими конструктивными решениями, воплощенными в первом созданном ими танке и не потерявшими значения и в наши дни, они внесли весомый вклад в мировое танкостроение.

Танк Т1-12 в свою очередь послужил базой для создания первого отечественного среднего танка Т-24 (рис. 8), выпущенного в 1930 году малой серией. Бронирование защищало его на всех дистанциях от огня крупнокалиберных пулеметов. Авиационный двигатель М-6 мощностью 300 *л. с.* позволял 18,5-тонной машине двигаться со скоростью 22 *км/час*. Вооружение Т-24—45-мм пушка и четыре пулемета — размещалось в трех ярусах (в корпусе, башне и расположенной на ней башенке). Напомним, что впервые идею многоярусного вооружения выдвинул А. А. Пороховщиков.

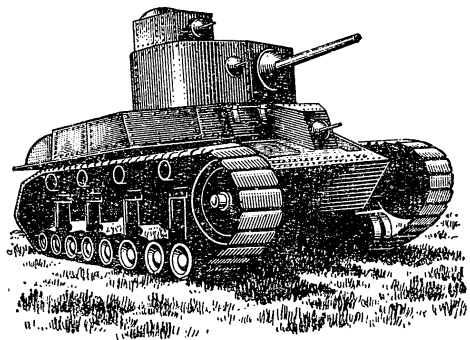


Рис. 8. Средний танк Т-24

Накоплению опыта в проектировании способствовало и создание опытного танка, имевшего оригинальную, обтекаемую форму корпуса и башни, опорные катки большого диаметра, пневматическое оборудование, облегчающее управление. Весил танк 25 т. Двигатель мощностью 300 л. с. обеспечивал скорость до 35 км/час. Вооружен был 76-мм пушкой и четырьмя пулеметами.

Как видим, первый этап советского танкостроения характеризовался активным конструкторским поиском. Одновременно широким фронтом велась работа в области развития теории боевого применения танковых войск. Вышедшие в свет в 1925 году «Временный полевой устав РККА» и «Временный боевой устав бронесил РККА», а также изданный спустя два года «Боевой устав пехоты» ориентировали на активные, маневренные и массированные действия танков в интересах пехоты и конницы. Но наиболее полно и всесторонне рассматриваемые вопросы были разработаны в выпущенной в 1928 году «Временной инструкции по боевому применению танков». В ней предусматривалось два вида использования танков: в тесном взаимодействии с пехотой и в составе передового, свободно маневрирующего эшелона, имеющего задачей проникновение в тыл противника.

Уже в этом документе ясно намечились контуры теории глубокой наступательной операции, детально разработанной советскими военными специалистами в начале 30-х годов. Основная идея этой теории, определившей пути выхода из «позиционного тупика», состояла в нанесении удара по всей глубине обороны противника с использованием артиллерии, авиации, бронетанковых войск и воздушных десантов.

Таким образом, на танки в ходе глубокой операции возлагались весьма важные функции. Однако выполнить их машины типа МС-1 не могли. Военно-теоретические взгляды обретают материальную силу лишь тогда, когда армия располагает боевой техникой, обладающей необходимыми тактико-техническими характеристиками.

### **Танки 30-х годов**

В начале 30-х годов заметно обострилась международная обстановка, нарастала угроза военного нападения империалистов на Советский Союз. В этих условиях Центральный Комитет партии и Советское правительство сосредоточили главное внимание на укреплении обороноспособности нашей Родины, на дальнейшем повышении боевой мощи Красной Армии и Военно-Морского Флота.

На базе первого и второго пятилетних планов развития народного хозяйства страны разрабатываются пятилетние планы строительства Красной Армии. В исторически короткий срок, за какие-нибудь десять лет, предстояло добиться превосходства над вероятным противником по решающим видам техники и вооружения — авиации, артиллерии, танкам, боевым кораблям — и надежно закрепить это превосходство.

Таблица 2

Марка танка	Боевой вес, т	Экипаж, чел.	Вооружение				Толщина лобовой бронни, мм	Мощность двигателя, л. с.	Скорость макс., км/час	Запас хода по шоссе, км	Габаритные размеры, м			Удельное давление, кг/см <sup>2</sup>
			пушка		пулеметы						длина	шири- на	высота	
			коли- чество, шт.	калибр, мм	коли- чество, шт.	калибр, мм								
Т-27	2,7	2	—	—	1	7,62	10	—	40	85	2,6	1,83	1,44	0,75
Т-38	3,3	2	—	—	1	7,62	9	40	36/6*	230	3,78	2,33	1,63	0,44
Т-26 (1931 г.)	8,0	3	—	—	2	7,62	15	90	30	100/140	4,65	2,44	2,33	0,55
БТ-2	11,0	3	1	37	1	7,62	13	400	52/70**	200/300**	5,5	2,23	2,2	0,59
БТ-5	11,5	3	1	45	1	7,62	13	400	52/70	200/300	5,5	2,23	2,2	0,65
БТ-7	13,8	3	1	45	1	7,62	20	400	53,4/73	375/500	5,66	2,29	2,42	0,86
БТ-7М	14,65	3	1	45	3	7,62	20	400	62/86	600/700	5,66	2,29	2,42	0,9
Т-28	28	6	1	76,2	4	7,62	30	500	37	220	7,44	2,87	2,62	0,72
Т-35	50	10	1 2	76,2 45	5	7,62	30	500	30	150	9,72	3,2	3,43	0,78
КВ-1	46	5	1	76,2	3	7,62	75	600	25	250	6,67	3,32	2,71	0,74
А-20	18	4	1	45	2	7,62	20	450	65	—	—	—	—	0,61
Т-32	19	4	1	76,2	2	7,62	30	450	65	—	—	—	—	0,59
Т-34 (1939 г)	26,5	4	1	76,2	2	7,62	45	500	51,2	300	5,92	3,0	2,4	0,65

\* В числителе — скорость при движении по суше, в знаменателе — по воде.

\*\* В числителе — на гусеницах, в знаменателе — на колесах.

Непосредственное руководство технической реконструкцией Красной Армии осуществлял начальник вооружений РККА. Организацией конструирования и производства танков занималось созданное к тому времени Управление механизации и моторизации РККА.

Специальной программой развития бронетанковых войск, принятой в декабре 1929 года, перед танкостроителями ставится задача— в ближайшие два года разработать опытные, а затем и серийные образцы танкеток, малых, средних, больших (тяжелых) и специальных танков, обладающих хорошей броневой защитой, мощным вооружением и высокой маневренностью. Чтобы ускорить проектирование и организацию производства танков, максимально отвечающих требованиям времени, всесторонне изучается состояние танкостроения за рубежом. В конце 1929 года закупаются английские 6-тонный танк «Виккерс» и танкетка «Карден-Лойд», а у американского конструктора Кристи колесно-гусеничный танк и право на его производство. Эти машины на вооружении зарубежных армий не состояли. Однако их изучение позволяло проследить ход зарубежной конструкторской и технологической мысли.

Успешному разрывыванию в нашей стране второго этапа танкостроения способствовали весьма серьезное отношение к подготовке кадров конструкторов, а также творческий энтузиазм создателей новых танков. Несмотря на крайне жесткие сроки, один за другим появляются опытные образцы, в которых ярко проявлялась самобытность советской конструкторской мысли. С первых же шагов наши конструкторы шли собственным путем, принимали оригинальные и, как потом подтвердила практика, наиболее целесообразные решения. Всего за несколько лет советское танкостроение освоило выпуск танков всех основных классов, создание которых предусматривалось программой развития бронетанковых войск (характеристики боевых машин того времени приведены в табл. 2).

**Танкетки и плавающие танки** (рис. 9, а, б). Приказом Реввоенсовета СССР 13 февраля 1931 года на вооружение принимается танкетка Т-27, предназначенная для ведения разведки и осуществления связи. Благодаря использованию двигателя и силовой передачи от автомобиля ГАЗ-АА, она отличалась очень малыми размерами и сравнительно небольшим весом. Вместе с тем этой машине были присущи серьезные недостатки. Конструкторы в стремлении уменьшить размеры танкетки поместили двигатель между сиденьями членов экипажа: командира и механика-водителя, а также отказались от вращающейся башни. Поэтому в боевом отделеении было тесно и жарко.

Танкетка на ровной местности развивала неплохую скорость. Это обусловило некоторый успех ее боевого применения в борьбе с басмачами в начале 30-х годов. Однако, выпустив 348 машин, производство Т-27 прекратили.

От идеи иметь весьма небольшую, подвижную бронированную машину не отказались. Начались работы над малыми танками, обла-



давшими плавучестью, которая значительно расширяла их боевые возможности.

В 1932 году принимается на вооружение малый плавающий танк Т-37 (танком-амфибией его называли в те годы), а несколько позже — его модификация Т-37А. Последний отличался несколько большей длиной, весом и дополнительными поплатками, а также вращающейся башней, смещенной к левому борту. Как и на Т-27, на плавающей машине использовались автомобильные агрегаты. Движение на плаву обеспечивал винт, поворот лопастей которого позволял двигаться задним ходом.

Следующий серийный малый плавающий танк Т-38 с бортовыми фрикционами вместо автомобильного дифференциала и с подвеской улучшенной конструкции создается в 1936 году. Плавность хода его по суше заметно повысилась. Через два года танк модернизируют, установив на нем двигатель и коробку передач от автомобиля М-1. Скорость Т-38М-2 при движении по суше достигла 46 км/час.

**Легкие танки** (рис. 10, а, б, в, г, д). Одновременно с танкеткой Т-27 на вооружение был принят Т-26 — основной танк общевойсковых соединений и танковых частей. Вначале его вооружение — либо два 7,62-мм пулемета, либо один пулемет и одна 37-мм пушка — размещалось в двух башнях. С 1933 года выпускаются однобашенные Т-26, вооруженные 45-мм пушкой, созданной в 1932 году специально для танков. Клиновой полуавтоматический затвор обеспечивал скорострельность 15 выстрелов в минуту. Начальная скорость бронебойного снаряда достигала 760 м/сек. Таких начальных скоростей не обеспечивали пушки зарубежных легких и некоторых средних танков даже в первый период второй мировой войны. Ввиду того что вес качающихся частей орудия был увеличен, вместо плечевого упора, с помощью которого наводились пушки меньшего калибра, ввели специальный подъемный механизм секторного типа. В горизонтальной плоскости пушку наводили, поворачивая всю башню. Попытка установить на этом танке 76,2-мм пушку оказалась неудачной: вес машины недопустимо возрос.

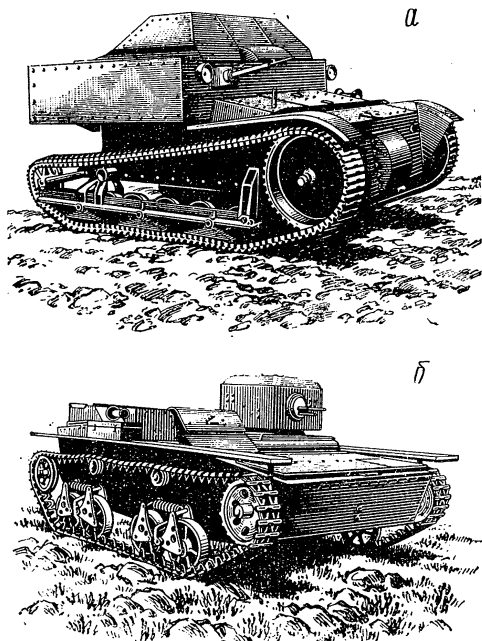


Рис. 9. Танкетка Т-27 — а; малый плавающий танк Т-38 — б

С созданием в 1934 году прицела со стабилизированной линией прицеливания, автоматически удерживаемой во время движения танка в заданном положении, заметно повысилась меткость стрельбы

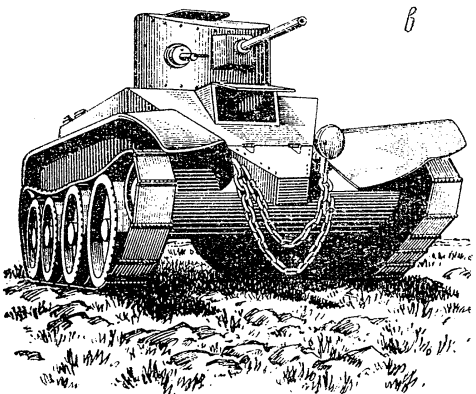
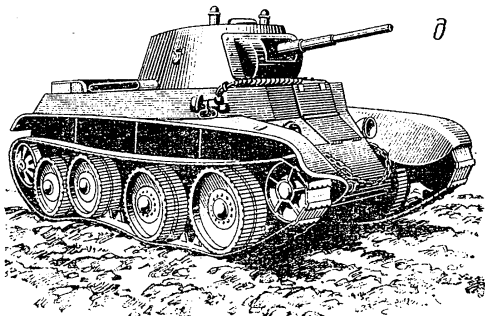
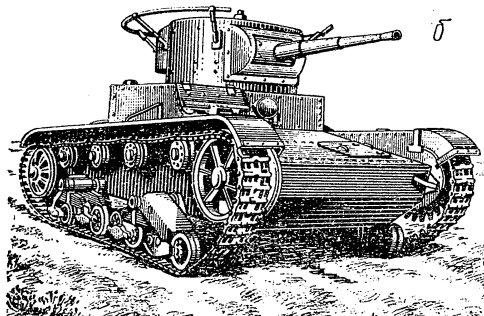
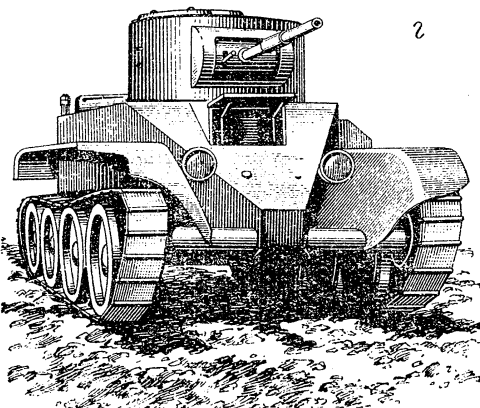
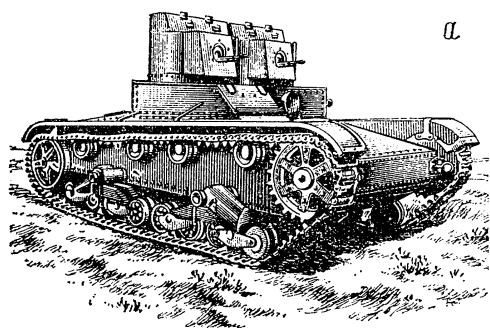


Рис. 10. Легкие танки:

а — Т-26; б — Т-26 с 45-мм пушкой; в — БТ-2; г — БТ-5; д — БТ-7

с ходу. Выстрел происходил автоматически в момент, когда ось канала ствола качающейся пушки оказывалась в положении, параллельном линии прицеливания.

На однобашенных танках устанавливалась радиостанция. Ее антенна в виде поручня располагалась на башне. В 1937 году повышаются защитные свойства Т-26.

Башню стали делать конической формы, броневой корпус — сварным.

На Т-26 всех модификаций использовался специальный бензиновый двигатель воздушного охлаждения с горизонтально располо-

женными цилиндрами. Со временем была увеличена емкость топливных баков и запас хода танка возрос до 225 км. Боекомплект довели до 165 артиллерийских выстрелов и 3654 патронов к пулеметам. В результате всех усовершенствований вес машины возрос до 10,3 т.

До 1940 года Т-26 был не только одним из самых массовых линейных танков. На его базе создавали самоходно-артиллерийские установки и различные специальные машины. Так, в 1933 году испытывались телеуправляемый (управляемый на расстоянии) огнемётный и мостовой танки. К Т-26 разработали навесные танковые тралы (катковые, бойковые и ножевые) для прodelывания проходов в минных полях. В 1936 году этот танк оборудовали комплектом приспособлений для подводного хождения и он получил возможность преодолевать по дну водные преграды глубиной до 5 м.

Ходовая часть танка Т-26 не обеспечивала ему достаточной быстроходности, что коренным образом отличало его от не менее популярной машины 30-х годов быстроходного колесно-гусеничного танка БТ, предназначенного для вооружения механизированных и крупных танковых соединений. В создании этой машины ярко выражена господствовавшая в те годы концепция преимущества скоростных, крейсерских танков, способных в кратчайшие сроки покрывать большие расстояния и действовать на оперативных просторах. Смешанная колесно-гусеничная ходовая часть, как тогда полагали, наилучшим образом отвечала требованиям, предъявляемым к подобным машинам. Гусеница позволяла танку преодолевать труднодоступные участки местности, а на колесах он двигался по дорогам с твердым покрытием.

Первая машина этого семейства БТ-2 была принята на вооружение 23 мая 1931 года до изготовления опытного образца, так сказать, по чертежам, как Т-27 и Т-26. Это говорит о доверии танкостроителям, об уверенности в безошибочности конструктивных решений. И доверие это было оправдано. Уже 7 ноября 1931 года три БТ-2 и несколько Т-26 участвовали в традиционном военном параде на Красной площади в Москве. А вскоре они в массовом количестве стали поступать в войска. За годы первой пятилетки Красная Армия получила около 5 тыс. таких танков.

Установленный на БТ-2 авиационный двигатель с удельной мощностью, превышавшей 35 л. с. на тонну веса, обеспечивал высокие скоростные качества машины. Большую роль в этом сыграла и конструкция ходовой части. На каждом борту имелось четыре обрезиненных опорных катка, направляющее и расположенное позади ведущее колеса. Они охватывались металлической крупнозвенчатой гусеничной лентой. Для того чтобы перейти на колесный ход, гусеницы снимали, на что затрачивалось 30 мин. Теперь роль ведущих выполняли задние опорные катки. Крутящий момент от двигателя передавался на них через специальный редуктор, который оказался наиболее

слабым местом в конструкции танка. Увеличению быстроходности способствовало также применение индивидуальной (на каждом опорном катке) подвески.

В круглой цилиндрической башне танка размещалась 37-мм пушка, а рядом, в отдельной шаровой установке, специальный танковый пулемет ДТ конструкции Дегтярева. Боекомплект состоял из 96 снарядов и 2709 пулеметных патронов.

К моменту принятия БТ-2 на вооружение ни одна из зарубежных армий подобных машин не имела. Таким образом, советское танкостроение одержало безусловную победу.

В 1932 году создается очередная модификация — танк БТ-5. На нем была установлена командирская радиостанция, авиационный двигатель М-5, спаренная с пулеметом 45-мм танковая пушка обр. 1932 года, усилены некоторые узлы ходовой части. Небольшое количество этих танков, вооруженных 76,2-мм полковой пушкой, предназначалось для огневой поддержки атакующих танков.

Следующая модификация колесно-гусеничных танков БТ-7 отличалась от БТ-5 большим запасом хода. Двигатель М-5 заменили авиационным М-17Т. На БТ-7, кроме того, установили ленточный плавающий тормоз системы профессора В. И. Заславского, одинаково эффективно работавший при движении как задним, так и передним ходом. Вместо крупнозвенчатой гусеницы применили мелкозвенчатую. Несколько увеличили толщину брони, а броневые листы соединяли методом сварки. В результате броневой корпус приобрел значительно большую жесткость и прочность.

В последующем башню стали делать конической, что повысило ее пулестойкость. За счет улучшения компоновки агрегатов увеличили боекомплект. На некоторых машинах устанавливали дополнительный пулемет в задней нише и зенитный пулемет на крыше башни.

В 1938 году на БТ-5 был опробован только что сконструированный отечественный танковый бескомпрессорный дизельный двигатель. А с 1939 года налаживается серийное производство БТ-7М — первых в мире танков с мощным дизельным двигателем.

**Танковый дизельный двигатель.** Еще в условиях конкурса, объявленного в 1919 году, говорилось о том, что двигатель танка должен работать на керосине. Стремление использовать это топливо для двигателей внутреннего сгорания было обусловлено не только его сравнительной дешевизной. Огромную роль здесь играла и меньшая вероятность возникновения пожара в боевой машине.

Напомним, что первая попытка создать двигатель, работающий на керосине, была сделана в 1889 году русским морским офицером Е. А. Яковлевым. В его двигателе топливо воспламенялось с помощью калильной трубки. Двигатель с воспламенением от сжатия разработал в 1897 году Р. Дизель. Через два года на одном из петербургских заводов испытывается более совершенный стационарный двигатель, работавший и на керосине, и на нефти. Впрыск топлива

осуществлялся сжатым воздухом, вырабатываемым специальным, довольно громоздким компрессором.

Заслуга же создания бескомпрессорного двигателя с самовоспламенением рабочей смеси при высокой степени сжатия принадлежит нашему соотечественнику Г. В. Тринклеру. В 1900 году его двигатель, работавший на нефти и предназначенный для установки на транспортных средствах — теплоходах, подводных лодках, успешно прошел испытания на Путиловском заводе. В дальнейшем двигатели подобного типа пытались устанавливать на сухопутных транспортных средствах. Однако они оказались громоздкими и, что весьма существенно, малоэкономичными. Ликвидировать как тот, так и другой недостаток можно было лишь сконструировав новую топливоподающую аппаратуру.

В 1922 году для дозирования и впрыскивания тяжелого дизельного топлива непосредственно в цилиндры, советские инженеры разработали топливные насосы и форсунки, которые в 1930 году уже применялись в четырехцилиндровом бескомпрессорном двигателе Д-40 мощностью 470 л. с. Скорость вращения его коленчатого вала не превышала 215 об/мин, а танк нуждался в быстроходном двигателе. К его разработке в 1932 году приступила группа конструкторов одного из машиностроительных заводов, в состав которой входили Я. Е. Вихман, И. Я. Трашутин и другие.

Первые испытания V-образного 12-цилиндрового танкового двигателя БД-2 проводились в 1933 году. Он развивал мощность 400 л. с. при скорости вращения коленчатого вала 1700 об/мин.

После всесторонних испытаний двигателю присваивается наименование В-2, а в 1939 году началось его серийное производство на специально построенном для этого заводе. Отныне советские танки были обеспечены первоклассными, не имевшими себе равных в мировой практике, двигателями.

Новый двигатель, по сравнению с применявшимся на танках авиационным М-17Т, требовал на 25—36 проц. меньше топлива, благодаря чему можно было значительно увеличить запас хода танков. Не имея сложной системы зажигания, он был менее капризным. Устойчиво работал на малых оборотах, что обеспечивало хорошие тяговые качества и приемистость. Почти в два раза увеличился ресурс — продолжительность работы до ремонта.

На учениях и маневрах, а также во время боев на реке Халхин-Гол, в освободительном походе в Западную Белоруссию и Западную Украину танки БТ продемонстрировали высокую быстроходность не только на колесах, но и на гусеницах. Однако надежность колесно-гусеничного движителя оставляла желать лучшего.

**Средние и тяжелые танки.** Наряду с легкими машинами в 1932 году создается средний танк Т-28. Его предполагали использовать для качественного усиления общевойсковых соединений при прорыве сильно укрепленных оборонительных полос. Вооружение — пушку и

пулеметы — разместили в трех башнях. Рассчитывали, что это позволит экипажу более гибко маневрировать огнем и подавлять одновременно несколько целей. Боекомплект танка составлял 70 снарядов и 7938 патронов к пулеметам. Заметим, что по вооружению Т-28 в течение ряда лет оставался сильнейшим средним танком в мире (рис. 11).

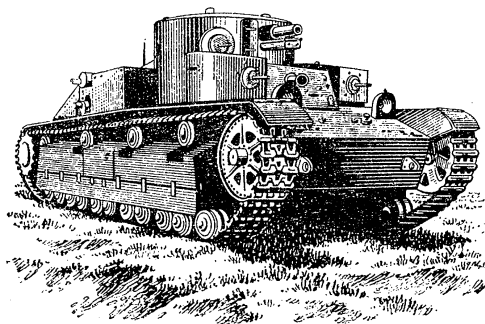


Рис. 11. Средний танк Т-28

кированная на четыре катка (как и у Т-26), обеспечивала высокую плавность хода и преодоление танком довольно сложных препятствий.

С 1933 года промышленность приступила к выпуску отечественного тяжелого танка Т-35. На него возлагались функции дополнительного усиления войск, прорывающих сильные укрепленные позиции. В пяти башнях Т-35 поместили три пушки и пять пулеметов, 316 артиллерийских выстрелов и 10000 патронов к пулеметам. Танк получился громоздким, недостаточно поворотливым. Было построено всего несколько десятков таких машин. Как и Т-28, они применялись в боях первого периода Великой Отечественной войны (рис. 12).

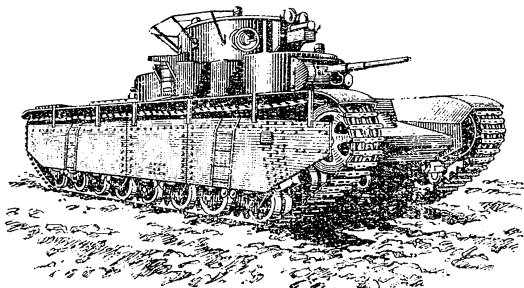


Рис. 12. Тяжелый танк Т-35

**Танки с противоснарядным бронированием.** Все танки начала 30-х годов имели, как правило, противопульное бронирование, защищавшее от 7,62 и 14,2-мм пуль, а также от осколков артиллерийских снарядов. В те годы специальной противотанковой артиллерии не существовало и конструкторы за счет толщины брони повышали маневренность танков.

В 1936—1937 годах на вооружении появляются 37 и 50-мм противотанковые пушки, бронебойные снаряды которых пробивали броню

толщиной до 58 мм. Первая встреча танков с такой артиллерией произошла в ходе гражданской войны в Испании. Следовательно, появилась и неотложная надобность в усилении не только бронирования танков, но и их артиллерийского вооружения, с тем чтобы оно могло бороться с противотанковыми средствами противника.

При составлении задания на проектирование танка с противоснарядным бронированием возник вопрос, как добиться правильного сочетания защищенности машины с высокой огневой мощностью и маневренностью? Конструкторы понимали, что простое увеличение толщины брони многобашенных Т-28 и Т-35 привело бы к недопустимому повышению веса машины. И все же, очевидно, под грузом традиций, тяжелый танк решили делать многобашенным. Трехбашенным должен был стать танк СМК, к проектированию которого в 1938 году приступило конструкторское бюро Кировского завода. Правда, уже опытный его образец, по рекомендации членов Правительства, на рассмотрение и утверждение которых был представлен проект, сделали двухбашенным (рис. 13). При 60-мм броне и двух (76- и 45-мм) пушках вес танка достигал 58 т.

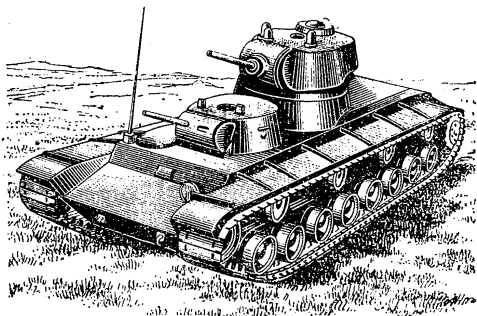


Рис. 13. Танк с противоснарядным бронированием СМК

Примерно такие же характеристики имел и Т-100 — опытный образец второго тяжелого танка. В процессе проектирования А. С. Ермолаев, Н. Л. Духов, Н. Ф. Шашмурин и другие конструкторы под руководством Ж. Я. Котина искали наиболее эффективные, оригинальные решения. Так, на СМК они установили опорные катки с внутренней амортизацией, широкие гусеничные ленты, индивидуальную подвеску нового типа — стержневую (торсионную). Эта подвеска из стальных стержней, работавших на скручивание, помещалась в корпусе машины над днищем, занимала мало места и была полностью защищена от поражения.

Расчеты убедили в том, что существует один путь уменьшения веса тяжелого танка — это создание однобашенной машины. В 1939 году проектируется КВ — первый однобашенный тяжелый танк защищенный 75-мм противоснарядной броней и вооруженный специально разработанной для него 76-мм пушкой с начальной скоростью снаряда, равной 662 м/сек. Опытный образец КВ прошел испытания не только на полигоне, но и в боях на Карельском перешейке. 19 декабря 1939 года он был принят на вооружение Красной Армии под маркой КВ-1 (рис. 14).

Опыт проектирования и эксплуатации легких танков довольно убедительно говорил о том, что колесно-гусеничный движитель

усложняет и ходовую часть, и силовую передачу. Тем не менее средний танк Т-28 поставили на колесно-гусеничный ход. Опытная машина получила название Т-29. Некоторые решения, в частности, корпус и башня с большим наклоном броневых листов, а также колесно-гусеничная ходовая часть с тремя парами опорных катков из четырех, выполнявшими роль ведущих, проверялись на опытном танке БТ-ИС.



Рис. 14. Танк с противоснарядным бронированием КВ-1

Эти и многие другие работы советских конструкторов являлись подготовкой к созданию качественно нового среднего танка с противоснарядным бронированием. Непосредственное создание такой машины началось в октябре 1937 года. В соответствии с заданием конструкторы должны были разработать колесно-гусеничную машину, которая могла бы развивать одинаковую скорость как на колесах,

так и на гусеницах. Это, по мнению заказчиков, исключило бы потерю управления в случае повреждения одной из гусениц. Работу поручили коллективу конструкторов (А. А. Морозов, Н. А. Кучеренко, М. И. Таршинов и другие), который возглавил М. И. Кошкин. Кстати, этот коллектив вел все работы по модернизации танков БТ.

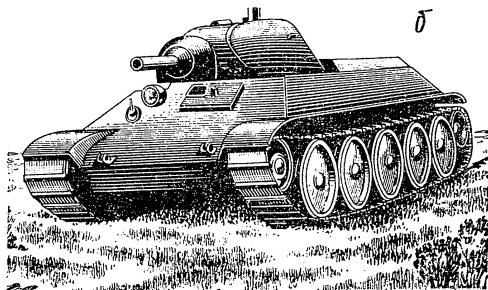
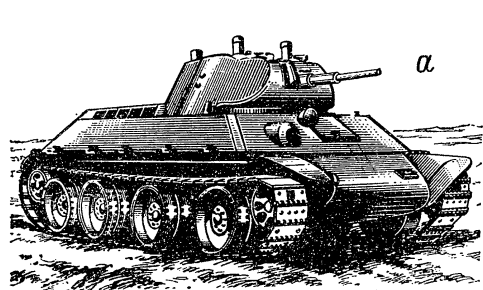


Рис. 15. Средние колесно-гусеничные танки: а — А-20; б — А-30

В опытном образце нового среднего колесно-гусеничного танка А-20 воплощен ряд найденных ими интересных решений, к которым прежде всего следует отнести сварной корпус оригинальной формы, разработанный под руководством М. И. Таршинова. Большие углы наклона броневых листов заставляли снаряды ricochetировать, что и обеспечивало резкое повышение снарядостойкости. Такую форму корпуса по сей день копируют зарубежные танкостроители и называют ее в своих справочниках идеальной. Несколько позже создается А-30, отличавшийся от А-20 более мощным вооружением и усиленной броневой защитой (рис. 15, а, б).



Стремясь доказать все выгоды чисто гусеничного движителя, конструкторы, по инициативе М. И. Кошкина и А. А. Морозова, одновременно с А-20 разработали танк Т-32. Летом 1939 года обе машины прошли государственные испытания, зимой того же года приняли участие в боевых действиях против белофиннов. И только потом было принято решение остановиться на чисто гусеничном движителе и модернизировать Т-32 — усилить его броневую защиту.

19 декабря 1939 года, еще до окончания работ, новому среднему танку присвоили марку Т-34 и приняли его на вооружение (рис. 16).

**Самоходно-артиллерийские установки.** Мысль о необходимости сделать артиллерийские орудия самоходными возникла давно. Уже в 1912 году в России зенитные пушки устанавливались на шасси грузовых автомобилей. По мнению создателей этих орудий, только таким образом можно было повысить мобильность артиллерии.

Исходя из опыта гражданской войны, отличавшейся высокой маневренностью, советские артиллеристы пришли к твердому убеждению, что непрерывное сопровождение не только кавалерии, но и пехоты способны обеспечить лишь самоходные артиллерийские орудия.

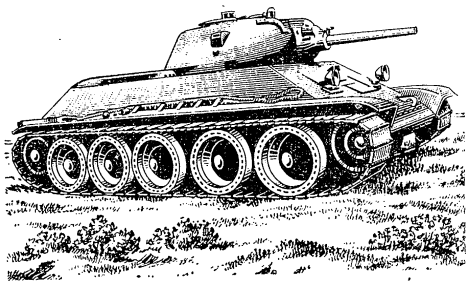


Рис. 16. Средний танк Т-34 (1939 г.)

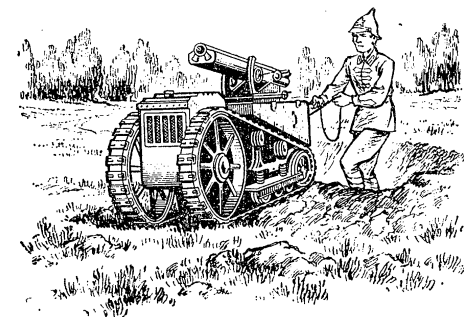


Рис. 17. Первая советская самоходная батальонная пушка (1923 г.)

Исходя из опыта гражданской войны, отличавшейся высокой маневренностью, советские артиллеристы пришли к твердому убеждению, что непрерывное сопровождение не только кавалерии, но и пехоты способны обеспечить лишь самоходные артиллерийские орудия. И вот в 1921 году Главным артиллерийским управлением предпринимаются некоторые организационные шаги и, в частности, создаются специальные конструкторские бюро по проектированию самоходной артиллерии.

Первую советскую 45-мм самоходную батальонную пушку (рис. 17) разработал в 1923 году инженер Н. В. Каратеев. Управление осуществлял один человек,

который шел за ней, как за плугом. Весила установка 500 кг. Мощность двигателя составляла 10 л. с., скорость движения — 5 км/час. В последующие годы проектируются и строятся разведывательный артиллерийский самоход весом 5,5 т и 76-мм зенитная пушка на базе трактора. Надо сказать, что все эти работы способствовали накоплению опыта в проектировании самоходно-артиллерийских установок.

С 1925 года проектирование самоходных установок и, в частности, 76-мм полковой самоходной пушки на специальной гусеничной базе занимается комиссия по механизации и тракторизации армии, созданная при артиллерийском комитете ГАУ. В начале 30-х годов перед комиссией в связи с интенсивно развернувшейся моторизацией и механизацией Красной Армии была поставлена задача обеспечить необходимую маневренность и проходимость артиллерии путем создания самоходных орудий на гусеничной базе серийных танков. Это позволило бы повысить огневую и ударную мощь механизированных и танковых частей.

В августе 1933 года постановлением Реввоенсовета СССР утверждается «Система артиллерийского вооружения на вторую пятилетку».

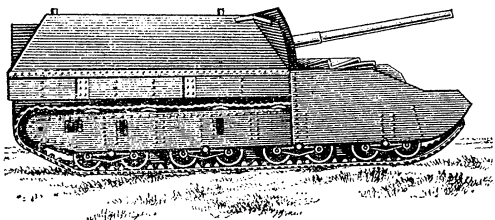


Рис. 18. Самоходно-артиллерийская установка СУ-14-Br2

В этом документе значительное внимание уделялось самоходной артиллерии. Так, для разведывательных отрядов и конницы предусматривалось создать 76-мм самоходную пушку, для механизированных соединений и стратегической конницы — самоходные 76-мм пушки, 122-мм гаубицы и 152-мм мортиры, для механизированных и общевойсковых соединений, а также для

конницы — 76-мм самоходную зенитную пушку, для артиллерии резерва Главного командования и артиллерии большой мощности — 152-мм пушки и 203-мм гаубицы.

Спустя четыре года принимается «Система артиллерийского вооружения» на очередное пятилетие. Работы по воплощению этих планов в жизнь дали значительные результаты. До 1940 года было разработано и изготовлено малыми сериями двенадцать типов самоходно-артиллерийских установок (САУ) различного назначения. Конструкторы стремились, во-первых, использовать в качестве базы серийные танки Т-26, Т-28, Т-35 и, во-вторых, максимально унифицировать установки, т. е. на базе одного танка размещать артиллерийские орудия разных калибров. Например, созданный в 1934 году комплекс СУ-5 — «малый триплекс» — включал в себя 76-мм дивизионную пушку, 122-мм дивизионную гаубицу и 152-мм дивизионную мортиру, каждая из которых была установлена на универсальном самоходном лафете на базе Т-26. «Большой триплекс» — комплекс самоходных установок с 254-мм пушкой, 305-мм гаубицей и 400-мм мортирой — монтировался на базе построенной из узлов и агрегатов танков Т-28 и Т-35. Велись работы и над «большим дуплексом» — самоходно-артиллерийскими установками СУ-14, вооруженными 152-мм пушкой и 203-мм гаубицей и не имевшими бронирования. На базе 152-мм СУ-14 в 1939 году создается установка СУ-14-Br2 с закры-

тым боевым отделением (рис. 18). Вес ее достигал 65 т, скорость 25 км/час. Одновременно на базе опытного тяжелого танка Т-100 построили самоходно-артиллерийскую установку СУ-100У (рис. 19). Обе САУ применялись в боях под Москвой осенью и зимой в 1941 и в начале 1942 года.

В предвоенные годы советские конструкторы создали ряд оригинальных самоходно-артиллерийских установок, которые не только не уступали, но и превосходили соответствующие зарубежные установки. Они обладали качествами, необходимыми для успешного решения задач во всех видах боевых действий. Калибр их пушек значительно превосходил калибр танковых пушек: большинство танков вооружалось 37- и 45-мм орудиями. Однако в те годы массового распространения самоходная артиллерия не получила. Этот новый вид оружия недооценивался. Создание же тяжелых танков с пушками более крупного калибра укрепило позиции противников самоходной артиллерии.

Второй этап развития советского танкостроения завершался на пороге второй мировой войны разработкой во всех отношениях совершенных танков и самоходно-артиллерийских установок. В этих машинах наилучшим образом гармонично сочетались мощное вооружение, стойкая броневая защита, высокая маневренность. Их конструкция отвечала требованиям крупносерийного производства, а также полевого ремонта в боевых условиях.

Мощная экономическая база, созданная под руководством Коммунистической партии в годы первых пятилеток, позволила осуществить коренную техническую реконструкцию армии и флота, оснастить их современными средствами вооруженной борьбы. Заново созданная отечественная танковая промышленность успешно справлялась с выпуском огромного количества танков. К концу второй пятилетки в Красной Армии насчитывалось 15 тыс. танков, из них около 12 тыс. основных образцов. Это позволило приступить к формированию крупных оперативных соединений — механизированных корпусов, — насчитывавших в своем составе более чем по 500 танков и 200 автомобилей.

В преддверии второй мировой войны бронетанковые и механизированные войска стали одним из основных родов войск, главной ударной силой Красной Армии.

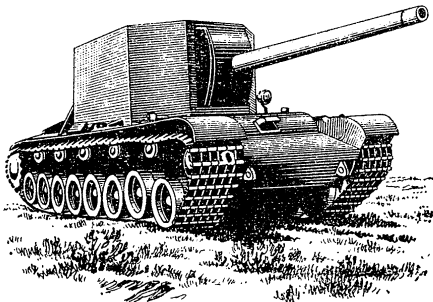


Рис. 19. Самоходно-артиллерийская установка СУ-100У

## 2. В ГОДЫ ВЕЛИКОЙ ОТЕЧЕСТВЕННОЙ ВОЙНЫ

### Лучшие в мире

Третий этап развития советского танкостроения начался в 1940 году, когда вторая мировая война была уже в разгаре. К этому времени социалистическая промышленность достигла такого уровня развития, который давал возможность организовать крупносерийное производство качественно новых танков Т-34 и КВ, а следовательно, и поставить вопрос о коренном перевооружении бронетанковых войск. Проблема была сложнейшая и решать ее пришлось в очень трудных условиях — в годы военных испытаний. Жизнеспособность боевых машин проверялась не на полигоне, а в сражениях Великой Отече-

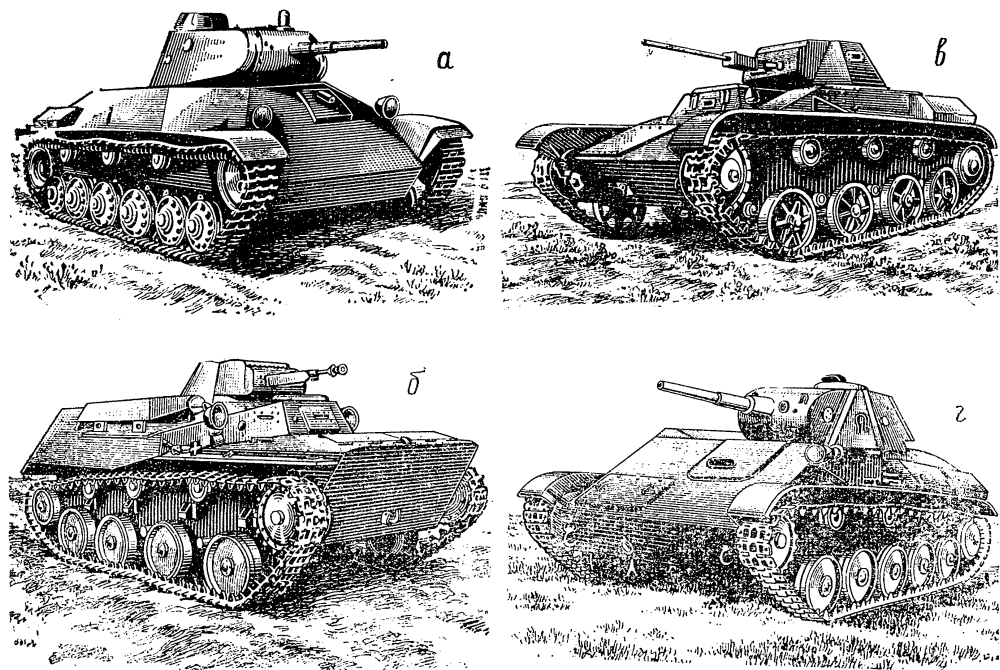


Рис. 20. Легкие танки:  
а — Т-50; б — Т-40; в — Т-60; г — Т-70

ственной войны. Опыт применения бронетанковой техники давал от правные данные для модернизации существовавших образцов, создания в самые сжатые сроки новых танков (тактико-технические харак теристики танков этого периода приведены в табл. 3).

**Легкие танки** (рис. 20, а, б, в, г). Опыт проектирования и приме нения танкеток и легких танков, накопленный в предшествовавшие годы, позволил прийти к выводу о необходимости разработать машину,

Таблица 3

Марка танка	Боевой вес, <i>т</i>	Экипаж, чел.	Вооружение				Толщина лобовой брони, <i>мм</i>	Мощность двигателя, <i>л. с.</i>	Скорость макс., <i>км/час</i>	Запас хода по шоссе, <i>км</i>	Удельное давление, <i>кг/см<sup>2</sup></i>
			пушка		пулеметы						
			количество	калибр, <i>мм</i>	количество	калибр, <i>мм</i>					
T-50	14,0	4	1	45	1	7,62	37	300	60	344	—
T-40	3,5	2	—	—	1	7,62	13	70	44/5*	330	0,44
					1	12,7	35			450	0,46
T-60	6,4	2	1	20	1	7,62	35—45	70	42	250	—
T-70	10,0	2	1	45	1	7,62		—	45		
T-34 (1940 г.)	26,5	4	1	76	2	7,62	45	500	51,2	370	0,65
T-34 (1943 г.)	31,0	4	1	76	2	7,62	45	500	51,2	430	0,83
T-34-85	32,0	5	1	85	2	7,62	45	500	51,2	420	0,83
KB-1С	42,5	5	1	76	3	7,62	75	600	42	250	0,8
KB-85	46,0	4	1	85	3	7,62	75	600	42	250	0,83
ИС-1	44	4	1	85	3	7,62	120	520	37	240	0,83
ИС-2	46	4	1	122	3	7,62	120	520	37	240	0,82
					1	12,7					

\* В числителе — по суше, знаменателе — на воде.

отличающуюся малым весом и размерами, но способную выполнять не только вспомогательные функции, но и вести самостоятельные боевые действия.

Таким танком, по замыслу, должен был стать принятый на вооружение в 1940 году Т-50. При весе 13,5 *т* он имел сравнительно толстую 37-мм броню, дизельный двигатель мощностью 300 *л. с.*, индивидуальную торсионную подвеску, экипаж из четырех человек. Предполагалось, что Т-50 заменит легкие танки Т-26 и БТ.

Однако сложность машины и большая трудоемкость в производстве заставили вскоре отказаться от выпуска Т-50.

Почти одновременно с Т-50 на вооружение принимается плавающий танк Т-40, заменивший Т-38. Эта машина оказалась более продуманной в технологическом отношении. Вот почему в первые же месяцы войны, пытаясь как можно быстрее увеличить количество боевых машин, советские конструкторы на базе Т-40 создают достаточно простой легкий танк Т-60, вооруженный авиационной скорострельной пушкой, но не приспособленной для плавания, а в 1942 году — Т-70, вооруженный 45-мм пушкой.

Применение автомобильных узлов и агрегатов, а также сравнительная конструктивная простота названных танков позволяли развернуть их массовое производство. Однако, как показал опыт, круг боевых задач, которые могли выполнять эти легкие, защищенные

слабой броней машины, был весьма ограничен. Увеличение же толщины брони привело бы к резкому росту веса и уменьшению проходимости. Поэтому с осени 1942 года их производство сокращается, а на базе

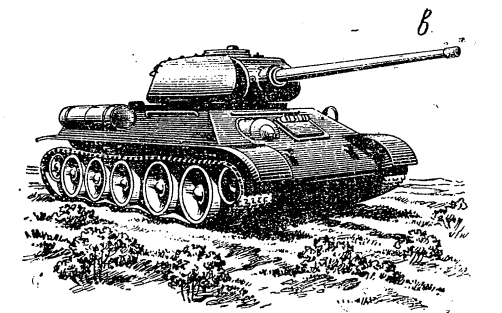
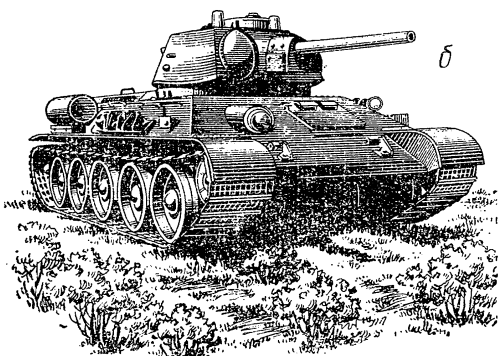
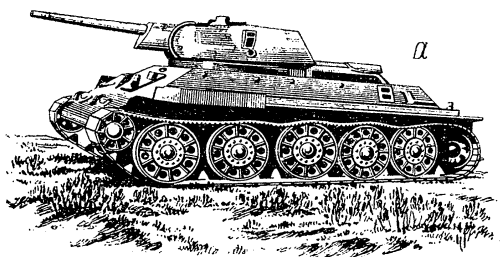


Рис. 21. Средние танки:

а — Т-34 (1941 г.); б — Т-34 (1943 г.); в — Т-34-85 (1944 г.)

Т-70 создаются самоходно-артиллерийские установки.

Всего за годы войны было выпущено около 6000 танков Т-60 и 8226 танков Т-70.

**Средние танки** (рис. 21, а, б, в). Основным и единственным средним танком советских бронетанковых войск в течение всего рассматриваемого периода оставался Т-34. Обусловлено это было замечательными свойствами тридцатьчетверки.

Лучшим свидетельством качеств боевой техники является оценка, которую дает ей противник. Что касается прославленного Т-34, то ни один гитлеровский вояка, бравшийся за перо в годы войны и в послевоенное время, не удержался от похвал в его адрес. Приведем лишь несколько примеров.

Генерал Блюментрит: «противотанковые орудия, которые тогда (в 1941 году — Авт.) состояли на вооружении нашей пехоты, были беспомощны против танков Т-34... В результате появления у русских этого нового танка пехотинцы оказались совершенно беззащитными...»

Генерал Шнейдер: «Танк Т-34 произвел сенсацию. . . Русские, создав исключительно удачный и совершенно новый тип танка, совершили большой скачок вперед

в области танкостроения. Благодаря тому, что им удалось хорошо засекретить все свои работы по выпуску этих танков, внезапное появление новых машин на фронте произвело большой эффект».

Генерал Гудериан: «... противник... располагал новым типом танка Т-34, который намного превосходил немецкие машины своей проходимостью, толщиной брони и бронейбойностью пушки».

Западногерманский журнал «Зольдат унд техник» писал в декабре 1965 года, «что советский танк Т-34, бесспорно, был подлинным шедевром в истории развития военной техники».

В первые годы войны конструкторы на заводах, выпускавших тридцатьчетверки, принимали частные решения, направленные на упрощение производства, улучшение боевых качеств танка. Однако в целом по сравнению с серийным образцом Т-34 выпуска 1940 года танк до конца 1942 года оставался неизменным.

Зимой 1942—1943 года была проведена первая комплексная, самая крупная модернизация Т-34. Прежде всего увеличили толщину брони, а с введением автоматической сварки корпуса под флюсом, в интересах технологии, упростили конструкцию броневое корпуса. Изменили конфигурацию литой башни — она стала шестигранной. Чтобы обеспечить командиру лучшие условия для управления боем, на башне установили специальную командирскую башенку. Четырехступенчатую коробку передач заменили пятиступенчатой. Это повысило тяговые качества машины, облегчило переключение передач. Были также введены литые опорные катки, увеличена емкость топливных баков, усовершенствованы воздухоочистители. В результате модернизации заметно повысилась надежность всех агрегатов танка и его боевые качества.

Заметим, что все технические и технологические решения, принятые в процессе модернизации, не влекли за собой кардинальных конструктивных изменений машины. Следовательно, выпуск танков не уменьшился.

В конце 1943 года, когда у гитлеровцев появились танки с повышенной толщиной брони и более мощным вооружением, коллектив Сормовского завода за весьма короткий срок модернизировал вооружение и создал новую башню. Установленная на танке длинноствольная 85-мм пушка имела высокую дульную энергию и другие значительно повышенные баллистические качества. На дальности 1000 м она пробивала 100-мм броню немецких тяжелых танков.

Радист-пулеметчик, введенный в состав экипажа, располагался рядом с механиком-водителем. В его обязанности входило работать на радиостанции и вести стрельбу из лобового пулемета.

Вес модернизированной тридцатьчетверки несколько увеличился, но проходимость практически не изменилась. На вооружение Т-34-85 поступил 15 декабря 1943 года, а в 1944 году таких машин наша промышленность выпустила около 11000 единиц.

Танк Т-34 — самый массовый танк периода второй мировой войны — на долгие годы определил пути развития мирового танкостроения. Еще в первые месяцы войны гитлеровское фронтовое командование поставило вопрос об организации производства Т-34 в Германии. Была создана специальная комиссия с тем, чтобы «собрать материалы в целях изучения русских танков и конструирования на основе этого новых танков».

Воспроизвести Т-34 немецкие конструкторы не смогли. А вот основные конструктивные решения — форму корпуса, опорные катки большого диаметра с резиновыми бандажами — копировали упорно. Очертанием корпуса танки Т-V «пантера», Т-V1 «тигр» и Т-V1В «королевский тигр» явно напоминали Т-34.

Тридцатьчетверка послужила прообразом и для американского М-26 и английского «комета». Послевоенные американские танки М-48 и М-60 и западногерманский «леопард» также носят на себе следы подражания славному Т-34.

**Тяжелые танки** (рис. 22, а, б, в, г, д, е). Принятый на вооружение в конце 1939 года КВ-1 и построенный одновременно с ним так называемый артиллерийский тяжелый танк КВ-2, оснащенный 152-мм гаубицей, с первых дней Великой Отечественной войны оказались самыми мощными танками. В начале 1941 года незначительной модернизации подвергся КВ-1. В частности, увеличение толщины лобовой брони до 105 мм обеспечило машине безусловную неуязвимость, но сделало ее тяжелей, чем бы хотелось.

Осенью 1942 года выпускается модернизированный танк КВ-1С. Несколько меньшая толщина его брони позволила повысить маневренные качества. Ряду усовершенствований подверглись силовая установка и силовая передача, в результате чего заметно повысилась их надежность. На башне установили командирскую башенку, облегчавшую наблюдение и управление боем. Вооружение танка оставалось неизменным до 1943 года. Летом на него устанавливают 85-мм пушку в литой башне с 100-мм броней. Танку присваивается марка КВ-85, и он выпускается небольшой серией.

1943 год стал годом коренного перелома в ходе войны. В Курской битве Красная Армия окончательно и бесповоротно закрепила за собой стратегическую инициативу. Организующая деятельность Коммунистической партии и героические усилия советского народа способствовали коренному перелому и в работе тыла страны. Достаточно отметить, что уровень производства танков и САУ по сравнению с первым периодом войны возрос на 31 проц.

Боевой опыт давал нашим конструкторам богатейший материал, на основании которого в сжатые сроки боевая техника не только модернизировалась. Создавались новые образцы, отвечавшие всем требованиям войны. К их числу относятся тяжелый танк ИС, разработанный конструкторским бюро под руководством Героя Социалистического Труда Ж. Я. Котина. Этот танк решили противопоставить гитлеровским тяжелым танкам с толстой броней и мощным вооружением.

Вначале небольшой серией выпустили танк ИС-1, оснащенный 85-мм пушкой. Но как только завершилась отработка новой длинноствольной 122-мм танковой пушки с клиновым затвором и новой литой башни, в войска в 1943 году стали поступать танки ИС-2 — самые мощные танки второй мировой войны. Необходимо отметить, что создав эту машину, конструкторы выполнили задание Коммунисти-



ческой партии и Советского правительства, разработали мощный танк, вес которого не превышал веса КВ. Добились этого благодаря применению целого ряда новых малогабаритных агрегатов. Очень важно и то, что компоновка машины, конструкция ее агрегатов и деталей

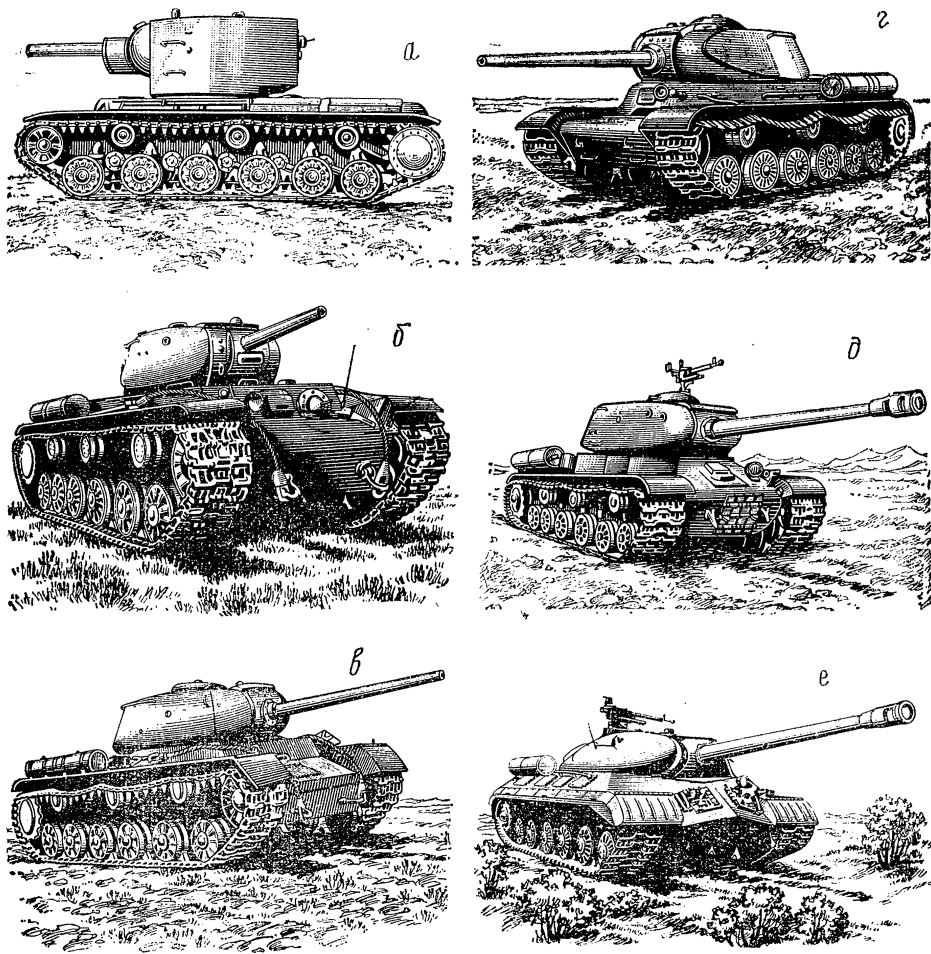


Рис. 22. Тяжелые танки:

а — КВ-2; б — КВ-1С; в — КВ-85; г — ИС-1; д — ИС-2; е — ИС-3

обеспечивали производство ремонта машины в полевых условиях. Наша отечественная школа танкостроения еще раз подтвердила, что она является наиболее передовой, прогрессивной. В этом убеждает тот факт, что будучи легче немецкого тяжелого танка «тигр» почти на 11 т, ИС-2 по бронезащите превосходил немецкую машину в 1,5 раза. Да и пушка нашего танка была более мощной. Не случайно

с появлением на поле боя танков ИС-2 гитлеровское командование вынуждено было дать указание своим танкистам избегать встречных боев с нашими танками, а вести с ними огневую борьбу из засад и укрытий.

В самом конце войны на вооружение наших бронетанковых войск принимается тяжелый танк ИС-3, оснащенный мощной 122-мм пушкой и пулеметами. По конструкции корпуса и башни, по внутренней компоновке и приборному оснащению он представлял собой качественно новую машину. Конструкторам удалось значительно уменьшить высоту танка, повысить его устойчивость и плавность хода, маневренность и проходимость.

Танк ИС-3, как и Т-34, на долгие годы стал предметом подражания. Форму его корпуса и поныне копируют зарубежные конструкторы.

**Самоходно-артиллерийские установки** (рис. 23, а, б, в, г, д, е, ж). Большое развитие самоходная артиллерия получила в годы Великой Отечественной войны (тактико-технические характеристики САУ приведены в табл. 4).

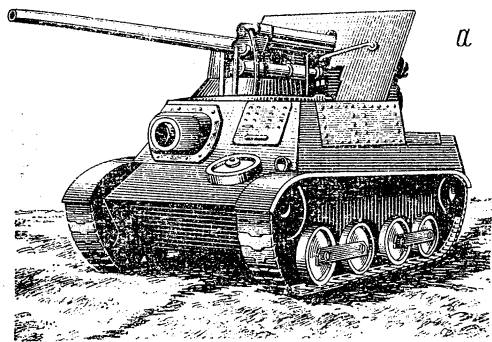
Уже осенью 1942 года, когда Красная Армия начала подготовку к решающим наступательным боям, танкостроители получили задание правительства разработать на базе серийного легкого, среднего и тяжелого танков новые самоходно-артиллерийские установки. Предусматривалось широко использовать эти машины для непосредственной поддержки и сопровождения пехоты и танков и, что особенно важно, для борьбы с танками противника.

**Легкие САУ.** В июле 1941 года принимается решение установить 57-мм противотанковую пушку на шасси артиллерийского тягача — полубронированного трактора «Комсомолец», а в конце августа ЗИС-30 — первая САУ, созданная в годы войны, — принимает участие в оборонительных боях, несколько позже в разгроме немецко-фашистских войск под Москвой. В тот период ведутся работы и над малокалиберными зенитными САУ на базе танка Т-26 и грузового автомобиля, а также над другими образцами, не получившими дальнейшего развития.

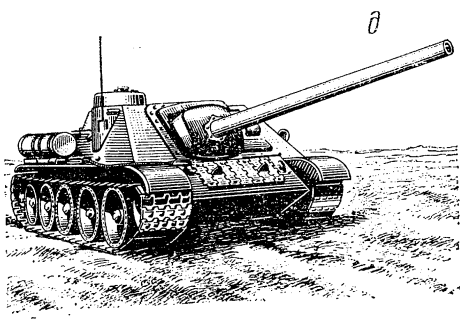
В октябре 1942 года разворачивается производство легких самоходно-артиллерийских установок СУ-76 на базе легкого танка Т-70.

Установка была полубронированной: в ее рубке отсутствовали крыша и задний броневой лист. Это в определенной степени снизило вес установки. Защищенность экипажа и оборудования была недостаточной. СУ-76 вооружили 76-мм пушкой образца 1942 года ЗИС-3, которая считалась одним из самых удачных орудий первых лет войны. По своим качествам эта САУ превосходила немецкие штурмовые орудия с пушкой сравнимого калибра.

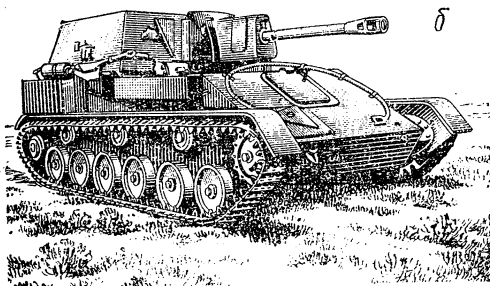
В годы войны СУ-76 и ее модификация СУ-76М широко использовались в качестве орудия сопровождения пехоты и зарекомендовали себя в этом качестве с лучшей стороны.



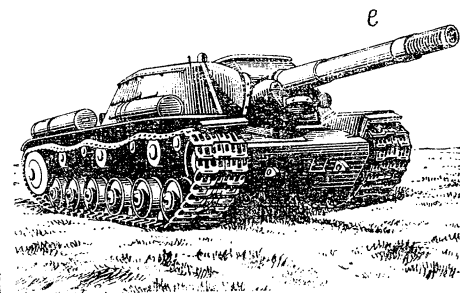
а



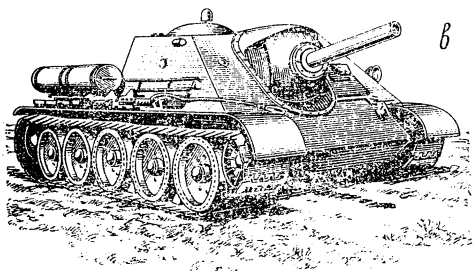
д



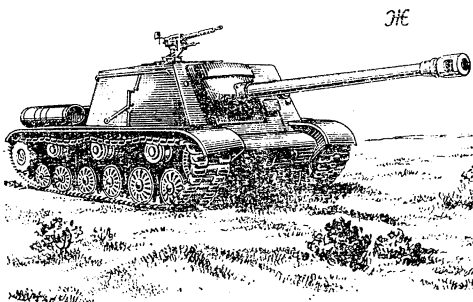
б



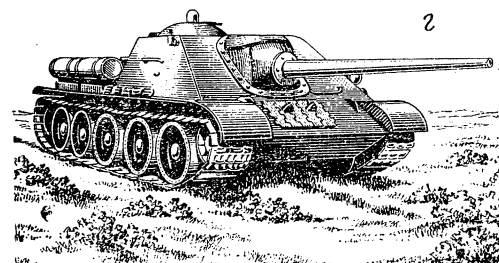
е



в



же



з

Рис. 23. Самоходно-артиллерийские установки:  
 а — ЗИС-30; б — СУ-76М; в — СУ-122; г — СУ-85; д — СУ-100; е — СУ-152; жс — ИСУ-122С

Таблица 4

Марка САУ	Боевой вес, т	Экипаж, чел.	Вооружение: тип, калибр, мм	Боекомплект снарядов, шт.	Вес броневой траассирующего снаряда, кг	Начальная скорость снаряда, м/сек	Дальность прямого выстрела, м	Толщина лобовой брони, мм	Скорость макс., км/час	Запас хода (по шоссе), км
СУ-76м	10,5	4	Пушка 76	60	6,5	655	900	35—25	45	250
СУ-122	30,9	5	Гаубица 122	40	—	515	600	45	55	350
СУ-85	29,6	4	Пушка 85	48	9,2	800	900	45	55	300
СУ-100	31,6	4	Пушка 100	34	15,88	900	1100	110—75	50	310
СУ-152	45,5	6	Пушка-гаубица 152	20	48,78	655	700	70—60	43	330
ИСУ-152	46,0	5	Пушка-гаубица 152	20	48,78	655	700	90—60	35	220
ИСУ-122	—	5	Пушка 122	30	25	800	1000	90—60	35	220

**Средние САУ.** Целое семейство самоходно-артиллерийских установок, которые применялись главным образом для артиллерийской поддержки и сопровождения танков на поле боя, было создано на базе танка Т-34.

Первой из них стала СУ-122, разработанная одновременно с СУ-76 и вооруженная 122-мм гаубицей. Осенью 1943 года вместо нее принимается на вооружение установка с 85-мм пушкой. В течение 1944 года СУ-85 с успехом применялись в качестве истребителя танков и орудия сопровождения танковых подразделений. Осенью 1944 года на фронте появляется еще более мощная установка — СУ-100, оснащенная 100-мм морской пушкой, обладавшей исключительно высокими броневыми качествами.

**Тяжелые САУ.** По решению, принятому в начале 1942 года, на базе танка КВ-1С разрабатывается тяжелая САУ. Вооруженная 152-мм пушкой-гаубицей, она предназначалась для стрельбы прямой наводкой, должна была стать мощным средством уничтожения вражеских танков.

На проектирование и изготовление опытного образца было отведено всего 25 суток. Точно в срок, 1 марта 1943 года, изготавливается первая партия СУ-152. В июле 1943 года в районе Курской дуги они вступили в бой и подбили 12 немецких тяжелых танков «тигр» и 7 тяжелых самоходных орудий «фердинанд», остановив наступление гитлеровцев на одном из участков фронта. Применение СУ-152 явилось полной неожиданностью для гитлеровцев и оказало на них ошелом-

ляющее действие, Сорокакилограммовые снаряды проламывали броню, срывали башни с тяжелых танков. Наши воины называли СУ-152 «зверобоем».

В конце 1943 года на базе только что созданного тогда танка ИС конструкторы разрабатывают самоходно-артиллерийскую установку ИСУ-152, а несколько позже и ИСУ-122, вооруженную 122-мм полевой пушкой, полностью взаимозаменяемой с 152-мм пушкой-гаубицей. Установив же танковую 122-мм пушку, создали самоходно-артиллерийскую установку ИСУ-122С.

Применение самоходно-артиллерийских установок в годы Великой Отечественной войны ни в коей мере не представляло собой временной меры, с помощью которой восполнялся недостаток танков. Самоходная артиллерия оказалась совершенно новым видом вооружения, успешно прошедшим суровую боевую проверку. Высокие маневренные качества САУ, их способность вести точный огонь не только прямой наводкой, но и с закрытых позиций сделали это оружие абсолютно необходимым для поддержки высокоманевренных действий танковых частей и соединений.

### **Танки капиталистических стран**

К началу второй мировой войны ни одно капиталистическое государство не имело на вооружении танков, которые в полной мере отвечали бы требованиям общевойскового боя. И это несмотря на то, что

и в Англии, и в США, и в Германии, и в других странах в период между мировыми войнами велось проектирование танков, создавались десятки опытных машин. Большинство опытных и серийных танков по своим характеристикам отвечали военным доктринам, ориентированным на ведение быстротечных боевых действий, на «молниеносную» войну. Они обладали неплохими скоростными характеристиками, но отличались слабым вооружением и бронированием. Тяжелые же танки из-за увеличения их веса теряли скоростные качества.

Но наиболее характерной чертой танкостроения капиталистических государств того периода была явная отсталость, отсутствие четких концепций, собственных школ. Все это привело к тому, что во всех капиталистических государствах в годы второй мировой войны делались неоднократные и, как правило, неудачные попытки создать танки, более или менее отвечающие требованиям времени (тактико-технические характеристики танков зарубежных армий приведены в табл. 5).

**Танки Англии.** На вооружении английской армии состояли так называемые пехотные и крейсерские танки. Кроме того, имелись легкие танки, предназначенные для воздушно-десантных войск.

В 1940 году в боях, происходивших на территории Франции, применялся пехотный танк Mk-II «Матильда» с противоснарядным

Таблица 5

Страна	Марка танка	Боевой вес, т	Экипаж, чел.	Вооружение				Толщина лобовой брони, мм	Скорость макс., км/час
				пушка		пулеметы			
				количество, шт.	калибр, мм	количество, шт.	калибр, мм		
Англия	МкII «Матильда»	25	3	1	40	2	7,62	80	25
»	МкIII «Валентайн»	16,5	3	1	40	1	7,62	60	30
»	МкIV «Черчилль»	40	5	1	57	2	7,62	150	28
»	«Кромвелл»	28	5	1	75	3	7,62	65	60
»	«Комета»	33,5	5	1	77	2	7,62	76	48
»	«Тетрарх»	8,5	—	1	40	1	7,62	—	64
США	М3ср.	25	7	1	37	4	7,62	50	37
»	М4-А2 «Шерман»	32	5	1	75	1	7,62 12,7	40	40
Германия	T-IIб	6—7	2	—	—	2	7,92	14	50
»	T-III	20	5	1	37	2	7,92	30	55
»	T-IV	24	5	1	75	2	7,92	40	40
»	T-IIIм	22,7	5	1	50	2	7,92	50—30	40
»	T-IVм	24	5	1	75	1	7,92	50—30	40
»	T-V «Пантера»	43,5	5	1	75	2	7,92	85—65	50
»	T-VI «Тигр»	57	5	1	88	2	7,92	100	44
»	T-VIB «Королевский тигр»	68	5	1	88	2	7,92	150	41,5

бронированием. Его малая надежность и сложность механизмов и агрегатов, а также малый запас хода (80 км) и плохая проходимость заставили отказаться от этой машины.

Летом того же года на вооружение английской армии поступил пехотный танк Мк-III «Валентайн». Построенный на автомобильных агрегатах, он оказался более надежным. Однако и Мк-II, и Мк-III в начале 1942 года, когда появились у гитлеровцев 75-мм противотанковые орудия, обнаружили свою крайне большую уязвимость. В конце 1941 г. английские конструкторы создали пехотный танк Мк-IV «Черчилль».

Этот танк напоминал танки первой мировой войны тем, что гусеничные его цепи охватывали корпус. Машина, вес которой в концеходов довели до 45 т, имела крайне слабое вооружение (сначала 40-мм, а с 1944 года 75-мм пушку). Масса конструктивных недоработок, непродуманность технологии его производства привели к тому, что некоторые английские специалисты считали создание этого танка «неприятной главой в истории разработки и производства танков в военное время».

Крейсерские (быстроходные) танки стали строиться в Англии с 1936 года. Этому в значительной степени способствовали впечатле-

ния, вынесенные членами английской военной миссии, присутствовавшей на маневрах Красной Армии и наблюдавших за действиями танков БТ. К машинам этого типа относился танк «Кромвелл». Он обладал высокой скоростью (до 52 км/час), но слабым бронированием и вооружением, что делало его беспомощным перед немецкими средними танками.

«Кромвелл» неоднократно модифицировали. Однако его характеристики существенно не изменялись. Только на заключительном этапе войны появился танк «Комета», который по некоторым конструктивным решениям, бронированию и вооружению во многом напоминал Т-34 образца 1943 года.

В целом английские танки времени второй мировой войны отличались слабым вооружением, недостаточно мощным бронированием и неудовлетворительной эксплуатационной надежностью.

**Танки США.** Армия США имела только легкие и средние танки. До конца второй мировой войны она не получила ни одного сколько-нибудь удовлетворительного образца тяжелого танка. Да и легкие танки, построенные на базе автомобильных агрегатов, не отличались хорошими боевыми качествами. У них была неплохая подвижность, но слабое противопульное бронирование. К таким танкам относятся М3, и М5-А1, состоявшие на вооружении американской армии в начале войны. Более совершенным оказался 18-тонный М24, созданный в 1944 году. Однако и он, вооруженный 75-мм пушкой, применялся лишь для выполнения второстепенных задач.

Исходным образцом среднего танка являлся М3, который даже для тех лет имел несколько необычный вид: трехъярусное расположение вооружения, 75-мм пушка в спонсоне, общая высота более 3 м. В 1942 году М3 коренным образом модернизируется и получает наименование М4-А2 «Шерман». Этот танк стал самой массовой машиной в армиях США, Англии и других стран. Он имел целый ряд модификаций, на каждой из которых стояла своя силовая установка. Этот танк, как и английские, не шел ни в какое сравнение с тяжелыми фашистскими танками. А разработанный в последний период войны М26 с 90-мм пушкой поступил на вооружение слишком поздно, да и боевые его качества также были неудовлетворительными.

Как видим, и Англия, и США вступили во вторую мировую войну, не имея заранее отработанных образцов танков и танковых двигателей.

**Танки гитлеровской Германии.** В развитии бронетанковой техники немецко-фашистской армии прослеживается три периода. Первый продолжался до конца 1941 года. Согласно Версальскому договору, в котором было зафиксировано поражение Германии в первой мировой войне, ей запрещалось проводить исследовательские работы и производить танки. Вопреки этим решениям в 1928 году фирмы, выпускавшие грузовые автомобили, развертывают серьезные исследования. С приходом Гитлера к власти, в 1934 году начинается серийное производство сначала легкого 5,4-тонного танка Т-1, воору-

женного пулеметами, а затем и танков Т-II, Т-III, Т-IV. На вооружение они поступили в 1936—1937 годах.

Все эти машины в той или иной мере отвечали требованиям доктрины «молниеносной» войны. Они были легкими, оснащались малокалиберным, но многочисленным вооружением, способным обеспечить большую плотность огня для подавления живой силы. Обладали большой скоростью при движении по дорогам.

Основным танком считался Т-III, оснащенный 37-мм пушкой. Средний танк Т-IV предназначался для огневой поддержки действий танков других типов и был вооружен 75-мм пушкой.

К началу второй мировой войны гитлеровцы создали мощный бронированный кулак, костяк которого составляли танки новых образцов собственнo германского производства. К моменту же нападения на СССР немецкие танковые дивизии пополнились значительным количеством машин, выпущенных заводами Франции, Чехословакии и других стран, что собственно и обеспечило гитлеровцам временный перевес в танках.

В сражениях, развернувшихся в первые месяцы войны, сразу же выявились слабые стороны немецких танков по сравнению с Т-34 и КВ. И гитлеровцам пришлось приступить к модернизации танков Т-III и Т-IV, отказаться от производства легких танков и, наконец, попытаться спроектировать танк, подобный нашему Т-34. Этот период и можно считать вторым периодом развития немецких танков.

Модернизированный Т-III вооружили 50-мм длинноствольной пушкой, а на Т-IV установили 75-мм длинноствольную пушку. Толщину брони увеличили до 50 мм. Однако желаемых результатов добиться не удалось: из-за увеличения веса маневренность машин еще более ухудшилась.

В 1943 году начался третий период в немецком танкостроении. На вооружение поступили новые машины — тяжелые танки Т-V («пантера») и Т-VI («тигр») и самоходная установка «фердинанд». Проектируя их, немецкие конструкторы стремились максимально использовать все то, что они считали лучшим у советских танков Т-34 и КВ. Главное внимание уделили вооружению: «тигр» и «фердинанд» оснастили 88-мм пушкой.

Гитлеровские танки последнего периода войны оказались очень тяжелыми, а следовательно, малоподвижными и более уязвимыми. Так, в 1944 году гитлеровцы бросили в бой 70-тонный тяжелый танк Т-VIB «королевский тигр» — крайне малоподвижную машину (скорость ее не превышала 25 км/час), вооруженную все той же 88-мм пушкой. Своеобразным «апофеозом» гитлеровского танкостроения на заключительном этапе войны явились два опытных образца сверхтяжелого 180-тонного танка «мышонок». Толщина его брони достигала 240 мм. В огромной башне размещались две спаренные пушки калибра 128- и 75-мм. Как тут не вспомнишь танк «колоссаль», на который делалась ставка в годы первой мировой войны.



Весь ход развития танкостроения фашистской Германии свидетельствует о явной теоретической и практической неподготовленности квалифицированно, с учетом тенденций развития военного дела решать серьезные инженерно-технические задачи, связанные с разработкой новых танков. Самым наглядным подтверждением тому служит весьма характерный для немецких танков недостаток — отсутствие сочетания огневой мощи, бронирования и маневренности. Вспомним начало войны, когда в ущерб качеству вооружения и брони гитлеровские танки наделялись высокими скоростями движения. А в конце войны? Колоссальной толщины броня сделала вражеские танки неповоротливыми и малоподвижными.

Лучшими в мире оказались советские танки. Это была полная победа советской конструкторской мысли, победа советского танкостроения. Всего за годы Великой Отечественной войны наша промышленность дала фронту 95099 танков и САУ, из них на долю легких танков приходилось 18,8, средних — 70,4, тяжелых — 10,8 проц. Что касается САУ, то количество легких в среднем составило 56,8, средних — 22,3 и тяжелых — 20,9 проц.

Промышленность же гитлеровской Германии сумела выпустить только 53800 бронированных машин. Но важна не только количественная сторона. Очень существенно абсолютное качественное превосходство советских танков.

Огромное значение имела высокая технологичность конструкции всех наших бронированных машин. Это позволило быстро развернуть их производство в районе Урала, где до тех пор вообще не было танковой промышленности. Это определило возможность непрерывного снижения себестоимости продукции, выпускаемой танкостроительными заводами. На средства, полученные от снижения себестоимости, только за два года войны было изготовлено более 14 тыс. танков Т-34.

Известно, что некоторое количество танков в ходе войны мы получали из США и Англии по ленд-лизу. Эти машины составляли весьма незначительную часть от общего состава нашего танкового парка. Кроме того, среди танков, полученных от союзников более половины, были легкие, подобные тем, от производства которых наша промышленность к тому времени уже отказалась.

Советское танкостроение с честью выдержало суровое испытание войны. Наши конструкторы приобрели бесценный опыт, который с успехом использован на новом, послевоенном этапе развития отечественного танкостроения.

### 3. НА СТРАЖЕ МИРА

Из Великой Отечественной войны Советские Вооруженные Силы вышли во всеоружии боевого опыта и замечательных побед, оснащенные лучшей в мире, проверенной в многочисленных сражениях боевой техникой.

В первые послевоенные годы на вооружении бронетанковых войск Советской Армии оставались прославленные танки Т-34-85, ИС-2, ИС-3 и созданные на их базе самоходно-артиллерийские установки. По тем временам эти грозные боевые машины полностью отвечали требованиям, предъявляемым к бронетанковой технике. Но по своей природе военное дело является наиболее динамичной сферой общественной деятельности, тем более что для защиты мирного труда народа требуется непрерывное развитие всех сторон военного дела, в том числе и технического оснащения армии и флота.

Наши бывшие союзники по второй мировой войне, и прежде всего США и Англия, сделали все для того, чтобы осложнить международную обстановку, возродить дух милитаризма и реваншизма. Поэтому Коммунистическая партия и Советское правительство принимают решительные меры к тому, чтобы наши Вооруженные Силы имели все необходимое для отражения возможного нападения любого агрессора. С учетом опыта Великой Отечественной войны, новейших достижений науки и техники, тенденций развития средств вооруженной борьбы и возможностей советской экономики были определены пути развития всех видов Вооруженных Сил, родов войск, в том числе и танковых войск. Для их оснащения конструкторы разрабатывают новые танки с более мощной броней и вооружением, повышенным запасом хода и скоростью движения.

Еще в 1945 году были начаты испытания среднего танка Т-44. От тридцатьчетверок он отличался лучшей броневой защитой, меньшей длиной и высотой. Добиться этого удалось благодаря удачному компоновочным решениям и, в частности, поперечному расположению двигателя. В конструкции Т-44 было немало других весьма оригинальных технических решений. Советские танкостроители на заключительном этапе войны стремились воплотить в конструкцию новой машины весь свой богатейший опыт. Тем не менее Т-44 оказался лишь переходным образцом на пути к 36-тонному среднему танку Т-54 — качественно новой боевой машине, открывшей новую страницу в танкостроении.

Создатели Т-54 — группа конструкторов под руководством А. А. Морозова — учли не только опыт минувшей войны, но и те жесткие требования, которые могла предъявить к боевым машинам боевая обстановка. С появлением ракетно-ядерного оружия произошли коренные изменения в военном деле, во взглядах на роль и значение различных родов войск, в отношении к тем или иным видам боевой техники. Были сделаны выводы, что ракетно-ядерное оружие способно обеспечить достижение желаемых стратегических результатов в самом начале военных действий. Окончательные же цели войны будут достигаться Сухопутными войсками, главной ударной силой которых остаются танки, в тесном взаимодействии с другими видами Вооруженных Сил.

Теоретические и экспериментальные исследования убедили военных специалистов в том, что среди всех известных боевых машин танки

наиболее приспособлен для действий в условиях применения ядерного оружия. Своей броней танк может защитить экипаж от светового излучения ядерного взрыва, значительно ослабить проникающую радиацию. Благодаря своему весу он выдержит воздействие ударной волны и уж безусловно сохранит танкистов от поражения осколками снарядов и пулями.

Как видим, танк может служить надежным подвижным укрытием. Но это еще не самое главное. Дело в том, что в случае войны танкам придется вести длительные боевые действия на больших пространствах. В таких условиях им, как правило, придется самостоятельно бороться с танками и различного рода огневыми средствами противника, беспрепятственно передвигаться по любой местности и успешно преодолевать искусственные и естественные преграды, продолжительное время сохраняя свою боеспособность. Исходя из этого, создатели Т-54 и стремились прежде всего усилить огневую мощь и броневую защиту танка, повысить его маневренность, надежность и ремонтпригодность узлов и агрегатов (рис. 24).

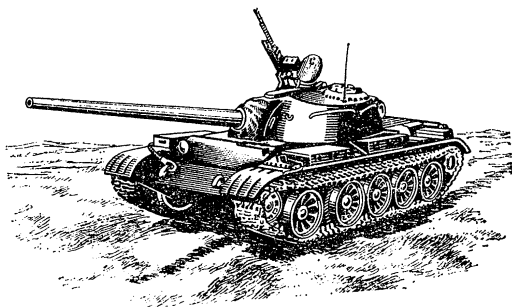


Рис. 24. Средний танк Т-54

В качестве основного вида вооружения на Т-54 использована 100-мм танковая пушка. Прекрасные качества орудия, а также наличие в боекомплекте танка снарядов различного назначения позволит вести успешную борьбу с бронированными целями и огневыми средствами, укрытыми в сооружениях полевого типа. Весьма ценно и то, что автоматическая система стабилизации вооружения значительно повышает точность стрельбы в движении — с ходу. Вспомогательное вооружение танка Т-54 — пулеметы: два 7,62-мм (один спарен с пушкой, один курсовой, закрепленный неподвижно в лобовом листе броневом корпусе) и один крупнокалиберный, 12,7-мм зенитный, установленный на башне машины.

Бескомпрессорный танковый дизельный 12-цилиндровый двигатель В-54 мощностью 520 л. с. дает возможность развивать максимальную скорость до 50 км/час. Запас хода при движении по шоссе достигает 400 км. Гусеничные ленты повышенного срока службы, торсионная подвеска, дополнительные гидравлические амортизаторы обеспечивают высокую проходимость и плавность хода по пересеченной местности.

Повышение как боевых, так и маневренных качеств Т-54 способствовала установка инфракрасных приборов ночного видения и прицелов. Пользуясь ими, экипаж, состоящий из четырех человек, может вести успешные действия в сумерках и ночью.

Весьма важным свойством Т-54 является его способность преодолевать водные преграды по дну. Для этого применен комплект весьма несложного оборудования для подводного вождения танка (ОПВТ) и гирополукомпас — прибор, позволяющий выдерживать заданное направление движения под водой.

Одновременно с Т-54 на вооружение войск был принят принципиально новый плавающий танк ПТ-76, предназначенный для ведения разведки и выполнения других задач по обеспечению боевых действий (рис. 25).

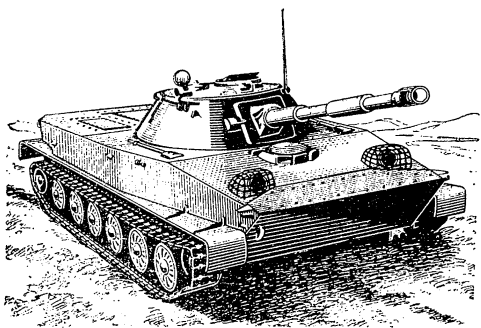


Рис. 25. Плавающий танк ПТ-76

На этой 14-тонной машине, вооруженной 76-мм пушкой и спаренным с нею 7,62-мм пулеметом, экипаж из трех человек способен вести боевые действия не только на суше, развивая скорость до 44 км/час, но и на воде, передвигаясь со скоростью 10,2 км/час.

Движение на плаву обеспечивается двумя, впервые в мире примененными на танках водометными двигателями. В действие они приводятся дизельным

двигателем мощностью 240 л. с. ПТ-76 отличается хорошей плавучестью и остойчивостью. Он может входить в воду с дифферентом (наклоном на нос или корму) до 38° и креном 18°, плавать при сильном волнении и даже буксировать другую машину.

Танки Т-54 и ПТ-76 прошли всестороннюю проверку на полях учений и маневров. Танкисты убедились в их высоких боевых и эксплуатационных качествах. Не случайно обе машины по сей день остаются в боевом строю.

Однако конструкторская мысль не стоит на месте. Продолжается разработка более совершенных боевых машин. Таким танком стал Т-55 — еще одна замечательная машина в семействе советских средних танков, а также другие, разработанные и принятые на вооружение в последние годы. Нельзя не отметить, что танки, относящиеся к классу средних машин, ныне составляют основу танковых войск.

В новых и новейших отечественных броневых машинах находят широкое применение последние достижения науки и техники.

**СОВРЕМЕННЫЕ ТАНКИ**

В конструкции советских танков — боевых гусеничных машин, оснащенных мощным вооружением, имеющих надежную броневую защиту и отличающихся высокой маневренностью, — сосредоточен более чем полувековой опыт отечественного танкостроения, а также новейшие достижения науки, техники и прогрессивной технологии. Этим объясняется тот факт, что у современных бронированных машин значительно более высокие качества, чем у лучших танков периода второй мировой войны и первых послевоенных десятилетий.

Огневая мощь танков, как и в прошлом, обеспечивается совершенным артиллерийским вооружением и боеприпасами с более мощным действием по цели. Вместе с тем артиллерийский огонь современного танка отличается гораздо большей гибкостью и точностью. Достигнуто это благодаря применению совершенных оптических, электрических и электронных приборов, используемых для обнаружения целей и наведения на них вооружения, стабилизации его при ведении огня с ходу и повышения скорострельности.

Живучесть танка на поле боя определяется, как известно, оптимальным сочетанием огневой мощи и броневой защиты. Исходя из проверенной жизнью истины, гласящей, что непоражаемый танк создать по сути дела невозможно, конструкторы, умело сочетая толщину бронирования, форму броневых корпусов и башни, общую конфигурацию и высоту машины, добиваются требуемой устойчивости танков к воздействию артиллерийских броневых снарядов и поражающих факторов ядерного взрыва.

Как и все остальные боевые характеристики, живучесть непосредственным образом зависит от маневренности танка — его подвижности, поворотливости и проходимости на любой местности. Высокая подвижность современного танка, характеризующая его максимальными и средними скоростями, а также запасом хода на одной заправке топлива, достигнута в результате увеличения удельной мощности силовой установки. Усовершенствование силовой передачи, приводов управления и ходовой части в свою очередь способствовало повышению подвижности боевой машины и обеспечило достижение прекрасной поворотливости и проходимости. Способность современного танка самостоятельно без длительной подготовки преодолевать вброд или вплавь глубокие водные преграды в еще большей степени повысило боевые возможности бронированных машин.

Танк — машина сложная и совершенная. Он отвечает высоким требованиям современной войны благодаря триединству — наиболее целесообразному, гармоничному сочетанию огневой мощи, защищенности и маневренности.

### 1. ТАКТИКО-ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ

Систематизированный свод параметров, характеризующих танк как боевую единицу, называется тактико-техническими характеристиками (ТТХ). Они включают в себя прежде всего сведения о боевом весе танка и составе его экипажа, а также данные о габаритах, о маневренных качествах машины и другие, не менее важные характеристики, знание которых позволяет грамотно эксплуатировать боевую машину.

**Боевой вес**, выражаемый, как правило, в тоннах — это вес танка, полностью укомплектованного и заправленного эксплуатационными материалами (топливом, маслом, охлаждающей жидкостью), с экипажем на борту. Знать этот параметр необходимо для того, чтобы определить возможность переправы танка по мостам и льду, на понтонах и паромках, а также рассчитать подвижный состав при перевозке по железной дороге. Именно боевой вес в свое время был положен в основу классификации танков.

**Экипаж** танка состоит из двух-четырёх человек: командира танка, наводчика, механика-водителя и заряжающего.

Командир танка отвечает за техническое состояние и постоянную боевую готовность машины, а также за подготовленность членов экипажа и успешное выполнение боевой задачи. Он обязан в совершенстве знать устройство танка и правила его эксплуатации, уметь водить боевую машину, стрелять из всех видов оружия и работать на радиостанции. В бою командир руководит действиями экипажа, наблюдая за противником, обнаруживает цели и подает команду наводчику на их поражение. Командир плавающего танка к тому же выполняет функции наводчика и ведет огонь.

Наводчик несет ответственность за состояние вооружения. Он готовит его и боеприпасы к бою, ведет наблюдение и докладывает командиру о появлении целей, по командам или самостоятельно открывает по ним огонь из пушки и пулемета. В его функции входит оказывать помощь механику-водителю во время технического обслуживания и ремонта танка. В случае необходимости наводчик заменяет командира, поэтому он должен знать его обязанности.

Механик-водитель поддерживает танк в постоянной технической готовности. Он должен уметь водить танк по любой местности, в любое время года и суток. В бою управляет танком, наблюдает за противником и докладывает командиру об обнаруженных целях, а также о результатах стрельбы, которую ведет танк. Самостоятельно или по команде ведет огонь из курсового пулемета.

Используя каждый удобный момент в бою и после боя, механик-водитель осматривает танк, устраняет обнаруженные неисправности

и по указанию командира с помощью остальных членов экипажа производит техническое обслуживание.

Заряжающий следит за состоянием боеприпасов, пулеметов и оборудования боевого отделения. В бою заряжает оружие, наблюдает за полем боя и докладывает об обнаруженных целях, а также о результатах стрельбы, ведет огонь из зенитного пулемета. Во время технического обслуживания и ремонта танка помогает наводчику и механику-водителю. На танке командира роты заряжающий выполняет также обязанности радиста: следит за состоянием средств связи, работает на радиостанции.

**Габаритные размеры** — длина, ширина, высота танка, ширина колеи (расстояние между серединами гусениц), длина их опорной поверхности, дорожный просвет (клиренс) характеризуют маневренные возможности танка и его уязвимость.

Зная габаритные размеры, можно, в частности, определить возможность транспортировки танка по железным дорогам. Как известно, при перевозке по железным дорогам Советского Союза предельная ширина грузов, которые можно перевозить без нарушения и ограничения двухстороннего движения, составляет 3,414 м.

От общей высоты зависит уязвимость танка и его устойчивость во время движения по пересеченной местности. Чем выше танк, тем он более уязвим и менее устойчив. Что касается длины опорной поверхности гусениц, ширины колеи, ширины гусеницы и величины дорожного просвета, то они определяют поворотливость и проходимость машины по мягким грунтам и пересеченной местности.

**Маневренные качества танка** — подвижность и проходимость — характеризуются максимальной и средней скоростями, запасом хода по топливу, средним удельным давлением на грунт, способностью преодолевать препятствия (подъем, крен, ров, вертикальную стенку и т. п.).

Максимальная скорость — это скорость, которую развивает одиночный танк на горизонтальном участке асфальтированного шоссе. Ее величина зависит главным образом от удельной мощности танка (мощности двигателя, приходящейся на тонну веса машины) и характеристик силовой передачи. Средняя скорость зависит от конструктивных особенностей танка и удобства управления им. В различных дорожных условиях величина ее различна. Например, на проселочных дорогах средняя скорость составляет 0,4—0,5 от максимальной скорости.

Запас хода — количество километров, которые может пройти танк на одной заправке топлива. Для увеличения запаса хода на танках установлены дополнительные топливные баки.

Среднее удельное давление на грунт выражается как отношение веса танка к площади опорных поверхностей обеих гусениц. Чем ниже среднее удельное давление, тем выше проходимость танка.

Способность танка без предварительной подготовки преодолевать естественные и искусственные препятствия характеризуется прежде всего максимальным углом подъема — крутизной склона, по которому может подниматься танк без потери управляемости. Этот параметр обуславливается, с одной стороны, мощностью двигателя, с другой — сцеплением гусениц с грунтом. Не менее важным считается и другой параметр — максимальный угол крена. Он свидетельствует о способности танка двигаться по косогору без бокового скольжения и, опять-таки, без потери управляемости.

Длиной танка и расположением его центра тяжести определяется ширина рва, преодолеваемого боевой машиной. Если центр тяжести находится посередине танка, то он преодолевает ров, ширина которого равна половине длины машины. От высоты расположения центра тяжести и длины танка, а также высоты расположения центра направляющего колеса зависит еще один параметр — высота преодолеваемой стенки.

Мы перечислили лишь часть параметров, характеризующих танк. Помимо них в ТТХ обязательно приводятся данные о силовой установке, силовой передаче, электрическом и специальном оборудовании машины и, безусловно, ее вооружении.

## 2. КОМПОНОВКА

Основными частями любого танка являются: броневой корпус, башня, вооружение и приборы, силовая установка, силовая передача, ходовая часть, электрооборудование, средства связи, противопожарное оборудование и другие системы.

Корпус объединяет в единое целое все механизмы и агрегаты. Сверху на корпусе установлена башня, снаружи крепятся узлы и детали ходовой части, некоторые приборы электрооборудования, топливной системы, дымопуска, запасный инструмент и принадлежности. Внутри корпуса и башни находятся вооружение, боеприпасы, приборы прицеливания, наблюдения и ориентирования, силовая установка, силовая передача, электрооборудование, средства связи, противопожарное оборудование и сиденья для членов экипажа.

Общая компоновка танка — размещение в его внутреннем объеме агрегатов и оборудования такова, что их взаиморасположение и взаимодействие обеспечивают наилучшие боевые и эксплуатационные характеристики, максимально возможную комфортабельность работы каждого члена экипажа, а также удобство монтажа или демонтажа агрегатов в процессе ремонта машины.

В соответствии с расположением вооружения, агрегатов силовой установки, силовой передачи и органов управления, внутренний



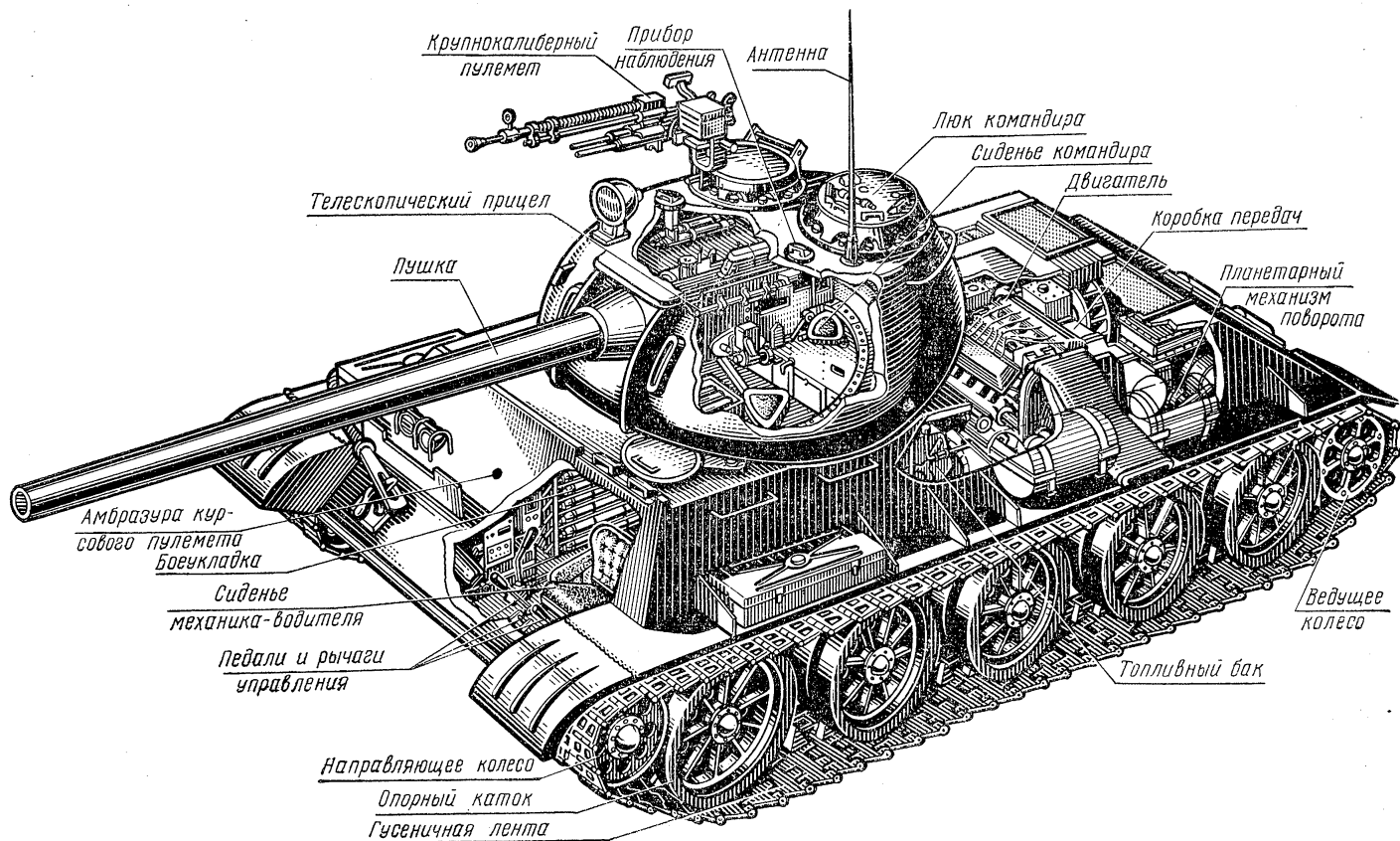


Рис. 26. Компонировочная схема танка Т-54

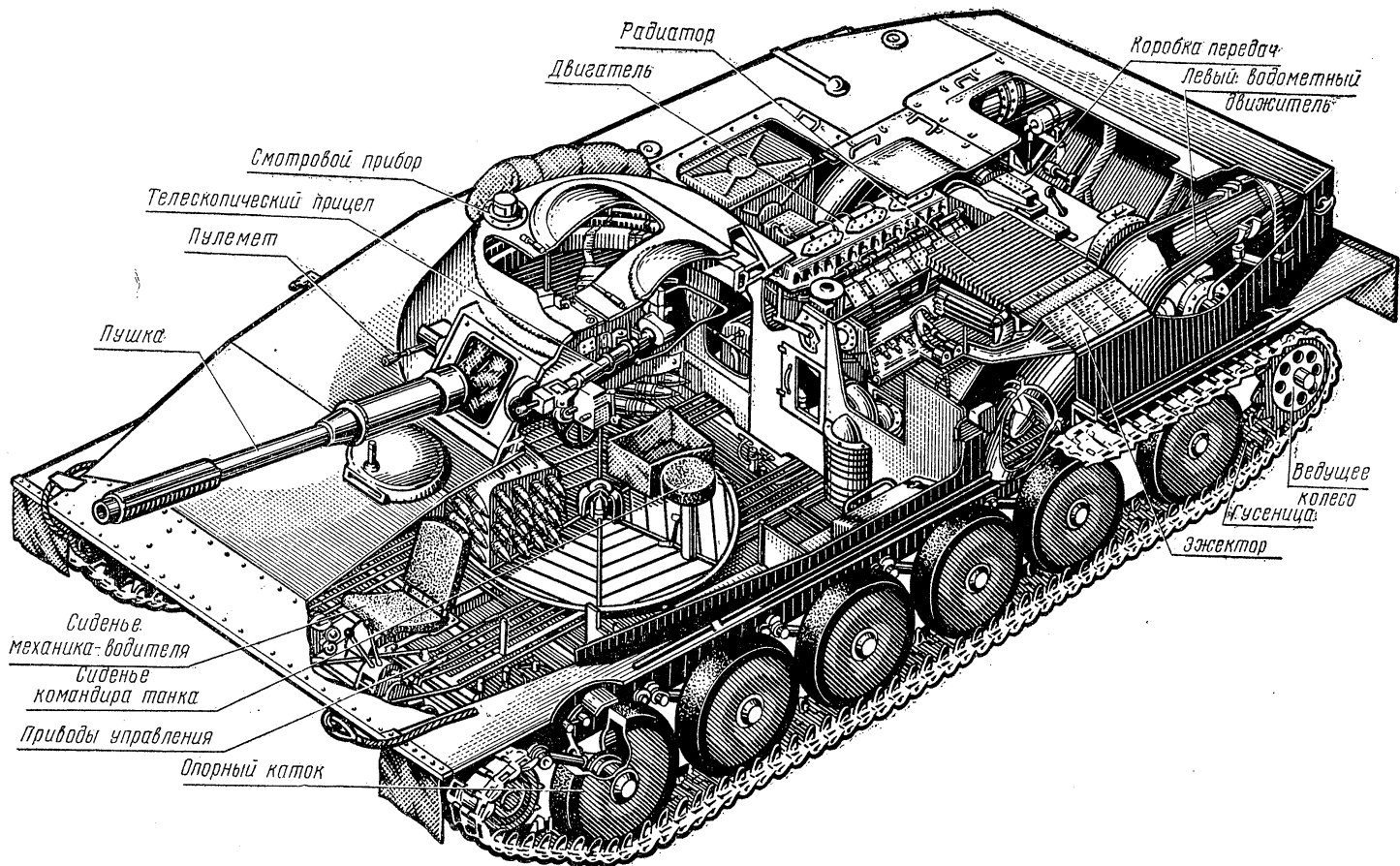


Рис. 27. Компоновочная схема танка ПТ-76

объем корпуса во всех современных отечественных танках разделен на несколько отделений (см. рис. 26 и 27).

**Отделение управления** находится в носовой части корпуса и предназначено для размещения сиденья механика-водителя, рычагов и педалей управления, контрольно-измерительных приборов и другого оборудования, которым пользуется механик-водитель, а также курсового пулемета.

В крыше корпуса, над сиденьем механика-водителя, имеется люк. В бою он закрыт, и механик-водитель, управляя машиной, наблюдает за местностью через прибор наблюдения. На марше люк танка может быть открыт, но тогда сиденье поднимается в верхнее положение так, чтобы голова механика-водителя оказывалась снаружи.

На танке Т-54 сиденье механика-водителя смещено влево от продольной оси машины, а правая часть отделения управления отведена для топливных баков, аккумуляторных батарей и части боекомплекта. На плавающем танке сиденье механика-водителя расположено на продольной оси машины.

**Боевое отделение**, занимающее среднюю часть корпуса и башню, сообщается с отделением управления. Это сделано для того, чтобы в бою обеспечивалась взаимозаменяемость членов экипажа.

В башне установлены пушка, спаренный с ней пулемет, прицельные приспособления и приборы наблюдения, механизмы наведения вооружения, радиостанция, аппаратура внутреннего переговорного устройства, остальная часть боекомплекта, запасное имущество и другое оборудование и приборы. Сиденье наводчика в танке Т-54 находится слева от пушки, командира танка позади сиденья наводчика и сиденье заряжающего справа от пушки. В плавающем танке слева от пушки размещено сиденье командира, а справа — сиденье заряжающего. Пол в боевом отделении плавающего танка подвесной, вращается вместе с башней.

**Силовое отделение**, расположенное в кормовой части корпуса, отделено от боевого отделения перегородкой. В перегородке имеются специальные съемные листы и люки, которые открывают доступ к двигателю и другим агрегатам. На современных танках благодаря поперечному расположению двигателя (Т-54), а также применению малогабаритных агрегатов (ПТ-76), силовое отделение занимает не более 50 проц. объема корпуса. В нем размещены двигатель с системами питания, смазки и охлаждения, а также агрегаты силовой передачи и другие узлы. Для доступа к ним в броневой крыше над кормовой частью корпуса и в днище сделаны люки.

По днищу, поперек корпуса танка (под всеми его отделениями) проходят торсионные валы подвески. У среднего танка по левому борту от отделения управления к силовому проложены металлические тяги приводов управления двигателем и агрегатами силовой передачи. На плавающем танке эти тяги проложены по днищу корпуса.

### 3. БРОНЕВОЙ КОРПУС И БАШНЯ

В момент встречи бронебойного снаряда с броней на нее воздействуют ударные нагрузки. Так, 76-мм бронебойный снаряд при встрече с броней мгновенно развивает мощность, достигающую 800000 л. с.

Броневой корпус и башня танка должны надежно защищать экипаж, а также размещенное в танке оборудование от неоднократных попаданий снарядов. Вот почему их выполняют из танковой брони — специальной легированной стали. Такая броня обладает достаточной твердостью, чтобы разрушить снаряд или заставить его рикошетировать, а также высокой вязкостью, чтобы не давать трещин и отколов при ударе снаряда. Свойства эти, надо сказать, явно противоречивы, и получить их удалось благодаря особому химическому составу броневого стали и режимам ее термической обработки.

Уже несколько десятых процента углерода, добавляемого в железо, позволяет получить сталь — металл, который после термической обработки имеет гораздо большую твердость, чем чистое железо. При прочих равных условиях увеличение содержания углерода уменьшает и эластичность стали и ее свариваемость.

Введение в сталь специальных присадок — легирующих элементов — повышает ее вязкость и прочность, не снижая твердости. Никель придает стали хорошие литейные свойства и повышает способность к свариванию, а также облегчает термическую обработку (закалку) броневого плит.

Варьируя процентным содержанием легирующих элементов, броневого стали придают свойства, обеспечивающие ее удовлетворительную термическую и механическую обработку. Весьма распространены хромоникелевые броневого стали с присадкой молибдена или вольфрама. Они хорошо сопротивляются ударным нагрузкам и хорошо ведут себя при термической обработке, что позволяет придавать им необходимые механические свойства.

**Термическая обработка брони** заключается в нагреве до определенной температуры и в последующем охлаждении.

Применяя определенные способы термообработки легированной стали, можно получить так называемую гомогенную (однородную) броню с удовлетворительным сочетанием твердости и вязкости во всей массе металла. В некоторых случаях для бронирования танков применяли гетерогенную (неоднородную) броню.

Весьма незначительные преимущества в стойкости и сложности производства гетерогенной брони привели к тому, что в годы второй мировой войны применялась главным образом гомогенная броня.

Узлы и детали из броневого стали изготавливаются либо путем горячей механической обработки — давлением (прокаткой), либо литьем.

В процессе прокатки под давлением вращающихся валков прокатного стана происходит деформация стали. Неоднородность металла, имевшая место в слитке, ликвидируется, устраняется рыхлость, металл становится более плотным и прочным.

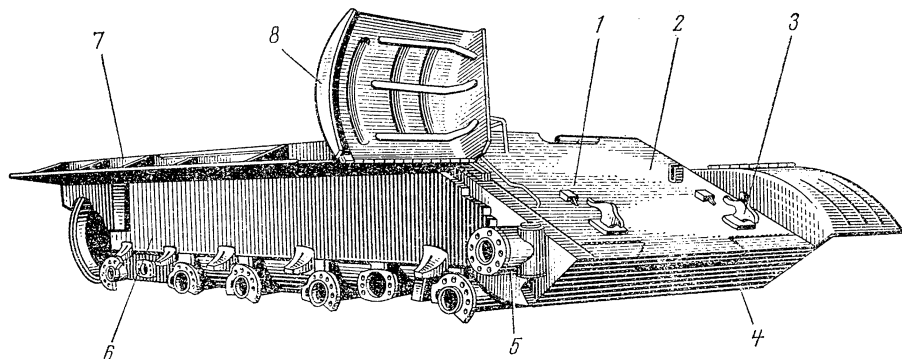


Рис. 28. Броневой корпус танка Т-54:

1 — верхний наклонный лист носовой части; 2 — отверстие для курсового пулемета; 3 — буксирный крюк; 4 — нижний наклонный лист; 5 — кронштейн кривошипа направляющего колеса; 6 — бортовой лист; 7 — полка; 8 — передний откидной грязевой щиток

Некоторые броневые узлы и детали, например танковые башни, изготавливают методом литья. Такой способ дает ряд технологических и экономических выгод: можно отливать броневые изделия сложной конфигурации, значительно уменьшается объем последующей механической обработки.

**Броневой корпус** танка сварен из отдельных броневых листов и деталей. Советским танкостроителям принадлежит заслуга создания наименее уязвимого корпуса — идеального по форме и с дифференцированным бронированием. Высокая жесткость и прочность конструкции обеспечивает стойкость корпуса к воздействию снарядов, а также тряске и ударам при движении по резко пересеченной местности. Корпус достаточно герметичен — в него не проникает вода при форсировании водных преград.

На рис. 28 показан корпус танка Т-54. Он состоит из носовой части, бортов, кормовой части, днища и крыши. В броневых листах корпуса сделаны отверстия и люки, закрываемые крышками. Через них осуществляется доступ к различным механизмам и узлам, а также посадка и высадка членов экипажа.

Как правило, носовая часть корпуса имеет наибольшую прочность за счет броневых листов большей толщины и, главным образом, значительных углов их наклона. У современных танков в броневых листах носовой части стараются не делать никаких отверстий, стре-

мясь сохранить их прочность. На танке Т-54 единственное отверстие, предназначенное для стрельбы из курсового пулемета, просверлено в центре верхнего листа.

Борта корпуса вертикальные. Такое решение приняли, исходя из того, что они защищены опорными катками. Прямоугольное же поперечное сечение корпуса весьма выгодно с точки зрения технологии производства танка.

К верхней части бортов, над гусеницами, приварены полки с откидными щитками. Благодаря этому на корпус и башню не попадает грязь во время движения.

Кормовая часть сварена из трех наклонных листов, соединенных один с другим под небольшими углами. Днище корпуса в поперечном сечении корытообразной формы, что обеспечивает его достаточную жесткость.

В среднем танке, в зоне боевого отделения, к днищу приварены стойки. На них укреплены тонкие стальные листы, покрытые резиновыми ковриками.

Крыша корпуса состоит из подбашенного броневых листов и съемных крышек, открывающих доступ в силовое отделение танка. В левой передней части подбашенного листа расположен люк, через который механик-водитель совершает посадку в танк и выходит из него, наблюдает за местностью, когда управляет танком на марше. Люк закрывается крышкой.

**Башня танка** предназначена для защиты находящихся в ней командира и наводчика, вооружения и приборов, с помощью которых вооружение наводится на цель, появившуюся в любом направлении относительно направления движения танка. Башня должна иметь наиболее выгодную с точки зрения сопротивления ударам снарядов форму, определенную толщину бронирования и круговое вращение. Заметим, что плавно, с минимальным сопротивлением, башня будет вращаться лишь в том случае, если она уравновешена относительно центра тяжести.

Чаще всего башням современных танков стремятся придать близкую к полусферической или коническую форму. Поэтому изготавливается башня методом литья или сварки. Башня танка Т-54 — литая. Ее форма приближается к полусфере (рис. 29). В наиболее уязвимых местах, определяемых, как правило, опытным путем, толщина брони максимальная. В передней части башни расположена амбразура для ствола пушки. Справа от амбразуры — овальная щель для ствола спаренного с пушкой пулемета, а слева — такая же щель для телескопического шарнирного прицела.

Крыша башни представляет собой два сваренных под небольшим углом, в виде шатра, броневых листа. В них сделаны отверстия для командирской башенки, люка заряжающего, а также приборов наблюдения, вентиляторов и антенны радиостанции.

Командирская башенка состоит из основания, поворотного блока, в котором размещен прибор наблюдения, прикрытый броневым колпаком, и крышка люка командира танка. В поворотном блоке башенки, помимо перископического прибора наблюдения, установлено еще четыре призматических прибора наблюдения.

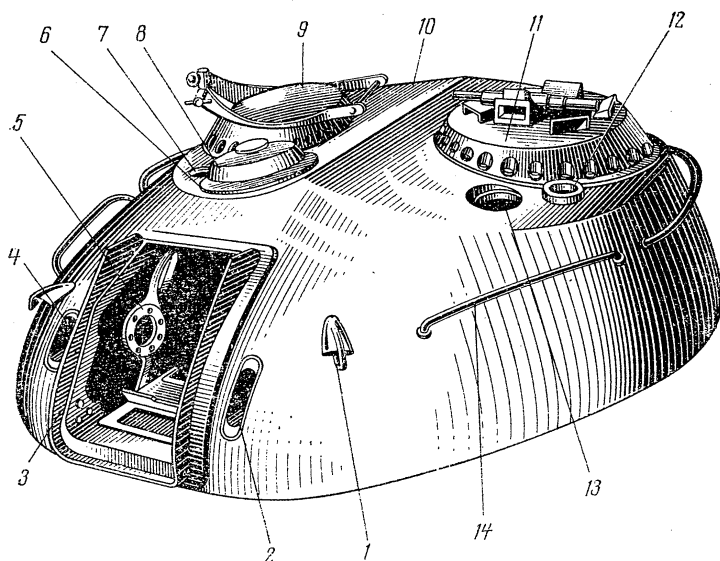


Рис. 29. Башня танка Т-54:

1 — крюк; 2 — цель для прицела; 3 — амбразура для пушки; 4 — щель для пулемета; 5 — рамка для установки цапф пушки; 6, 14 — поручни; 7 — отверстие для прибора наблюдения заряжающего; 8 — корпус вентилятора; 9 — крышка люка заряжающего; 10 — крыша башни; 11 — командирская башенка; 12 — бронировка антенного ввода; 13 — отверстие для ночного прицела

Башня танка ПТ-76 сварная, конической формы. В крыше башни имеется люк овальной формы, через который командир танка и заряжающий садятся в танк и выходят из него. На крышке люка на шариковой опоре вращается командирская башенка с тремя перископическими приборами наблюдения, защищенными сверху броневым козырьком.

Башня любого танка установлена на шариковой опоре в кольцевой выточке подбашенного листа крыши корпуса. Шариковая опора представляет собой радиально-упорный подшипник, кольцами которого являются верхний и нижний погоны башни. Верхний погон соединен с башней, а нижний — с зубчатым венцом крепится к подбашенному листу корпуса. Между погонями, в беговой дорожке, размещаются шарики.

К верхнему погону или к самой башне прикреплен картер механизма поворота башни (рис. 30). С помощью этого механизма можно поворачивать башню либо вручную, либо от электродвигателя. Вращение в первом случае передается через червячную шестерню, а во втором — через червяк на вертикальный вал. Шестерня вала находится в зацеплении с зубчатым венцом нижнего погона башни. Шестерня механизма поворота обегает неподвижный зубчатый венец, увлекая за собой башню танка.

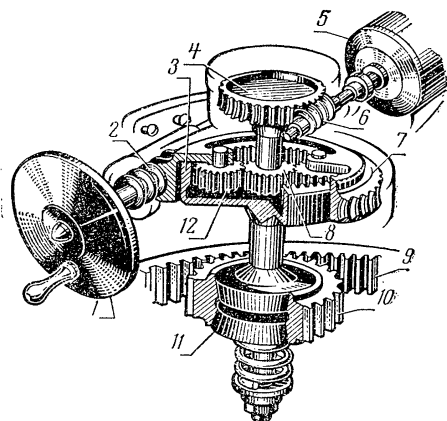


Рис. 30. Механизм поворота башни с планетарной передачей в приводе:

1 — маховичек; 2, 6 — червяк; 3 — венец планетарного механизма; 4 — червячная шестерня; 5 — электродвигатель; 7 — червячная шестерня (води́ло); 8 — солнечная шестерня; 9 — венец башни; 10 — ведущая шестерня; 11 — фрикционное устройство; 12 — сателлит

Если поворот башни осуществляется вручную, то усилие от маховика через червяк передается на червячную шестерню — води́ло. На оси води́ла имеется фрикционное предохранительное устройство, через которое усилие поступает на ведущую шестерню привода, и она, обегая неподвижный венец, увлекает за собой башню. Электродвигатель в этом случае остается неподвижным, ибо солнечная шестерня планетарной передачи заторможена червяком электромотора. Вокруг неподвижной солнечной шестерни перемещаются сателлиты.

В случае, когда башню поворачивают с помощью электродвигателя, усилие передается на ведущую шестерню механизма поворота через червяк, червячную шестерню, солнечную шестерню, сателлиты, венец планетарного механизма и фрикционное предохранительное устройство. Води́ло же планетарной передачи, заторможенное червяком маховика, остается неподвижным.

Фрикционное предохранительное устройство при ударе стволом пушки о какое-либо препятствие, пробуксовывает, предохраняя механизм поворота от поломки. Башня танка может быть надежно закреплена в походном положении — пушкой вперед или назад — с помощью специального стопора.

## Глава IV. ВООРУЖЕНИЕ ТАНКА

В комплекс вооружения современного танка входит пушка как основное и пулеметы как вспомогательное оружие, комплект боеприпасов, приборы прицеливания и наблюдения, а также другие устройства, обеспечивающие успешное выполнение огневых задач.



## 1. ТАНКОВАЯ ПУШКА

Пушка устанавливается на всех без исключения современных танках. Предназначена она прежде всего для уничтожения бронированных целей и противотанковых средств, подавления живой силы и разрушения фортификационных сооружений противника.

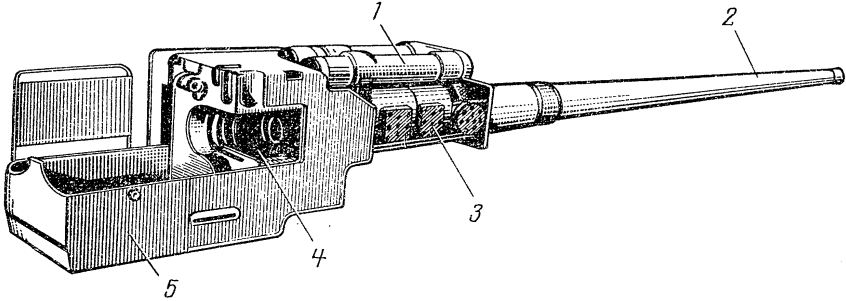


Рис. 31. Танковая пушка:

1 — противооткатные устройства; 2 — ствол; 3 — люлька; 4 — затвор; 5 — ограждение

Как и любое артиллерийское орудие, танковая пушка (рис. 31) имеет ствол, затвор, люльку и противооткатные устройства.

Ствол — длинная стальная труба. В его канале винтовые нарезы сделаны для того, чтобы снаряд получал необходимую начальную скорость и вращательное движение, обеспечивающее его устойчи-

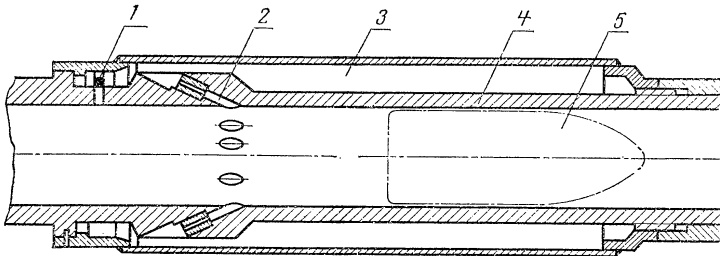


Рис. 32. Устройство для продувки канала ствола:

1 — шариковый клапан; 2 — наклонные отверстия с соплами; 3 — ресивер; 4 — труба ствола; 5 — снаряд

вый полет к цели. Задняя, гладкостенная часть канала ствола называется камерой. В нее заряжающий помещает гильзу с боевым зарядом. В задней (казенной) части трубу ствола делают цилиндрической — более толстой и прочной, а в дульной части — конической. К казенной части крепят казенник, в котором размещен затвор.

В передней трети ствола танковых пушек есть утолщение. Это — эжектор, устройство для продувки канала ствола (рис. 32). Ресивер-кожух создает вокруг ствола кольцевую полость. Отверстие в стенке

ствола перекрывается шариковым клапаном. В наклонных сверлениях установлены сопла. Клапан, как только снаряд пройдет отверстие, открывается, и газы устремляются в ресивер. Часть их поступает в ресивер и сквозь наклонные отверстия. Пока снаряд находится в канале ствола, в ресивере создается давление до  $50 \text{ кг/см}^2$ . После его вылета давление в стволе падает и шариковый клапан закрывается. Через сопла наклонных отверстий газы из ресивера устремляются в ствол с очень большой скоростью и за потоком газов образуется разрежение, которое увлекает пороховые газы за дульный срез не только из ствола, но и из боевого отделения танка.

Затвор предназначен для запираania канала ствола в момент выстрела, производства выстрела и выбрасывания стреляной гильзы. На танковых пушках применяются, как правило, клиновые (вертикальные и горизонтальные) затворы, состоящие из запирающего, ударного и выбрасывающего механизмов и полуавтоматики.

Рассмотрим взаимодействие основных механизмов вертикального затвора. Когда затвор закрыт, клин плотно перекрывает канал ствола. Чтобы открыть затвор, его рукоятку отводят назад, нажав предварительно на стержень защелки, и после того как защелка зафиксирует рукоятку в откинутаом положении, последнюю подают вперед. При этом поворачивается ось кривошипа и сидящий на ней кривошип. Ролик надавливает на грань фигурного выреза, сделанного в боковой стенке клина и затвора, и опускает его вниз.

В процессе открывания затвора происходит взведение ударного механизма. Перемещаясь вокруг своей оси, кривошип своим зубом надавливает на рычаг оси взвода. Взвод ударника, поворачиваясь, отводит ударник назад, и боевая пружина сжимается. Во взведенном положении ударник удерживается стопором взвода до тех пор, пока не будет нажат нажим. =

В крайнем нижнем положении клин затвора удерживается выбрасывателями, верхние выступы которых заскакивают за верхние части кулачков выбрасывателей. Закрыть затвор можно вручную, нажав на рычаг оси выбрасывателей. В этом случае верхние выступы выбрасывателей выходят из зацепления с кулачками. То же самое происходит при заряджании пушки. Закраина гильзы ударяет по захватам, что на верхних частях выбрасывателей, и клин закрывается.

Клин затвора возвращается в исходное, верхнее положение закрывающим механизмом полуавтоматики. Когда затвор открывается с помощью рукоятки, нажимной стакан, соединенный с рычагом на оси кривошипа, сжимает закрывающую пружину. Она, воздействуя на клин через ось кривошипа и сам кривошип, поднимает клин в верхнее положение.

Как же работает полуавтоматика затвора, предназначенная для автоматического открывания затвора после выстрела и закрывания его при заряджании? Рассмотрим этот процесс на примере работы полуавтоматики горизонтального клинового затвора. В исходном, перед

выстрелом, положении затвор закрыт. В момент выстрела ствол откатывается назад. В крайнем заднем положении ствола собачка открывающего механизма, укрепленная на неподвижной люльке, под действием пружины опускается вниз. Но вот ствол пошел вперед, и скалка открывающего механизма упором наталкивается на собачку и останавливается. Ствол продолжает перемещаться вперед, и пружина сжимается, а кулачок полуавтоматики, сидящий на оси кривошипа, наталкивается на скалку и поворачивается. Ось кривошипа поворачивает кривошип и тот, нажимая зубом на рычаг взвода, взводит ударник и одновременно открывает затвор, перемещая клин по пазам

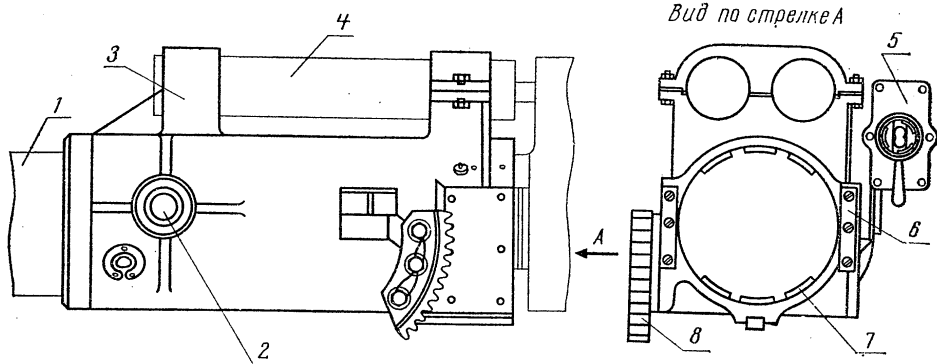


Рис. 33. Люлька:

1 — ствол; 2 — втулка для цапфы; 3 — обоймы для крепления цилиндров противооткатных устройств; 4 — противооткатные устройства; 5 — кронштейн для спаренного с пушкой пулемета; 6 — буфер наката; 7 — бронзовые направляющие для движения ствола; 8 — сектор подъемного механизма

казенника. В крайнем левом положении клин ударяет по нижним выступам выбрасывателей. Они резко поворачиваются, захватами выбрасывают гильзу, а затем их зацепы заскакивают за выступы кулачков клина, фиксируя его в открытом положении.

В это же время происходят еще два процесса. Во-первых, рычаг, укрепленный на оси кривошипа, сжимая пружину закрывающего механизма, подготавливает его к закрыванию затвора. Во-вторых, в момент, когда клин затвора приходит в крайнее левое положение, линейка полуавтоматики набегает своим скосом на ролик собачки. Собачка освобождает скалку, которая под действием пружины возвращается в исходное положение.

Так автоматически открывается затвор. Закрывается он полуавтоматически — при досылании артиллерийского выстрела в канал ствола.

На танках устанавливается, как правило, люлька обойменного типа. По ее направляющим ствол артиллерийского орудия совершает откат.

К люльке (рис. 33) крепятся цилиндры противооткатных устройств, прицел и детали ограждения, защищающие членов экипажа от

ударов откатывающимся в момент выстрела стволом. В специальных отверстиях люльки помещены цапфы, с помощью которых пушка соединена с башней и относительно которых она поворачивается в вертикальной плоскости.

При выстреле на ствол орудия действует сила отдачи, величина которой, например у 85-мм пушки, достигает 150 т. Если пушку закрепить неподвижно, то такая сила способна сорвать башню и даже опрокинуть танк. Ликвидировать силу отката нельзя. Уменьшить же ее и сделать более длительно действующей удалось. С этой целью ствол пушки и помещен в люльку. Связь ее со стволом осуществля-

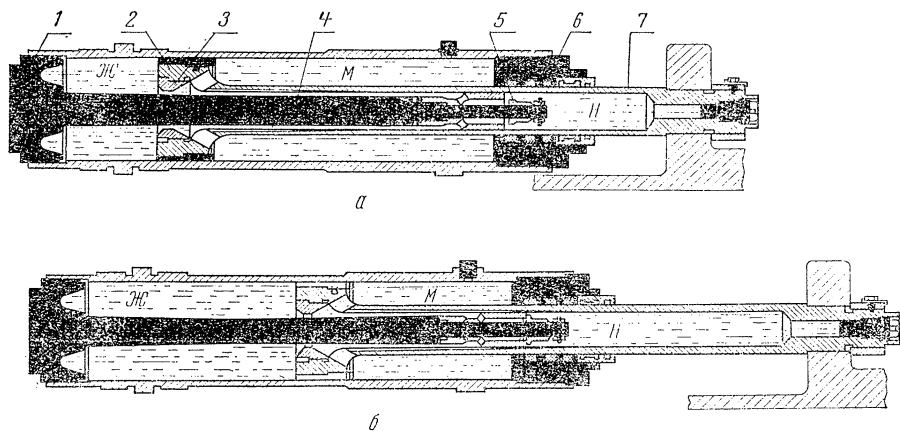


Рис. 34. Тормоз отката:

*a* — работа тормоза в процессе отката (1 — передняя крышка; 2 — поршень; 3 — регулирующее кольцо; 4 — веретено; 5 — клапан модератора; 6 — корпус сальника; 7 — шток тормоза отката); *б* — работа тормоза в процессе наката

ется через противооткатные устройства, цилиндры которых соединяются с люлькой, а штоки — с казенником пушки.

Противооткатные устройства предназначены для гашения значительной части энергии отката. Состоят они из тормоза отката и накатника. Во время отката жидкость, находящаяся в объеме М цилиндра тормоза (рис. 34, *a*) между поршнем штока и корпусом сальника, перетекает в объемы Ж и Н. Кольцевой зазор между веретеном и регулирующим кольцом по мере отката уменьшается. Энергия откатных частей орудия расходуется на пробрызгивание жидкости через этот кольцевой зазор.

Определенную часть энергии откатных частей поглощает и накатник (рис. 35, *a*). Жидкость, находящаяся во внутреннем цилиндре накатника, под давлением поршня перегоняется через окна А в наружный цилиндр, заполненный воздухом или азотом. В результате газ, находящийся в полости В, сжимается.

Как только откатные части пушки достигнут крайнего заднего положения, начинается накат. Газ, сжатый в полости В накатника (рис. 35, б), стремится расшириться, давит на жидкость, которая, в свою очередь, давит на поршень штока, который двигается вперед и тянет за собой ствол пушки.

В процессе наката тормоз отката замедляет накат (рис. 34, б). Происходит это благодаря тому, что жидкость, заполняющая полость Н штока тормоза, закрывает клапан модератора и с усилием пробрызгивается через канавки, что на внутренней стороне полости штока. Жидкость, находящаяся в полости Ж, через кольцевой зазор между

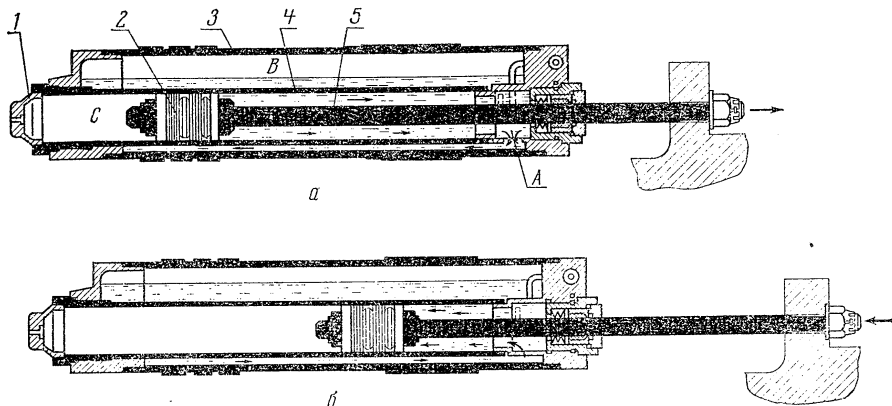


Рис. 35. Накатник:

*a* — работа накатника в процессе отката (1 — крышка; 2 — поршень; 3 — наружный цилиндр; 4 — внутренний цилиндр; 5 — шток накатника); *б* — работа накатника в процессе наката

веретенном и регулирующим пальцем также пробрызгивается в полость М. Небольшой избыток энергии накатника поглощается при ударе казенника о кожаные буферы, укрепленные на торце люльки.

Чтобы противооткатные устройства работали безотказно, их заполняют специальной жидкостью — спирто-глицериновой смесью или веретенным маслом. Та и другая жидкость длительное время сохраняет свои свойства, имеет низкую температуру застывания, не вызывает коррозии деталей.

Дульный тормоз — муфта с боковыми окнами, укрепляемая на дульном срезе ствола, — применяется на некоторых орудиях, в частности, на пушке плавающего танка для гашения части энергии отката (до 30 проц.).

Когда снаряд во время выстрела проходит через дульный тормоз, часть пороховых газов устремляется в стороны и назад через его боковые щели (рис. 36, а). Реактивная сила, создаваемая пороховыми газами, частично поглощает энергию отката. Так работает дульный тормоз реактивного действия. У дульного тормоза активного

действия (рис. 36, б) пороховые газы, воздействуя на стенки, расположенные перпендикулярно оси канала ствола, оказывают противодействие его откату. Истекающие же через боковые отверстия газы создают тормозящую реактивную силу.

Наибольшее распространение получили дульные тормоза смешанного, активно-реактивного действия (рис. 36, в).

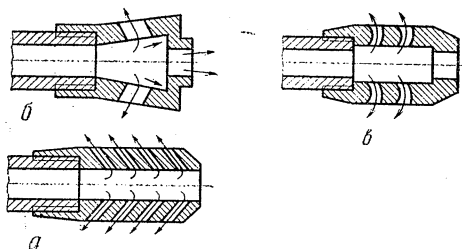


Рис. 36. Дульные тормоза:

а — реактивного действия; б — активного действия; в — активно-реактивного действия

силы на дальности до 800 м, а также для борьбы с низколетающими самолетами и вертолетами на дальности до 2000 м.

Танки, как правило, оснащаются спаренным с пушкой пулеметом. На некоторых танках, например на средних, имеется еще и курсовой пулемет, который тоже применяется для борьбы с наземными целями. Из зенитного пулемета, размещенного на крыше башни среднего танка, стрельбу ведут как по самолетам, так и по наземным целям.

Пулемет — автоматическое оружие. В зависимости от способа использования пороховых газов для автоматизации процессов стрельбы автоматическое оружие разделяется на несколько классов. Большинство танковых пулеметов относится к классу огнестрельного оружия, в автоматике которого используется энергия газов, частично отводимых из ствола в газовую камеру (рис. 37).

Во время выстрела, как только пуля пройдет отверстие 1, пороховые газы устремляются в камеру 2. Оказывая давление на поршень 3, газы приводят в действие подвижную систему: затворную раму 5 и затвор 4. Происходит отпирание ствола. Подвижная система, сжимая возвратную пружину 6, отходит назад, и затвор извлекает и выбрасывает стреляную гильзу. Затем под действием пружины 6 он снова перемещается вперед. Досылает в патронник очередной патрон, прочно запирает канал ствола и производит очередной выстрел. Рассмотренный выше цикл повторяется снова и снова.

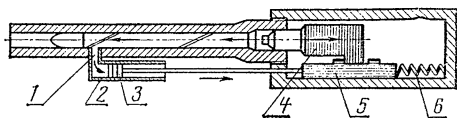


Рис. 37. Система автоматики с отводом пороховых газов:

1 — отверстие для отвода газов; 2 — газовая камера; 3 — поршень; 4 — затвор; 5 — затворная рама; 6 — возвратная пружина

Системы автоматики с отводом газов обеспечивают высокую скорострельность. Они надежны. Их работу можно регулировать путем изменения количества отводимых газов.

Танковые пулеметы представляют собой несколько модернизированные, приспособленные для установки в танках обычные пулеметы. Любой из них состоит из ствола, ствольной коробки, затвора, спускового механизма и механизма питания патронами.

- Канал ствола нарезной. В казенной части он оканчивается гладкостенным патронником. Обычно стволы пулемета массивные, а у крупнокалиберных они ребристые, что улучшает охлаждение. Газоотводное отверстие просверлено в средней части ствола. На передней части установлен пламегаситель, а у крупнокалиберных дульный тормоз.

Ствольная коробка объединяет все детали пулемета. К ней крепится ствол и спусковой механизм, в ней расположен затвор. Она воспринимает силу отдачи при выстреле, что заставляет делать ее достаточно прочной. С помощью затвора запирается канал ствола при выстреле. В затворе размещаются ударник и выбрасыватель. Спусковой механизм удерживает затворную раму с затвором на боевом взводе и позволяет осуществить ее спуск при стрельбе. На спаренном и курсовом танковых пулеметах спусковые механизмы имеют дистанционный электромагнитный привод.

Механизмы питания патронами бывают магазинными и ленточными. На современных танковых пулеметах применяют главным образом ленточные. Такой механизм состоит из металлической ленты и механизма подачи патронов. Лента составлена из отдельных шарнирно соединенных звеньев. Она подается либо ползунковыми приемниками, подталкивающими звенья в направлении, перпендикулярном стволу, либо барабанными. Вращаясь на оси, барабан перемещает ленту всякий раз на один патрон.

**Спаренная пулеметная установка** — 7,62-мм пулемет СГМТ, спариваемый с пушкой (рис. 38), на танках Т-54 и ТТ-76 крепится к кронштейну. Этот кронштейн связан с люлькой через амортизирующее устройство, в результате чего и смягчается отдача.

Выверочное устройство позволяет в определенных пределах изменять положение оси канала ствола. К тому же кронштейну крепится гильзоулавливатель, состоящий из металлического кожуха и брезентового мешка, а также детали для установки коробки с пулеметной лентой.

Огонь из спаренного пулемета ведет наводчик. Прицеливание он осуществляет по телескопическому прицелу пушки, на сетку которого нанесена специальная шкала дальностей для стрельбы из пулемета. В цель пулемет наводится поворотом башни и изменением угла возвышения орудия. Для стрельбы из пулемета наводчик нажимает кнопку электрспуска. Заряжание пулемета и взведение производит заряжающий.

**Курсовая пулеметная установка — 7,62 м' пулемет СГМТ — на танке Т-54 размещена в отделении управления машиной (рис. 39). Стрельба ведется через отверстие в лобовой броне. Взводит пулемет**

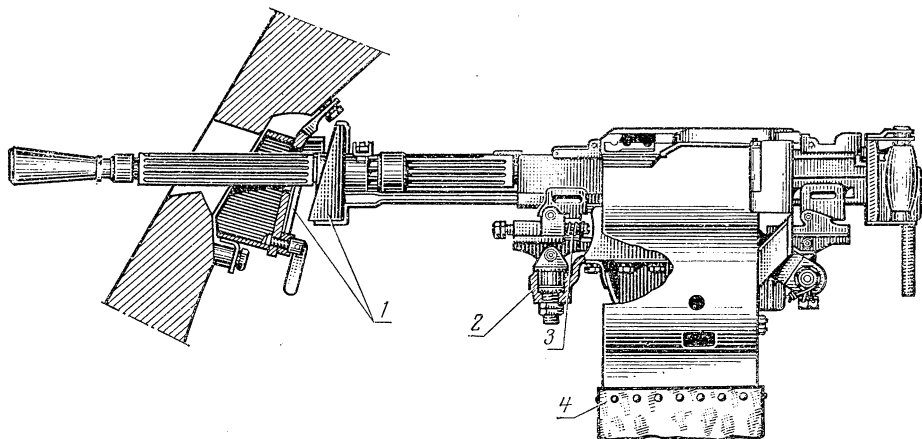


Рис. 38. Спаренная пулеметная установка:

1 — щитки, защищающие боевое отделение от попадания свинцовых брызг; 2 — кронштейн; 3 — амортизатор; 4 — гильзоулавнитель

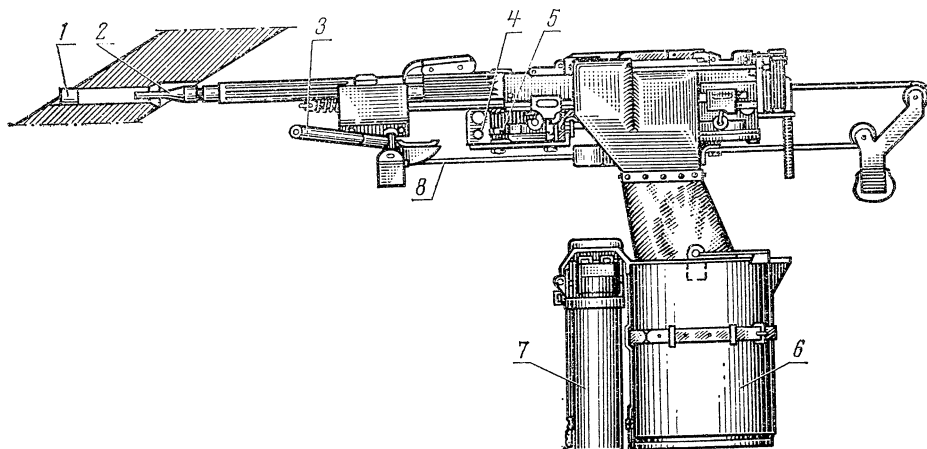


Рис. 39. Установка курсового пулемета:

1 — резиновая пробка, закрывающая отверстие для курсового пулемета; 2 — удлинитель, не допускающий прорыва пороховых газов в корпус танка; 3 — рукоятка взвода; 4 — кронштейн; 5 — амортизатор; 6 — гильзоулавнитель; 7 — магазин-коробка; 8 — тросовая система для взведения пулемета

механик-водитель с помощью рукоятки взвода и тросовой системы. Он же ведет огонь, нажимая на кнопку электростарта, установленную на правом рычаге управления танком. Грубая наводка в цель осуществляется поворотом всего танка.



Зенитная пулеметная установка танка Т-54 — крупнокалиберный 12,7-мм пулемет ДШКМ (рис. 40) крепится на вращающейся турели люка заряжающего в башне танка. Стрельбу ведет заряжающий, стоя на своем сиденьи.

Наведение в горизонтальной плоскости производится поворотом турели, для чего слева на установке имеется рукоятка с клавишей

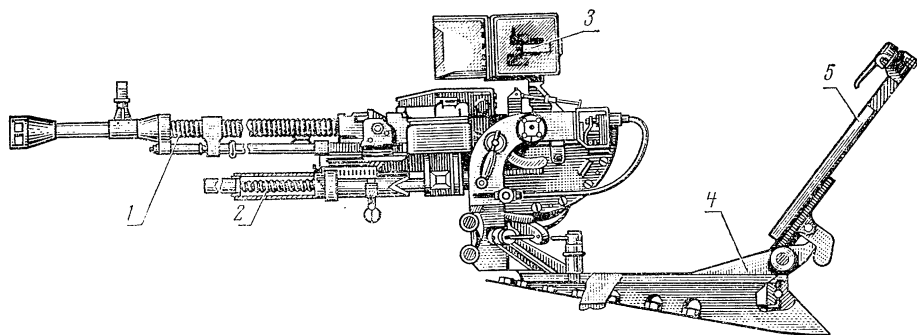


Рис. 40. Установка зенитного пулемета:

1 — ствол пулемета; 2 — уравнивающий механизм; 3 — коллиматорный прицел; 4 — турель; 5 — крышка люка заряжающего

спускового механизма. В вертикальной плоскости пулемет наводится подъемным механизмом, маховичок которого укреплен на правой стороне установки. Работу подъемным механизмом значительно облегчает пружинный уравнивающий механизм. Прицеливание осуществляется с помощью коллиматорного прицела.

### 3. БОЕПРИПАСЫ

Совокупность снаряда со взрывателем, боевым зарядом и средствами воспламенения называется артиллерийским выстрелом.

По способу заряжания выстрелы разделяются на патронные и раздельного заряжания. Первые (их называют унитарными) гильзой объединены в одно целое и заряжаются в один прием. Для орудий крупного калибра применяются выстрелы раздельного заряжания: гильзовые (боевой заряд помещен в гильзе) и картузные (боевой заряд помещен в мешок — картуз).

Артиллерийские выстрелы для танковых пушек, как правило, патронные. В боевой комплект каждого танка входит определенное количество артиллерийских выстрелов, снаряженных снарядами того или иного назначения.

**Бронбойные снаряды** предназначены для того, чтобы пробить броню объекта, по которому ведется огонь, и нанести поражение живой силе и оборудованию, прикрываемым этой броней.

Разрушение брони происходит за счет накопленного снарядом при выстреле запаса кинетической энергии. В момент встречи с броней кинетическая энергия (живая сила снаряда) оказывается прямо пропорциональна его весу и квадрату скорости. Этим, собственно, обусловлено стремление увеличить вес снаряда и его начальную скорость.

Бронебойные снаряды бывают остроголовыми (рис. 41, *а*) и тупоголовыми (рис. 41, *б*, *в*). Для сохранения баллистических качеств тупоголовые снаряды снабжены баллистическим наконечником из листовой стали.

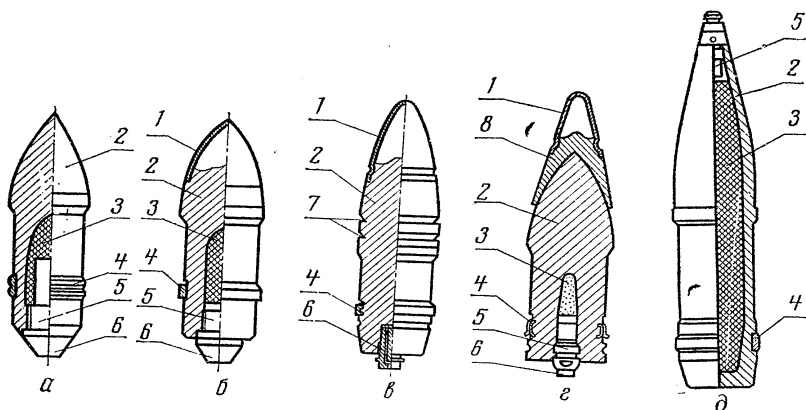


Рис. 41. Снаряды танковой пушки:

*а* — остроголовый; *б* — тупоголовый; *в* — тупоголовый с подрезами на корпусе; *г* — с бронебойным наконечником; *д* — осколочно-фугасный; (1 — баллистический наконечник; 2 — корпус; 3 — взрывной заряд; 4 — ведущий пояс; 5 — взрыватель; 6 — трассер; 7 — подрезы; 8 — бронебойный наконечник;

Формой головных частей снарядов обуславливается возможность поражения брони не только при больших, но и при малых углах встречи снаряда с целью. Действительно, там, где остроголовый снаряд отскочит от брони (рикошетирует), тупоголовый пробивает ее. Происходит это благодаря тому, что давление при ударе такого снаряда о броню распределяется по относительно большей площади, а тупая головка уменьшает вероятность рикошета.

Несмотря на то, что снаряд изготавливается из очень прочной стали, при ударе о броню он разрушается. Чтобы ограничить область его разрушения, на корпусе делают так называемые подрезы — кольцевые проточки (рис. 41, *в*).

Весьма эффективным оказалось применение бронебойных наконечников, впервые предложенных известным русским флотоводцем адмиралом С. О. Макаровым. Бронебойный наконечник (рис. 41, *г*) делают из той же стали, что и снаряд. В момент встречи с броней он

разрушается, но разрушает и верхний слой брони, как бы готовит ее для пробивания остроголовым корпусом, в котором, как правило, размещен небольшой заряд. Этот заряд, разрываясь за пробитой броней, повышает поражающее действие снаряда.

Осколоч но-фугасный снаряд (рис. 41, д) наносит поражение за счет энергии газов разрывного заряда и осколками разрывающегося стального корпуса. Толщину его стенок выбирают из условий прочности и возможности получения достаточного числа осколков. В корпусе размещается разрывной заряд, вес которого составляет 15 проц. веса снаряда.

В качестве разрывного заряда применяются так называемые бризантные взрывчатые вещества (ВВ) — тротил, тетрил, гексоген, тэн. Взрывчатое превращение этих веществ происходит в результате детонации, протекающей с огромной скоростью. Так, скорость детонации тротила достигает  $7000 \text{ м/сек}$ . Взрыв вызывает резкое повышение температуры (до  $4500^\circ \text{С}$ ) и давления (до  $300000 \text{ кг/см}^2$ ) газообразных продуктов взрыва. Естественно, такие свойства бризантных ВВ порождают при взрыве мощный удар газов, что не только разрушает корпус снаряда, но и преграды в районе взрыва.

Взрыватели снарядов танковых пушек состоят из огневой цепи и механизмов, благодаря которым взрыв происходит лишь в необходимый момент.

Огневая цепь взрывателя в момент удара снаряда о преграду возбуждает начальный огневой импульс и передает этот импульс с тем или иным замедлением на разрывной заряд.

Механизм взрывателя может быть ударным, установочно-замедлительным, поворотнo-предохранительным. К таким механизмам относятся также детонирующее и трассирующее устройства. Наличие тех или иных механизмов определяется типом взрывателя. На снарядах танковых пушек применяют либо донные, либо головные взрыватели.

Донный взрыватель предназначен для бронебойных снарядов, имеющих разрывной заряд и ввинчивается в очко дна корпуса.

Показанный на рис. 42, а донный взрыватель состоит из ударного механизма инерционного действия, замедлительного механизма, детонирующего и трассирующего устройств. Ударный механизм имеет неподвижно закрепленное жало 11, инерционный ударник 13 с капсулем-воспламенителем 2, контрпредохранительную пружину 4, предохранительный разрезной цилиндр 3 и свинцовое кольцо 14. В состав замедлительного механизма входит пороховой замедлитель 9, инерционный медный кружок 10 со сквозным отверстием и ввинтная втулка 5.

Детонирующее приспособление состоит из капсуля-детонатора 8 и детонатора 6, размещенных в стакане детонатора 7. Трассирующее приспособление имеет трассер 16, соединенный с корпусом взрыва-

теля 1 трассерной гайкой 15. Трассер — это латунная гильза, в которую запрессовано трассирующее вещество, покрытое тонким целлулоидным кружком. Первый, легко воспламеняющийся слой этого вещества находится непосредственно за целлулоидным кружком, а далее следует несколько слоев трассирующего вещества.

Донный взрыватель всегда готов к стрельбе и не требует предварительных установок. В исходном (до выстрела) состоянии разрезной цилиндр 3, упираясь верхним торцом в диск жала 11, а нижним в скошенный уступ инерционного ударника 13, удерживает его на месте.

При выстреле, под действием силы инерции, возникающей вследствие быстрого движения снаряда по каналу ствола, предохранительный разрезной цилиндр 3, оседая до упора в свинцовое кольцо 14, разжимается и плотно обхватывает инерционный ударник 13. Свинцовое кольцо 14 смягчает удар ударного механизма о дно каморы взрывателя. Газы боевого заряда прожигают целлулоидный кружок и воспламеняют в трассере первый слой трассирующего состава.

Пока снаряд летит по траектории, контрпредохранительная пружина 4 и предохранительный разрезной цилиндр 3, удерживаемый трением о стенки корпуса 1, не дают инерционному ударнику коснуться жала 11.

Трассирующий состав выгорает, оставляя за снарядом дымный след. В момент удара о броню снаряд резко теряет скорость и инерционный ударник вместе с предохранительным разрезным цилиндром и свинцовым кольцом 14, под воздействием сил инерции, продвигается вперед, сжимает контрпредохранительную пружину и накалывает капсюль-воспламенитель на жало. Луч огня от капсюля-воспламенителя проходит через отверстие в диске жала и в инерционном медном кружке 10 и зажигает пороховой замедлитель 9. Заметим, что при ударе снаряда о броню порох замедлителя несколько спрессовывается инерционным медным кружком, что уменьшает возможность разрушения пороха и способствует более равномерному его горению.

Снаряд углубляется в броню и пробивает ее. Луч огня от капсюля-воспламенителя проникает к капсюлю-детонатору 8 только после прогорания порохового замедлителя. Детонатор взрывается и вызывает взрыв разрывного заряда снаряда.

Головной взрыватель применяется у осколочно-фугасных снарядов. В качестве примера рассмотрим устройство и принцип действия показанного на рис. 42, б, в головного взрывателя предохранительного типа двойного ударного действия. Состоит он из ударного, установочно-замедлительного, поворотного предохранительного механизмов и детонирующего устройства.

Ударный механизм включает в себя ударник мгновенного действия 2 с жалом 17 и ударник инерционного действия 5 с капсюлем-воспламенителем 6. Стопорные шарики 18 не допускают накалывания

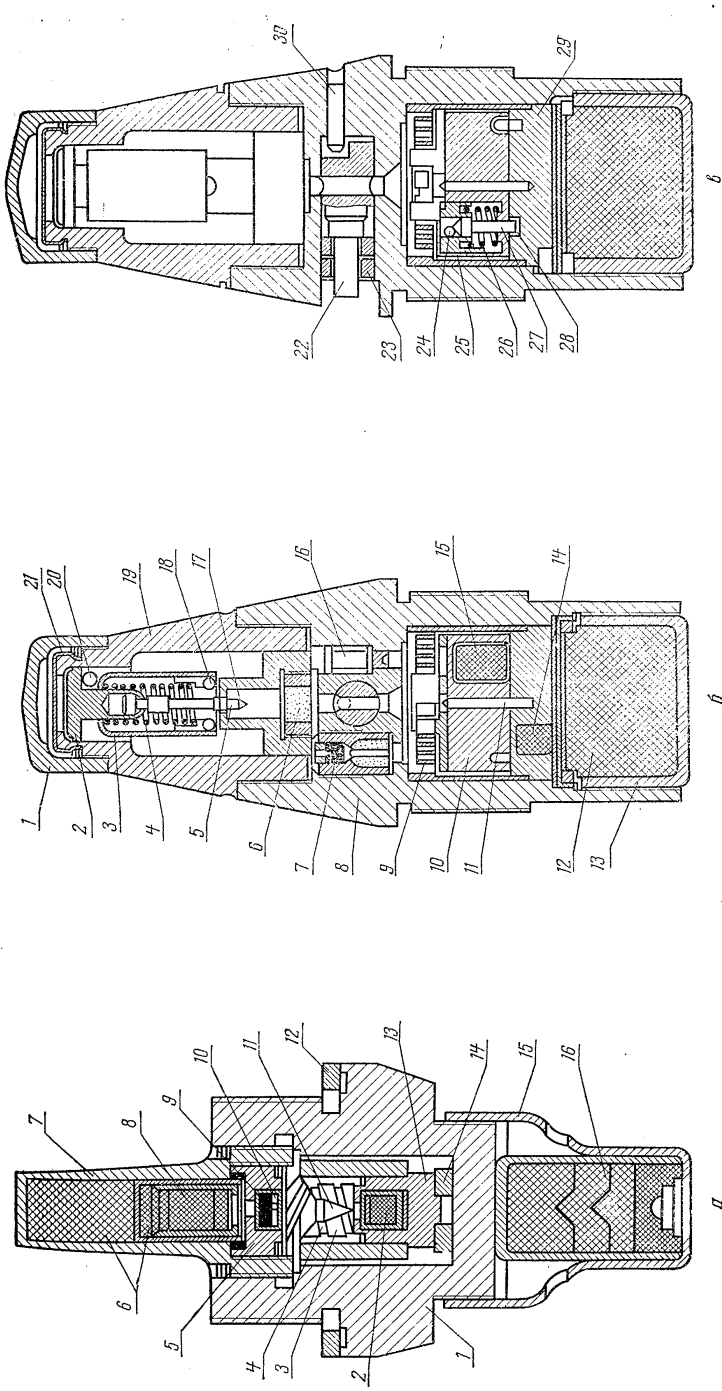


Рис. 42. Взрыватели:

а — доный взрыватель (1 — корпус; 2 — капсоль-воспламенитель; 3 — предохранительный разрезной цилиндр; 4 — контрольно-защитная пружина; 5 — винтовая втулка; 6 — детонатор; 7 — стакан детонатора; 8 — капсоль-детонатор; 9 — пороховой замедлитель; 10 — инерционный медный кружок; 11 — жало; 12 — уплотнительное кольцо; 13 — инерционный ударник; 14 — капсоль-детонатор; 15 — свинцовое кольцо; 16 — инерционный трассер) б, в — головной взрыватель (1 — копчаек; 2 — ударник мгновенного действия; 3 — оседающая гильза; 4 — взводящая пружина; 5 — инерционный ударник; 6 — капсоль-воспламенитель; 7 — втулка с замедлителем; 8 — корпус; 9 — поворотная пружина; 10 — поворотная втулка; 11 — ось; 12 — детонатор; 13 — дочная втулка; 14 — перелачный заряд; 15 — капсоль-детонатор; 16 — стоор-Нрыяло; 17 — жало; 18, 20, 24 — стопорный шерик; 19 — головная втулка; 21 — мембрана; 22 — кран; 23 — уплотнительное устройство; 25 — оседающая втулка; 26 — предохранительная пружина; 27 — взводящая пружина; 28 — стоор; 29 — диафрагма; 30 — шпилька)

капсюля-воспламенителя о жало до выстрела. Стопорные шарики удерживаются оседающей гильзой 3, перемещение которой в свою очередь ограничивается шариком 20 и взводящей пружиной 4.

Установочно-замедлительный механизм, позволяющий задавать взрывателю тот или иной режим работы, расположен в корпусе 8 взрывателя; состоит из крана 22 и втулки с замедлителем 7. Кран может занимать два положения: «открыт» и «закрыт». В теле крана имеется канал, по которому луч огня от капсюля-воспламенителя проходит к капсюлю-детонатору.

Поворотный предохранительный механизм находится в нижней части взрывателя. Его поворотная втулка 10 установлена на оси 11. В теле втулки размещены капсюль-детонатор 15 и стопорное устройство, состоящее из стопора 28, взводящей пружины 27. Хвостовая часть стопора удерживается в гнезде диафрагмы 29 стопорным шариком 24. Поворотная втулка остается в застопоренном положении до выстрела и во время движения снаряда по каналу ствола. Капсюль-детонатор при этом смещен относительно передаточного заряда 14. Следовательно, огневая цепь взрывателя — путь к детонатору 12 — разорвана.

Рассмотрим, как взаимодействуют детали взрывателя во время выстрела. Действует взрыватель в два этапа: первый — взведение — протекает с начала движения снаряда по каналу ствола до встречи снаряда с преградой; второй — срабатывание — заканчивается взрывом детонатора. В начале первого этапа силы инерции действуют в направлении, обратном движению снаряда, что обусловлено резким нарастанием его скорости.

Как только снаряд пойдет по каналу ствола, ударник мгновенного действия 2, оседающая гильза 3 и шарик 20 под действием инерции сжимают пружину 4 и перемещаются к ударнику инерционного действия 5. Однако движение ударника мгновенного действия ограничивается шариками 18, в которые упирается своей утолщенной частью жало 17. Оседающая гильза опускается до упора в ударник инерционного действия и освобождает шарик 20. Под действием центробежных сил он выходит в полость головной втулки 19.

В это же время изготавливается к последующему действию стопорное устройство. В силу инерции оседающая втулка 25 перемещается к диафрагме 29 и сжимает предохранительную пружину 26. Стопорный шарик 24 освобождает стопор 28, скатившись с его головки на торец оседающей втулки.

Пока снаряд, установленный на замедленное действие, не покинул канала ствола, может произойти случайное срабатывание капсюля-воспламенителя. Предохраняет взрыватель от преждевременного срабатывания стопор-ныряло 16. От перемещения под действием сил инерции он удерживается медной чекой. Но если капсюль-воспламенитель сработал произвольно, то под действием пороховых газов

чека срезается и стопор-ныряло опускается. Конец его входит в прорез крышки поворотной втулки 10, предотвращая ее поворот в боевое положение.

После того, как снаряд покинул канал ствола, его скорость сразу же начинает падать. Силы инерции меняют направление силы действия, и оседающая гильза 3, и ударник мгновенного действия с помощью взводящей пружины 4 перемещаются вперед. Оседающая гильза упирается в шляпку ударника 2 и освобождает шарики 18, которые в результате действия центробежных сил (ведь снаряд вращается) выкатываются из своих гнезд. Оба ударника получают возможность беспрепятственного взаимного перемещения.

Под действием взводящей пружины 27 стопор 28 выходит из гнезда в диафрагме 29, освобождая поворотную втулку 10. Спиральная поворотная пружина 9 поворачивает втулку так, что капсюль-детонатор занимает положение над передаточным зарядом 14. Так завершается взведение взрывателя — его подготовка к срабатыванию.

Взрыватель может быть установлен на мгновенное действие (колпачок 1 снят, кран 22 в положении «О»); на инерционное действие (колпачок на месте, кран в положении «О»): на замедленное действие (колпачек на месте, кран в положении «З»).

При установке взрывателя на мгновенное действие снаряд срабатывает как осколочный, так как за 0,001 сек он не успевает углубиться в преграду (землю) и поражает цели главным образом своими осколками. В момент встречи снаряда с преградой мембрана 21 разрушается и ударник мгновенного действия устремляется навстречу ударнику инерционного действия. Жало накальвает капсюль-воспламенитель, и луч огня по каналу в кране 22 проникает в капсюль-детонатор. Через передаточный заряд взрыв передается на детонатор и на разрывной заряд снаряда.

Когда взрыватель установлен на инерционное действие, за 0,005 сек снаряд успевает углубиться в преграду и действует уже как фугасный. При ударе его о преграду ударник мгновенного действия не срабатывает благодаря тому, что он прикрыт колпачком 1. Ударник инерционного действия по инерции перемещается вперед и капсюль-воспламенитель накальвается на жало. Огневая цепь взрывателя срабатывает так же, как и в предыдущем случае.

Если взрыватель установлен на замедленное действие, время его срабатывания увеличивается до 0,01 сек. за счет того, что луч огня от капсюля-воспламенителя к капсюлю-детонатору проникает не по каналу крана 22 (он перекрыт), а через замедлитель 7. Снаряд с установленным таким образом взрывателем глубоко уходит в преграду, оказывая значительное фугасное действие.

**Боеприпасы танковых пулеметов** — боевые патроны — состоят из гильзы, капсюля, боевого заряда и пули. Гильза объединяет все

части патрона: внутри ее помещается пороховой заряд, в донной части — капсуль, обеспечивающий воспламенение боевого заряда. Для стрельбы из 7,62-мм пулеметов применяют легкие, тяжелые, а также бронебойные, бронебойно-зажигательные, пристрелочно-зажигательные и трассирующие пули. В боекомплект зенитного 12,7-мм пулемета входят патроны с бронебойной, бронебойно-зажигательной и бронебойно-зажигательно-трассирующей пулями.

#### 4. ОПТИЧЕСКИЕ ПРИЦЕЛЫ

Наводить пушку и спаренный с ней пулемет на цель, задавать им в соответствии с дальностью до цели углы возвышения, стрелять из пушки и пулемета прямой наводкой помогают танкистам телескопический шарнирный и коллиматорный пулеметный прицелы.

Даже простейшая телескопическая двухлинзовая система, так называемая труба Кепплера (рис. 43, а) избавляет человека от излишнего напряжения зрения, позволяет ему длительное время вести наблюдение. В этой системе задний фокус  $F_1$  передней линзы (объектива) в точке  $a$  совмещен с передним фокусом  $F_2$  задней линзы (окуляра). Благодаря этому от каждой точки рассматриваемого предмета в глаз наблюдателя попадают параллельные пучки лучей света. Преломляясь в хрусталике глаза, они дают действительное, перевернутое на  $180^\circ$  изображение предмета.

В танковых прицелах оптическая система более сложная и совершенная (рис. 43, б). Оборачивающие линзы строят в фокальной плоскости окуляра прямое изображение предмета. Защитное стекло предохраняет оптическую систему от влаги и пыли. Конденсор способствует улучшению изображения. Оптический шарнир состоит из четырех зеркал, установленных таким образом, что при изменении положения головной части прицела, соединенного с пушкой, оптическое изображение не нарушается.

В фокальной плоскости объектива размещена стеклянная плоскопараллельная пластинка с вытравленными штрихами — шкалами углов прицеливания для каждого из основных типов снарядов и спаренного пулемета (рис. 44). Цена деления шкал составляет 100—200 м для пушки и 50 м для пулемета. На пластинке нанесены также прицельные марки — угольники. Центральная служит для прицеливания без учета боковых поправок, а расположенные справа и слева угольники и штрихи — с учетом поправок.

Пластинка со шкалами, укрепленная в каретке, перемещается по направляющим с помощью маховичка механизма углов прицеливания. Чтобы шкалы и прицельные марки были хорошо видны днем, их наносят специальной краской. В темноте включают специальную лампочку подсветки.



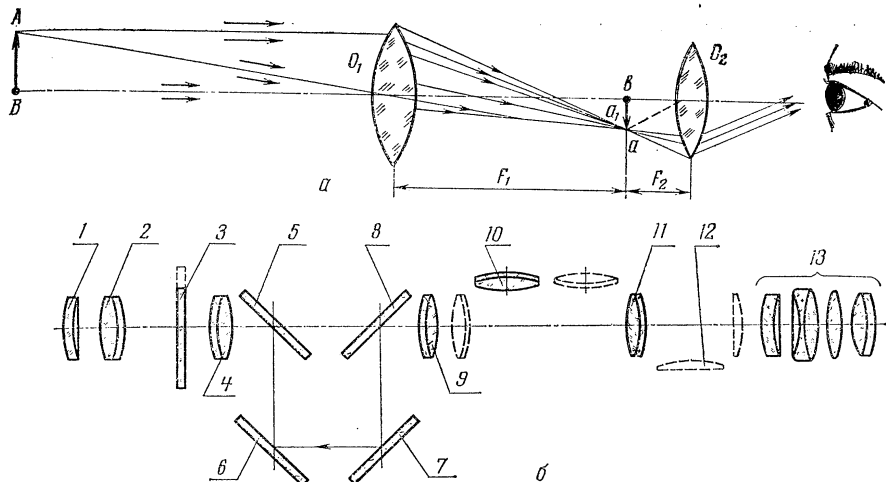


Рис. 43. Телескопическая оптическая система:

*a* — простейшая (труба Кеплера); *AB* — наблюдаемый объект;  $O_1$  — объектив;  $O_2$  — окуляр; *b* — танковый прицел (1 — защитное стекло; 2 — объектив; 3 — плоскопараллельная пластинка; 4 — конденсор; 5, 6, 7, 8 — зеркала оптического шарнира; 9 — оборачивающая линза; 10 — оборачивающая линза 7-кратного увеличения; 11 — оборачивающая линза 3,5-кратного увеличения; 12 — светофильтр; 13 — окуляр)

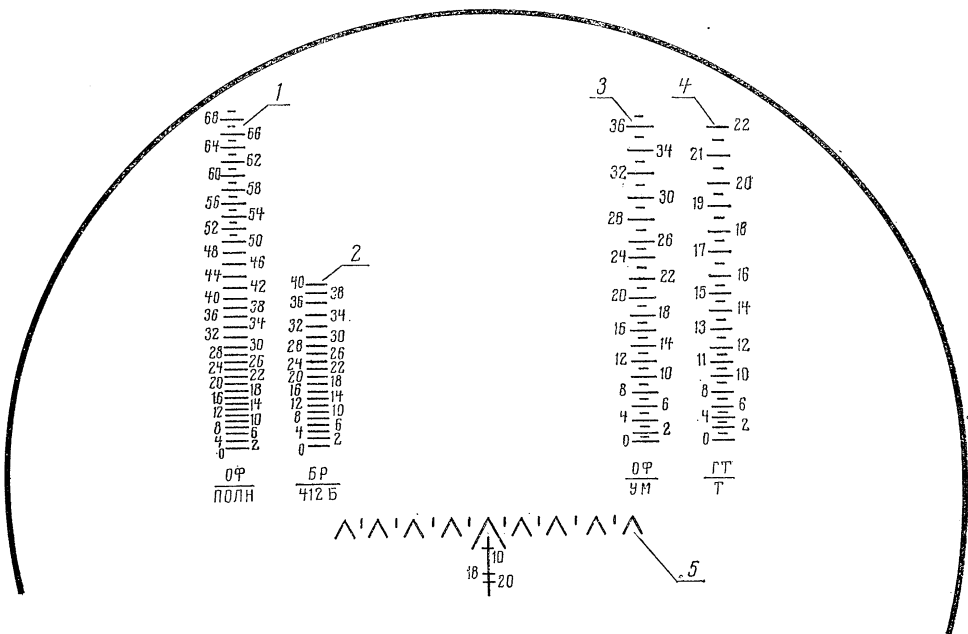


Рис. 44. Шкалы прицела

1 — дистанционная шкала для осколочно-фугасного снаряда, заряд полный; 2 — дистанционная шкала для бронебойно-трассирующего снаряда; 3 — дистанционная шкала для осколочно-фугасного снаряда, заряд уменьшенный; 4 — дистанционная шкала для стрельбы тяжелой пулей из 7,62-мм пулемета, спаренного с пушкой; 5 — прицельные марки

Сменные линзы оборачивающей системы обеспечивают 3,5- и 7-кратное увеличение. Светофильтр применяется при «воздушной дымке» и очень яркой освещенности, например, зимой, когда яркое солнце затрудняет наблюдение.

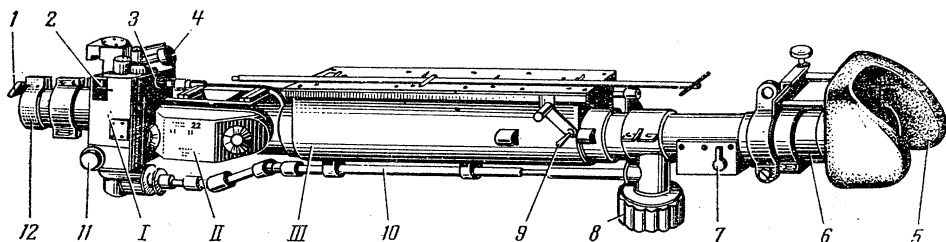


Рис. 45. Танковый шарнирный телескопический прицел ТШ-2:

1 — головная часть; II — шарнирный механизм; III — окулярная часть (1 — очиститель защитного стекла; 2 — штетсельная вилка обогревателя защитного стекла и осветителя сетки прицела; 3 — рукоятка очистителя; 4 — хомутик шарнирной подвески окулярной части; 5 — налобник; 6 — муфта регулирования резкости изображения; 7 — рукоятка включения светофильтра; 8 — маховичек углов прицеливания; 9 — рукоятка смены увеличения; 10 — карданный валик механизма углов прицеливания; 11 — цапфа крепления головной части; 12 — носик прицела)

**Танковый шарнирный прицел — ТШ-2** (рис. 45) представляет собой телескопическую трубу, состоящую из головной части, шарнирного механизма, механизма изменения увеличения и окулярной части.

Установлен прицел в башне танка. Его головная часть жестко соединена с люлькой пушки и перемещается вместе с ней, а окулярная часть — с крышей башни и благодаря шарнирной подвеске остается неподвижной. Высота ее расположения регулируется по росту наводчика.

Во время стрельбы наводчик лбом плотно прижимается к налобнику и ведет наблюдение обоими глазами. По мере надобности, пользуясь соответствующими рукоятками, он меняет увеличение, светофильтр, вводит необходимые установки углов прицеливания.

У телескопических прицелов весьма ограниченное поле зрения. Так, у прицела типа ТШ оно не превышает  $18^\circ$ . Разумеется, что при стрельбе по самолетам из зенитного крупнокалиберного пулемета пользоваться таким прицелом неудобно.

❖ **Коллиматорный пулеметный прицел** (рис. 46) имеет практически неограниченное поле зрения. В нем на линии визирования цели под углом  $45^\circ$  установлена плоско-параллельная пластинка — отражатель. Через нее наводчик одновременно видит цель и изображение сетки, которое передается оптической системой прицела.

Сетка состоит из двух окружностей (колец) и перекрещивающихся линий. Если самолет летит прямо на танк (фронтально), на него наво-

дится перекрестные. Если же самолет совершает фланговое движение, наводчик, пользуясь кольцами и штрихами на перекрещивающихся линиях, выбирает упреждение, корректируя стрельбу по трассам, оставляемым летящими пулями.

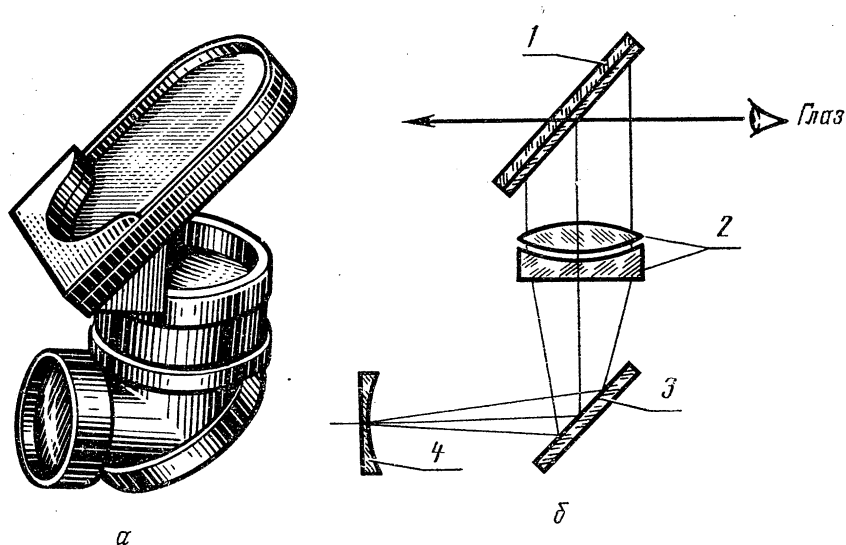


Рис. 46. Коллиматорный прицел:

*a* — общий вид; *b* — схема оптики (1 — отражатель; 2 — объектив; 3 — зеркало; 4 — стекло с сеткой)

## 5. ПРИБОРЫ НАБЛЮДЕНИЯ

Экипаж танка, не покидая машины, ведет непрерывную разведку местности и обнаруживает цели, осуществляет целеуказание и корректирует огонь по приборам наблюдения. В их конструкции широко использованы перископические оптические системы, состоящие из двух зеркал или двух призм (верхней и нижней). Глаз наблюдателя, пользующегося таким прибором, находится ниже призмы, принимающей изображение наблюдаемого объекта, что исключает опасность поражения его пулями или осколками. Расстояние между центрами верхней и нижней призм называется перископичностью прибора (рис. 47, *a*).

Перископические приборы наблюдения бывают простейшими — с однократным увеличением, и сложными — с многократным увеличением и большой обзорностью. К числу первых принадлежат приборы наблюдения механика-водителя. Главное их назначение — обеспечивать возможность видеть местность без увеличения, как не-

вооруженным глазом, а также достаточный угол обзора и минимальное непросматриваемое пространство перед танком. Приборы можно опускать и вновь поднимать их для наблюдения. Налобник прибора предохраняет механика-водителя от ударов во время наблюдения.

Приборы наблюдения наводчика и заряжающего по конструкции одинаковы. Их перископический блок (рис. 47, б) состоит из двух

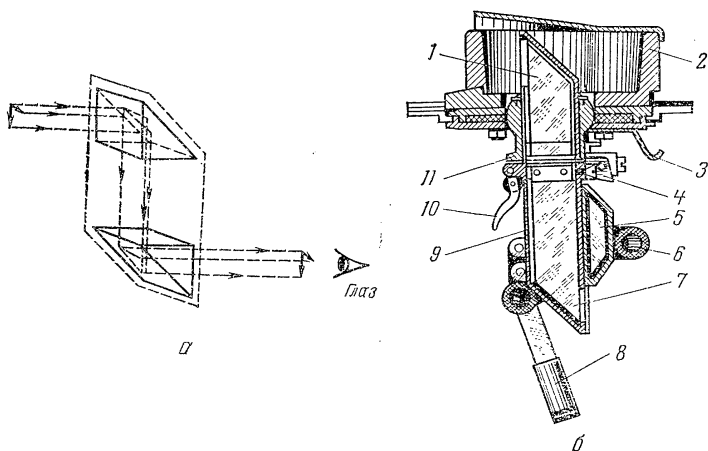


Рис. 47. Приборы наблюдения:

*a* — простейшая перископическая система; *б* — прибор наблюдения наводчика и заряжающего (1 — верхняя призма; 2 — броневой колпак; 3 — указатель; 4 — шарнирное устройство; 5 — передвижная призма; 6 — налобник; 7 — нижняя призма; 8 — рукоятка; 9 — нижняя часть корпуса; 10 — замок; 11 — верхняя часть корпуса)

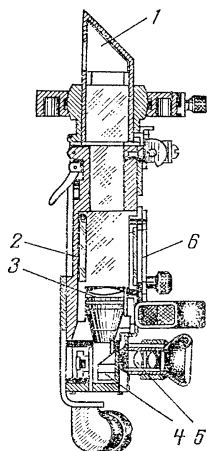


Рис. 48. Прибор наблюдения командира танка:

1 — верхняя призма; 2 — зеркало; 3 — объектив; 4 — оборачивающие призмы; 5 — окуляр; 6 — защитное стекло

призм — верхней и нижней. Верхняя призма, которая может в ходе боя выйти из строя, легко заменяется.

Прибор обеспечивает круговое наблюдение — вращается в пределах  $360^\circ$ . Кроме того, опускающаяся вниз передвижная призма позволяет вести наблюдение за местностью, оставшейся позади танка.

К корпусу прибора крепится указатель, а к крыше башни — градуированный лимб. Это несложное приспособление дает возможность наводчику и заряжающему осуществлять целеуказание.

Командирский перископ имеет переменное увеличение. Его оптическая система (рис. 48) состоит из верхней отражательной призмы, размещенной в головной части прибора, откидного зеркала, объектива, оборачивающих призм и двух монокуляров, составляющих бинокль.

Когда зеркало, расположенное параллельно отражательной грани верхней призмы  $I$  включено, командир через защитное стекло, установленное в средней части прибора, наблюдает за местностью как через простейший перископический прибор, без увеличения. Если же зеркало выключено, то световой поток от верхней призмы направлен на монокуляры и командир наблюдает за местностью уже через оптическую систему, дающую пятикратное увеличение. Сетка монокуляров позволяет измерять углы в вертикальной и горизонтальной плоскости, а дальномерная шкала — определять дальность до цели.

Прибор установлен в крышке люка командирской башенки шарнирно. Его можно поворачивать в горизонтальной плоскости на  $360^\circ$ , наклонять вниз и вверх. Вместе с крышкой люка башенки его можно вращать в горизонтальной плоскости. В командирской башенке установлены также призмённые приборы наблюдения, аналогичные по конструкции приборам механика-водителя.

## 6. ПРИБОРЫ НОЧНОГО ВИДЕНИЯ

Способность успешно действовать в ночных условиях является одним из важнейших боевых качеств современных танков, и обеспечивается оно благодаря применению приборов ночного видения.

Действие таких приборов основано на использовании свойств инфракрасных лучей (ИКЛ) — электромагнитных колебаний, излучаемых в окружающее пространство любым телом, температура которого выше абсолютного нуля ( $-273^\circ \text{C}$ ).

Для глаза, не вооруженного специальным прибором, инфракрасные лучи невидимы. Но они, как и видимые лучи, подчиняются тем же основным законам геометрической оптики. Это дало возможность создать приборы ночного видения, позволяющие в абсолютной темноте наблюдать те или иные объекты, излучающие либо отражающие ИКЛ.

Для создания источника ИКЛ — инфракрасных прожекторов было использовано такое свойство этих лучей, как способность их проходить через непрозрачную среду — эбонит, окрашенное стекло, черную бумагу, не пропускающую видимый свет. Оказалось достаточным прикрыть обычный осветитель (фару, прожектор) светофильтром из непроницаемого материала. Подобный источник ИКЛ достаточно мощный, так как 95 проц. энергии, излучаемой обычной электрической лампой, приходится на инфракрасные лучи.

ИКЛ, имеющие более длинную волну, чем видимый свет, меньше рассеиваются в атмосфере и свободно проникают через слабый туман, дымы, дождь, снег. Благодаря этому, дальность действия инфракрасного прожектора сравнительно велика и позволяет освещать достаточно удаленные объекты.

Инфракрасный прожектор направляют в сторону объекта наблюдения (рис. 49). Отражаемые от этого объекта ИКЛ попадают в объектив инфракрасного телескопа. Оптическая система объектива в соответствии с законами геометрической оптики строит невидимое изоб-

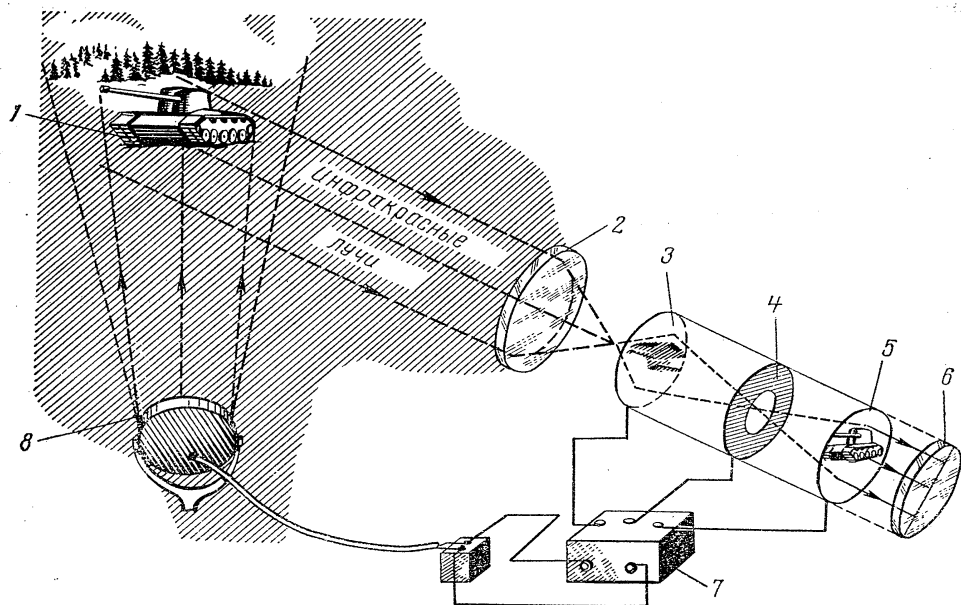


Рис. 49. Схема действия прибора ночного видения:

1 — цель; 2 — объектив; 3 — электронно-оптический преобразователь; 4 — электростатические линзы; 5 — люминесцентный экран; 6 — окуляр; 7 — высоковольтный блок питания; 8 — инфракрасный прожектор

ражение предмета на фотокатод электронно-оптического преобразователя (ЭОП).

Электронно-оптический преобразователь представляет собой стеклянную колбу, внутри которой высокий вакуум. Передняя стенка колбы является полупрозрачным фотокатодом, а задняя, покрытая люминесцирующим веществом, — экраном-анодом.

Падающие на фотокатод инфракрасные лучи вызывают эмиссию электронов. Попадая в электрическое поле, создаваемое специальными электродами, электроны ускоряют свое движение и, бомбардируя анод, вызывают его свечение. В результате инфракрасные лучи, попадающие на фотокатод, преобразуются в видимое излучение люминесцирующего экрана.

Для нормальной работы электронно-оптического преобразователя необходим источник питания, вырабатывающий постоянное напряжение 3—5 киловольт. В силу того, что мощность, потребляемая электронно-оптическим преобразователем, невелика, блоки питания имеют небольшие габариты и вес. В схемах высоковольтных блоков питания применяют, как правило, вибраторы, преобразующие постоянное напряжение в пульсирующее.

Вести ночную стрельбу из танковой пушки и спаренного с ней пулемета позволяет прицел, представляющий собой электронно-оптический монокулярный перископ. В его корпусе размещена перископическая система. Ее головное зеркало тягами связано с головной частью телескопического дневного прицела. Благодаря этому при изменении угла возвышения пушки оптические оси обоих прицелов синхронно изменяют свое положение.

В корпусе прицела находится электронно-оптический преобразователь, питание которого осуществляется от высоковольтного блока, размещаемого в башне танка. В поле зрения прицела имеется центральный угольник и штрихи боковых поправок.

Инфракрасный прожектор устанавливается на башне танка, справа от пушки. Специальная система тяг связывает его со стволом орудия. Благодаря этому обеспечивается освещение местности в поле зрения прицела при любом положении ствола пушки.

Прицел от засвечивания интенсивными источниками света предохраняет диафрагма. С ее помощью регулируется яркость свечения поля зрения прицела. Величина диафрагмы устанавливается путем вращения маховичка, находящегося на корпусе прицела.

Наблюдая в прицел, наводчик видит сочетание зеленоватых пятен различной яркости, повторяющее контуры объектов, находящихся в поле зрения прицела. Для быстрого и уверенного распознавания этих объектов необходимы определенные навыки.

## Глава V. СИЛОВАЯ УСТАНОВКА

### 7. ТАНКОВЫЙ ДВИГАТЕЛЬ

#### Принцип его работы

На танках применяются двигатели внутреннего сгорания. Наибольшее распространение получили так называемые дизельные двигатели, у которых рабочая смесь образуется внутри цилиндра и воспламеняется

от сжатия. При работе дизеля в его цилиндрах происходит ряд процессов, которые повторяются в определенной последовательности (впуск, сжатие, расширение-рабочий ход, выпуск); совокупность их называ-

ется рабочим циклом. Часть цикла, проходящая за время движения поршня от одной мертвой точки до другой, называется тактом.

Дизели могут работать по четырехтактному или двухтактному циклу.

Назначение такта впуска (рис. 50, *а*) состоит в том, чтобы наполнить цилиндр воздухом. Предположим, что поршень находится в верхнем крайнем положении — в верхней мертвой точке (ВМТ). При движении его к нижней мертвой точке (НМТ) объем внутрицилиндрового пространства увеличивается и в цилиндре создается разрежение, благодаря чему воздух и устремляется в цилиндр через открытый клапан.

При такте сжатия (рис. 50, *б*) поршень движется от НМТ к ВМТ. Клапаны при этом закрыты, воздух сжимается в цилиндре и, следовательно, давление и температура в нем повышаются. В конце такта давление газов в цилиндре находится в пределах  $30\text{—}35 \text{ кг/см}^2$ , а их температура —  $500\text{—}700^\circ \text{C}$ , т. е. примерно в два раза превышает температуру самовоспламенения дизельного топлива.

В определенный момент форсунка впрыскивает в цилиндр дизельное топливо в распыленном виде, и рабочая смесь, быстро нагреваясь, самовоспламеняется. Давление и температура газов в цилиндре резко возрастают: максимальное давление достигает  $80\text{—}90 \text{ кг/см}^2$ , а температура —  $1700\text{—}2000^\circ \text{C}$ . Под воздействием давления газов поршень начинает движение от ВМТ к НМТ. Усилие через шатун передается на кривошип коленчатого вала, заставляя вал вращаться. Во время этого хода поршня совершается полезная работа — выделенная при сгорании топлива энергия преобразуется в механическую работу. Поэтому такт расширения (рис. 50, *в*) называют иногда рабочим ходом.

Основным процессом такта выпуска (рис. 50, *г*) является удаление продуктов сгорания из цилиндра, что происходит главным образом во время движения поршня к верхней мертвой точке.

**Фазы газораспределения.** Мощность двигателей зависит от степени наполнения цилиндров воздухом и тщательности их очистки от отработавших газов. То и другое обусловливается своевременностью открытия и закрытия клапанов. В быстроходных дизелях при большом числе оборотов наполнение цилиндров воздухом затрудняется. Чтобы улучшить этот процесс, и предусмотрено некоторое опережение открытия клапанов и запаздывание их закрытия. Продолжительность периода от начала открытия и до конца закрытия клапанов, выраженная в углах поворота коленчатого вала относительно мертвых точек поршня, называется фазами газораспределения.

На рис. 50, *д* приведена диаграмма фаз газораспределения двигателя В-54.

Величина опережения открытия впускного клапана колеблется в пределах  $10\text{—}40^\circ$  поворота коленчатого вала. Цилиндр заполняется



воздухом в это время за счет энергии скоростного напора во впускном трубопроводе. Закрытие впускного клапана начинается после того, как поршень пройдет НМТ  $45-75^\circ$  угла поворота коленчатого

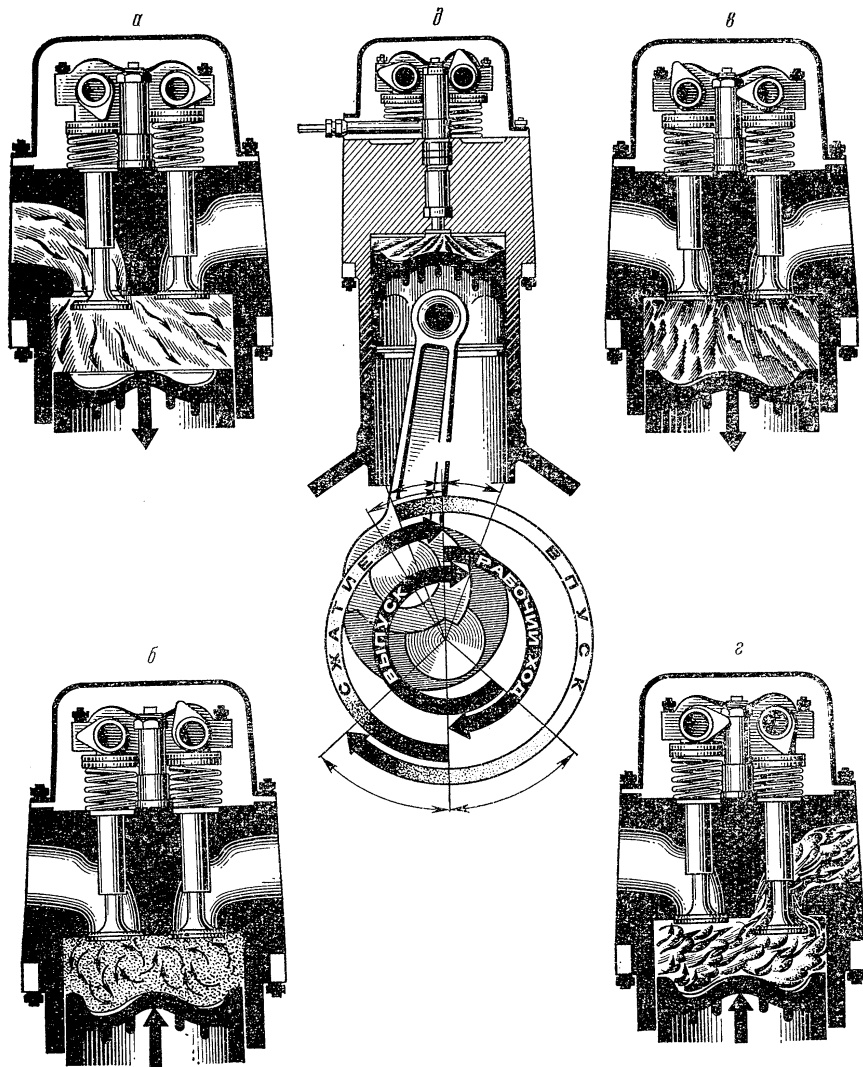


Рис. 50. Принцип работы четырехтактного дизельного двигателя:  
*а* — такт впуска; *б* — такт сжатия; *в* — такт рабочего хода; *г* — такт выпуска;  
*д* — фазы газораспределения

вала. Заполнение цилиндра воздухом продолжается благодаря наличию в цилиндре еще некоторого разрежения и инерции потока воздуха, поступающего в цилиндр двигателя. Полностью закрывается

впускной клапан лишь незадолго до начала выталкивания воздуха из цилиндра.

Выпускной клапан открывается в процессе такта расширения, еще до прихода поршня в НМТ, т. е. с некоторым опережением. Величина этого опережения в различных двигателях неодинаковая — колеблется в пределах  $40\text{--}70^\circ$  поворота коленчатого вала. Закрытие выпускного клапана происходит после того, как поршень пройдет ВМТ  $20\text{--}40^\circ$  поворота коленчатого вала. До момента закрытия газы продолжают выходить из цилиндра по инерции с большой скоростью. Таким образом, некоторое время остаются открытыми одновременно впускной и выпускной клапаны. Такое перекрытие клапанов обеспечивает лучшее наполнение цилиндра воздухом и лучшую очистку его от отработавших газов.

В одноцилиндровом двигателе вращение коленчатого вала во время вспомогательных ходов поршня (такты впуска, сжатия и выпуска) поддерживается энергией маховика. Чем больше крутящий момент одноцилиндрового двигателя, тем больше и тяжелее должен быть маховик.

Для обеспечения равномерной работы двигателя его делают многоцилиндровым. При этом работу цилиндров в нем чередуют так, что рабочий ход (такт расширения) в одном цилиндре совпадает с вспомогательными ходами в других. Такой двигатель может иметь маховик небольших размеров, так как момент на коленчатом валу в течение рабочего хода будет изменяться в гораздо меньших пределах, чем у одноцилиндрового двигателя. Чем больше цилиндров в двигателе, тем меньше равномерность его работы зависит от маховика.

Для того чтобы двигатель действовал равномерно, рабочие ходы в цилиндрах должны следовать через равные углы поворота коленчатого вала. Так, при четырех цилиндрах рабочий ход в следующем цилиндре должен начинаться через половину оборота коленчатого вала, то есть через  $180^\circ$  после предыдущего. Тогда за каждые два оборота коленчатого вала рабочие ходы совершаются во всех четырех цилиндрах.

Порядок работы цилиндров двигателя зависит от их расположения и взаимного положения кривошипов коленчатого вала. Он обеспечивается действием механизма газораспределения и подачи топлива, то есть своевременным открытием и закрытием клапанов и воспламенением рабочей смеси в отдельных цилиндрах.

Так, кривошипы коленчатого вала шестицилиндрового двигателя расположены попарно, под углом  $120^\circ$  один к другому. В таком двигателе каждая очередная пара поршней приходит в верхнюю мертвую точку через  $120^\circ$  после предыдущей пары. Через такие же промежутки происходят вспышки в цилиндрах. Такое расположение кривошипов позволяет получать несколько порядков работы двигателя. Наиболее часто применяется порядок работы цилиндров — 1—5—3—6—2—4. Этот порядок наиболее оптимальный по сравнению с другими воз-

можными, так как вспышки не происходят подряд в двух соседних цилиндрах, что ухудшало бы условия работы кривошипно-шатунного механизма.

У V-образного двенадцатицилиндрового двигателя поршень второго ряда приходит в верхнюю мертвую точку через  $60^\circ$  после первого.

Порядок работы цилиндров двигателя обычно такой:

первый ряд 1 5 3 6 2 4  
второй ряд 6 2 4 1 5 3

Таким образом, у двенадцатицилиндрового двигателя в каждый данный момент происходит рабочий ход в трех цилиндрах: в одном он начинается, во втором продолжается, в третьем заканчивается. Благодаря этому обеспечивается равномерная работа двигателя.

В настоящее время на отечественных танках устанавливаются двенадцатицилиндровые с V-образным (Т-54) и шестицилиндровые с вертикальным расположением блоков цилиндров (ПТ-76) четырехтактные быстроходные дизели жидкостного охлаждения с непосредственным впрыском топлива.

Общее устройство танкового двигателя и его систем будет рассмотрено на примере двигателя В-54, установленного на танке Т-54.

Шестицилиндровый дизель В-6 устанавливается на плавающем танке ПТ-76. Это определяет его некоторые конструктивные особенности, которые и будут показаны при описании соответствующих механизмов этого типа двигателя.

### **Устройство двигателя**

Двенадцатицилиндровый танковый двигатель (рис. 51) состоит из трех основных механизмов: кривошипно-шатунного, газораспределения и механизма передач.

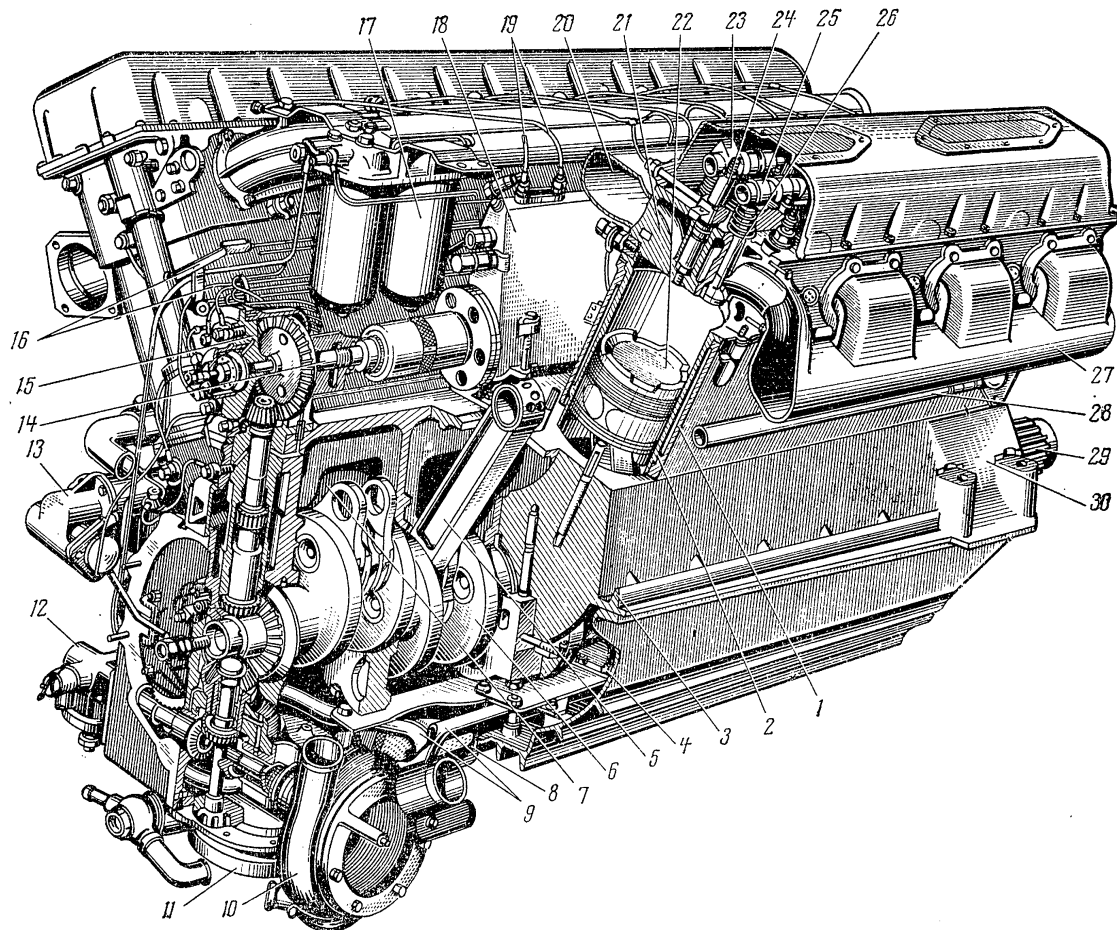
**Кривошипно-шатунный механизм** воспринимает давление газов, образующихся в цилиндрах при сгорании топлива, и преобразует возвратно-поступательное прямолинейное движение поршня во вращательное движение коленчатого вала. Этот механизм включает в себя картер, два блока цилиндров, поршневую и шатунную группы и коленчатый вал.

Картер, выполненный из алюминиевого сплава, служит основанием, на котором крепятся узлы и детали двигателя. Вся нагрузка от сил, действующих в двигателе, воспринимается верхней половиной картера, лапами соединенной с подмоторной рамой. К этой половине с помощью силовых шпилек прикреплены два блока цилиндров по шести цилиндров в каждом. Блоки расположены один к другому под углом  $60^\circ$ . Между ними установлен топливный насос.

На передней части верхней половины картера размещены гнезда суфлера, стакана верхнего вертикального валика, стакана наклонных валиков, привода распределительных валов механизма газораспределения и стакана наклонного валика передачи к генератору. С левой

Рис. 51. Танковый двигатель В-54:

1 — рубашка блока цилиндров; 2 — гильза цилиндра; 3 — верхняя половина картера; 4 — нижняя половина картера; 5 — прицепной шатун; 6 — коленчатый вал; 7 — главный шатун; 8 — передний отстойник; 9 — заборные трубки откачивающей секции масляного насоса; 10 — водяной насос; 11 — масляный насос; 12 — топливоподкачивающий насос БНК-12ТК; 13 — привод к датчику электротахометра; 14 — валик привода топливного насоса; 15 — воздухораспределитель; 16 — привод управления топливным насосом; 17 — топливный фильтр тонкой очистки; 18 — топливный насос НК-10; 19 — трубопровод высокого давления; 20 — впускной коллектор; 21 — головка блока правая; 22 — поршень; 23 — распределительный вал впуска; 24 — форсунка; 25 — распределительный вал выпуска; 26 — впускной клапан; 27 — выпускной коллектор; 28 — водяной трубопровод; 29 — носок коленчатого вала; 30 — лапа крепления двигателя



стороны, на лапах верхней части картера установлен генератор, а с правой — масляный фильтр. Внутри верхней половины картера — семь поперечных перегородок, к которым силовыми и поперечными стяжными шпильками крепятся подвески. В перегородках и подвесках сделаны гнезда для коренных подшипников, представляющих собой стальные вкладыши, залитые свинцовистой бронзой.

Нижняя половина картера является маслосборником. На дне ее находятся трубки, забирающие масло из переднего и заднего маслосборников. Внутри размещен привод к водяному, масляному и топливоподкачивающему насосам и к валику тахометра.

В торцевых поверхностях картера, по оси коленчатого вала, имеются центральные отверстия. Со стороны механизма передач оно закрыто крышкой центрального подвода масла, а со стороны носка в него вставлена гильза уплотнения коленчатого вала. Для поддержания нормального давления внутри картера в нем делается отверстие для сообщения с атмосферой, называемое сапуном. Сапун имеет проволочный фильтр, очищающий поступающий в картер воздух.

Блоки цилиндров — правый и левый — взаимозаменяемы. Каждый из них состоит из рубашки цилиндров, шести стальных гильз и головки блока. В рубашке цилиндров, отлитой из алюминиевого сплава, сделано шесть гнезд. В них установлены гильзы цилиндров с отшлифованной и отполированной внутренней поверхностью. Между ними и стенками рубашки образуются полости для прохода охлаждающей жидкости. Каждая гильза уплотнена в гнезде тремя резиновыми кольцами. К отверстиям на наружной боковой поверхности рубашки крепятся патрубки для охлаждающей жидкости, идущей от водяного насоса. Для прохода силовых шпилек в блоке сделаны сквозные отверстия, несообщающиеся с межрубашечным пространством.

Головка блока отлита также из алюминиевого сплава. Снизу в ней расточены гнезда, образующие камеры сгорания. В каждом гнезде сделаны отверстия для форсунки, направляющих и седел клапанов. Сверху на головке установлены основания подшипников распределительных валов. Головка закрывается крышкой с тремя люками для доступа к форсункам. Между рубашкой цилиндров и головкой устанавливается алюминиевая прокладка, предотвращающая прорыв газов.

**Поршневая группа** состоит из поршня, пяти поршневых колец, поршневого пальца и двух заглушек. Поршень относится к наиболее нагруженным деталям двигателя. Он воспринимает давление газов и передает усилие через палец и шатун на коленчатый вал. Поршень подвергается действию высоких температур и инерционных сил. Поэтому в быстроходных танковых дизелях применяются поршни из алюминиевого сплава, подвергающиеся меньшему нагреву и воздействию инерционных сил.

Конструктивно поршень выполнен в виде стакана, форма дна которого обеспечивает наиболее эффективное смесеобразование

и сгорание впрыскиваемого топлива. На внутренней стороне днища имеются ребра жесткости. На поршне пять канавок для колец: верхние два — уплотняющие, следующие два — уплотняющие и отчасти маслосборочные и нижнее — маслосборочное. Поршень соединяется с верхней головкой шатуна поршневым стальным пальцем плавающего типа, т. е. не закрепленным ни в поршне, ни в шатуне. В торцы поршневого пальца установлены алюминиевые заглушки, что исключает появление задиоров на зеркальной поверхности гильз.

**Шатунная группа** соединяет поршни с коленчатым валом. Она состоит из главного и прицепного шатунов, соединенных стальным пальцем. Шатуны отштампованы из высококачественной хромовоникелевой стали и для большей прочности тщательно обработаны и отполированы. Главные шатуны работают в левом блоке, прицепные — в правом. Нижняя головка прицепного шатуна описывает овал, а не окружность, и поэтому ход поршня с прицепным шатуном на 6,7 мм больше хода поршня с главным шатуном.

Верхние головки главного и прицепного шатунов конструктивно одинаковы. В них запрессованы бронзовые втулки (подшипники для поршневого пальца), а также просверлены отверстия, через которые разбрызгиваемое масло поступает к поршневому пальцу. Нижняя головка главного шатуна имеет съемную крышку. Прицепной шатун соединен с главным с помощью пальца и двух проушин. Подшипники нижней головки главного шатуна стальные, разъемные и залиты свинцовой бронзой. В нижнюю головку прицепного шатуна впрессована бронзовая втулка, являющаяся подшипником для пальца.

**Коленчатый вал** воспринимает большие и изменяющиеся по величине и направлению нагрузки, т. е. работает особенно в тяжелых условиях. Поэтому и изготавливается он из высококачественной стали, обладающей большой прочностью и вязкостью.

У коленчатого вала двигателя В-54 восемь коренных и шесть шатунных шеек, связанных щеками. Снаружи шейки вала отшлифованы и отполированы. Полости шеек сообщаются через сверления, сделанные в щеках. В каждой шейке имеется радиальное сверление, в которое вставляется медная трубочка. По этим трубочкам из полости шейки к подшипникам вращающегося коленчатого вала поступает чистое (отцентрифугированное) масло.

На шлицах хвостовика коленчатого вала установлена коническая шестерня, приводящая во вращение узлы механизма передач, а на цилиндрическом конце его — уплотнительная втулка крышки центрального подвода масла.

На шлицах носка коленчатого вала на медных конусах монтируется зубчатка, которая через зубчатую муфту соединяет коленчатый вал двигателя с гитарой.

**Механизм передач** предназначен для передачи вращения от коленчатого вала на распределительные валы механизма газораспределения и все вспомогательные агрегаты.

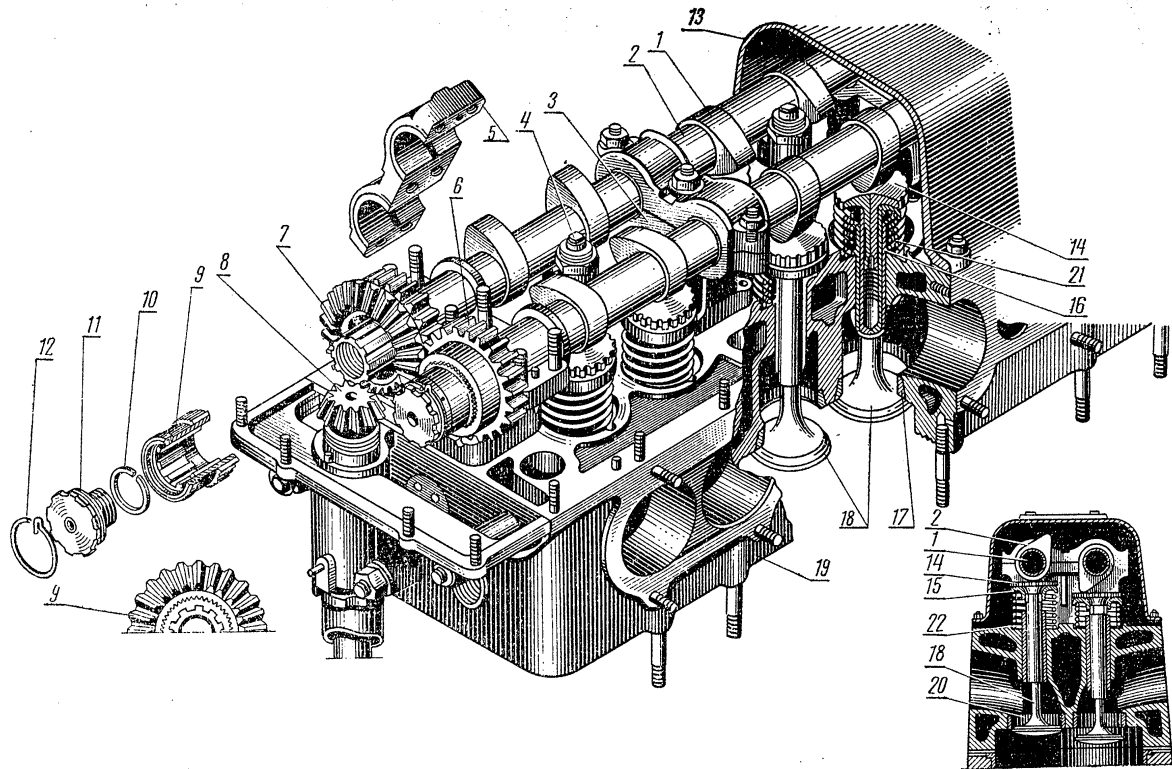


Рис. 52. Механизм газораспределения:

1 — вал выпуска; 2 — вал впуска; 3 — подшипник распределительных валов; 4 — форсунка; 5 — крышка подшипника; 6 — шестерня выпускного распределительного вала; 7 — двойная шестерня впускного распределительного вала; 8 — верхняя шестерня наклонного валика; 9 — регулировочная втулка; 10 — кольцевой замок; 11 — гайка; 12 — стопорное кольцо; 13 — крышка головки блока; 14 — тарелка клапана; 15 — замок тарелки клапана; 16 — направляющая втулка клапана; 17 — седло клапана; 18 — выпускные клапаны; 19 — головка блока; 20 — впускной клапан; 21 — малая пружина; 22 — большая пружина

**Механизм газораспределения** (рис. 52) состоит из четырех распределительных валов и клапанных механизмов. В определенные моменты работы двигателя он обеспечивает открытие и закрытие впускных клапанов в головках блоков цилиндров.

На каждой головке размещено по два распределительных вала — вал впуска и вал выпуска. Они вращаются в два раза медленнее коленчатого вала, причем первый — по часовой, а второй — против часовой стрелки. На каждом валу имеется двенадцать кулачков (по два на цилиндр) одинакового профиля и на передних концах — шлицы под регулировочные втулки. По внутренней полости валов масло через отверстия в шейках подводится к подшипникам, а через отверстия в кулачках — к клапанам.

В клапанный механизм входят впускные и выпускные клапаны, тарелки, замки и пружины. На каждом цилиндре — два впускных и два выпускных клапана, различных по форме, размерам и изготовленных из разных материалов. У впускных клапанов головки плоские и круглые, у выпускных — сферические и меньшего диаметра. На верхней части стержня клапана треугольными шлицами укреплен замок тарелки. На торце стержня в отверстие с резьбой ввернута тарелка клапана, положение которой фиксируется замком. На каждый клапан установлены две пружины, входящие одна в другую. Нижним концом пружины опираются на поверхность гнезд в головке блока, а верхними — в замки тарелок клапанов.

Клапаны приводятся в движение от распределительных валов, кулачки которых воздействуют непосредственно на тарелки клапанов. Открытие и закрытие клапанов в каждом цилиндре происходит в соответствии с диаграммой газораспределения.

### **Характеристики двигателя**

Динамика двигателя, его способность совершать полезную работу характеризуется мощностью и крутящим моментом. Мощность, развиваемая газами внутри цилиндров двигателя, называется индикаторной. Часть ее, затрачиваемая на преодоление механических потерь внутри двигателя, называется мощностью трения и составляет 10—20% индикаторной мощности. Поэтому с вала двигателя снимается меньшая, так называемая эффективная мощность, которая может быть определена при испытании двигателя на тормозном стенде или подсчитана по формуле:

$$N_e = \frac{P_e V_l n}{900} \text{ л. с.},$$

где:  $N_e$  — эффективная мощность, л. с.;

$V_l$  — литраж двигателя, л\*;

\* Литражом двигателя называется сумма рабочих объемов всех цилиндров двигателя, выраженная в литрах.



$n$  — число оборотов двигателя в минуту;

$P_e$  — среднее эффективное давление,  $кг/см^2$ .

Средним эффективным давлением называется некоторое условное постоянное давление газов на поршень, действующее в ходе расширения и создающее работу, равную эффективной работе на валу двигателя за цикл. Это давление всегда меньше среднего индикаторного давления на величину механических потерь. Зная величину среднего индикаторного давления и механического коэффициента полезного действия двигателя  $\nu_m$ , можно определить среднее эффективное давление по формуле:

$$P_e = P_i \nu_m$$

Механический коэффициент полезного действия представляет собой отношение эффективной мощности к индикаторной. Для современных двигателей он равен:

$$\nu_m = 0,7—0,9.$$

Эффективная мощность двигателя В-54 равна 520 л. с. при 2000 об/мин.

Крутящий момент определяется так же, как и эффективная мощность — с помощью специальных установок или расчетным путем по следующей формуле:

$$M_{кр} = 716,2 \cdot \frac{N_e}{n} \text{ кгм},$$

где:  $N_e$  — эффективная мощность, л. с.;

$n$  — число оборотов коленчатого вала в минуту.

У двигателя В-54 максимальный крутящий момент равен 230 кгм при 1200—1300 об/мин.

Значительное влияние на использование тепла в двигателе оказывает степень сжатия. Чем выше степень сжатия, тем меньший объем занимает в начале сгорания рабочая смесь. При уменьшении объема уменьшается и площадь стенок цилиндра, с которыми соприкасаются газы в процессе сгорания топлива. В результате этого уменьшаются потери тепла, уходящего через стенки цилиндра, и большее количество тепла превращается в полезную работу. Более того, чем выше степень сжатия, тем больше расширяются газы во время рабочего хода, а при большем расширении они совершают и большую работу.

Таким образом, с увеличением степени сжатия повышается давление газов на поршень, возрастает среднее эффективное давление, а следовательно, увеличиваются мощность и крутящий момент двигателя.

Танковый двигатель может работать на самых разных режимах. Но чтобы судить, в какой мере он удовлетворяет данным условиям эксплуатации, необходимо знать, какую максимальную эффективную мощность и крутящий момент он может развивать на тех или иных оборотах, какова его экономичность. Для получения ответа на эти

вопросы необходимо иметь так называемую внешнюю характеристику двигателя, которую получают в результате его испытаний на специальном тормозном стенде.

Внешняя характеристика изображается графически — кривыми, показывающими изменение эффективной мощности, крутящего момента, часового и удельного расхода топлива в зависимости от числа

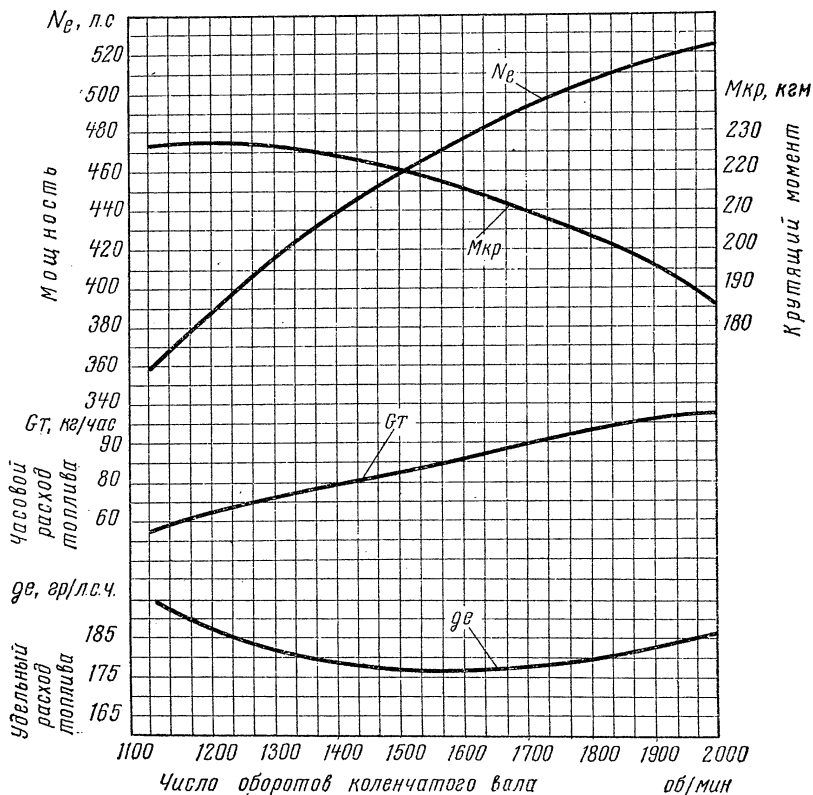


Рис. 53. Внешняя характеристика двигателя

оборотов коленчатого вала: Из приведенной на рис. 53 внешней характеристики двигателя В-54 видно, что этот двигатель развивает максимальную мощность 520 л. с. при 2000 об/мин и максимальный крутящий момент 230 кгм при 1200—1300 об/мин коленчатого вала и имеет минимальный удельный расход топлива при 1500—1600 об/мин коленчатого вала.

Крутящий момент при снижении оборотов коленчатого вала у дизелей увеличивается в основном за счет улучшения процесса сгорания,

на который отводится больше времени, и уменьшения тепловых и механических потерь. Это свойство дизеля очень важно. Допустим, танк преодолевает препятствие и мощность его двигателя является наибольшей для данной подачи горючего. И если во время движения через препятствие сопротивление движению увеличилось, то двигатель начинает снижать обороты. При этом, как видно из характеристики, возрастает крутящий момент, следовательно, увеличивается и сила тяги на ведущих колесах. Двигатель как бы приспосабливается к изменению внешних сопротивлений. Чем на большую величину увеличивается крутящий момент по мере уменьшения оборотов, тем выше оказывается приспособляемость двигателя и тем менее вероятно, что он с увеличением сопротивления движению заглохнет.

## 2. СИСТЕМЫ ПИТАНИЯ

### Рабочая смесь и ее горение

Теоретически для полного сгорания 1 кг дизельного топлива необходимо 14,5 кг воздуха. В действительности в цилиндры двигателя во время его работы может поступать воздуха и меньше и больше.

Качественный состав рабочей смеси оценивается по коэффициенту избытка воздуха, представляющему собой отношение действительного количества воздуха к теоретически необходимому. Коэффициент избытка воздуха нормальной рабочей смеси равен единице, богатой смеси — меньше единицы, а бедной — больше единицы. Величина этого коэффициента влияет на мощность и экономичность двигателя. У дизеля максимальная мощность достигается при коэффициенте избытка воздуха, равном 1,2, а максимальная экономичность — при коэффициенте 1,6.

Дизели всегда работают на бедных смесях, так как смесеобразование в них происходит за очень короткое время — 15—35° по углу поворота коленчатого вала, т. е. в 10—12 раз быстрее, чем в карбюраторных двигателях. Поэтому процесс распыления топлива и распределения его по всему объему камеры сгорания имеет важное значение.

Чтобы частицы топлива быстрее нагревались до температуры самовоспламенения, они должны быть достаточно мелкими. Тонкость распыления определяется средним диаметром капель (0,002—0,050 мм), получаемых при распаде впрыскиваемой струи топлива. Для полного сгорания топливо должно быть еще и хорошо перемешано с воздухом, равномерно распределяться по всему объему камеры сжатия. Но очень мелкие капельки не могут пробиться через плотный воздух во все части камеры сгорания и часть из них из-за недостатка кислорода не сгорают. Поэтому большую роль здесь играет дальнобойность струи топлива. Однако при чрезмерной дальнобойности часть топлива осажается на стенках камеры сгорания и, не полностью сгорая, образует

на них нагар. Дальнобойность струи должна быть такой, чтобы частицы топлива, пройдя все пространство камеры сгорания, успели сгореть до подхода к охлажденным стенкам камеры и днищу поршня.

Тонкость, равномерность и дальнобойность струи зависят от многих факторов, в том числе от скорости истечения топлива. Скорость эта в свою очередь обусловлена давлением впрыска и конструкцией сопла форсунки (формой выходного канала, количеством отверстий, их диаметром и расположением). С повышением давления улучшается тонкость распыливания топлива и увеличивается дальнобойность струи.

В зависимости от типа камеры сгорания современные дизели делятся на три группы: с непосредственным впрыском (однокамерные), с камерой предварительного сгорания (предкамерные) и с вихревой камерой (вихрекамерные). В качестве танковых широко используются двигатели с непосредственным впрыском, благодаря высокой экономичности, простоте и компактности их камеры сгорания и относительно легкого запуска.

Процесс сгорания топлива в дизеле можно разделить на три периода. Первый — период задержки воспламенения — продолжается от начала впрыска до начала горения (0,001—0,002 сек. при нормальной работе двигателя). В это время идет смесеобразование, подогрев, испарение, окисление топлива и образование очагов пламени.

Второй — период быстрого сгорания и резкого повышения давления и температуры. Третий — период завершения сгорания — начинается с момента распространения пламени по всему объему камеры сгорания. Характеризуется он догоранием топлива в процессе расширения. Давление газов продолжает несколько повышаться или остается постоянным.

Большое влияние на работу дизеля оказывает первый период. Ведь чем продолжительнее период задержки воспламенения топлива, тем резче нарастает давление в цилиндре по углу поворота коленчатого вала и тем жестче работает двигатель. Чем короче период задержки воспламенения топлива, тем плавнее нарастает давление, а следовательно, и работа двигателя менее жесткая. Продолжительность этого периода зависит от различных факторов, в том числе от теплового режима и технического состояния двигателя, угла опережения подачи топлива и его качества.

Значительное влияние на работу двигателя оказывает также продолжительность третьего периода. С ее увеличением падает мощность двигателя и увеличивается температура отработавших газов (дымный выпуск).

Таким образом, нормальное сгорание топлива в дизеле обеспечивается в том случае, когда правильно установлен угол опережения подачи топлива, когда двигатель хорошо прогревается перед запуском, его система питания содержится в исправности и применяется качественное дизельное топливо.

## Система питания топливом

Для хранения и очистки топлива, а также его подачи в цилиндры двигателя определенными порциями и в последовательности, соответствующей порядку работы цилиндров, предназначена система

питания топливом (рис. 54).

Хранится топливо в баках из листовой стали, внутри которых для обеспечения их жесткости имеются перегородки. Количество устанавливаемых в танке баков зависит от его типа и назначения, от заданного ему запаса хода по горючему. Размещаются они внутри танка и соединяются системой трубопроводов. Топливораспределительный кран обеспечивает подачу топлива из любого бака, в том числе и из дополнительных, размещенных на корпусе танка. Эти дополнительные баки соединены один с другим и подключены к общей системе питания.

Топливоподкачивающий насос коловратного типа (рис. 55) под некоторым давлением подает топливо из баков через топливный фильтр к топливному насосу высокого давления.

При вращении ротора коловратного механизма топливо захватывается лопастями и перегоняется к выходному отверстию. Чтобы обеспечивалась надежная подача топлива к топливному насосу высокого давления, топливоподкачивающим насосом подается топлива больше, чем требуется. Избыток топлива, когда давление становится выше  $0,5—0,7 \text{ кг/см}^2$ , перепускается через редукционный клапан из нагнетающей во всасывающую полость насоса. Перед запуском двигателя, когда ротор насоса не вращается, топливо подается из баков ручным насосом через перепускной клапан топливоподкачивающего насоса.

Детали топливного насоса и форсунок изготовлены с большой степенью точности. Распыливающие отверстия форсунки имеют очень малый диаметр. Достаточно сказать, что зазоры между некоторыми деталями топливной аппаратуры равны тысячным долям миллиметра. И если топливо недостаточно отфильтровано, то детали насоса и форсунки быстро изнашиваются. Давление же подачи топлива резко падает даже при незначительном износе плунжера и гильзы. Распыление ухудшается, и двигатель начинает работать с перебоями. Попадание небольших твердых частиц на коническую уплотнительную поверхность иглы распылителя приводит к тому, что топливо просачивается из форсунки и коксуется. Распыление еще больше ухудшается.

Поэтому топливо подвергается тщательной очистке перед заправкой в баки и во время работы двигателя. В системе питания оно проходит через фильтры, как правило, дважды — через фильтр грубой очистки, размещенный между баками и топливоподкачивающим насосом, и фильтр тонкой очистки, установленный перед топливным насосом.

Топливный насос в соответствии с режимом работы двигателя дозирует топливо и подает его порциями в форсунки под высоким

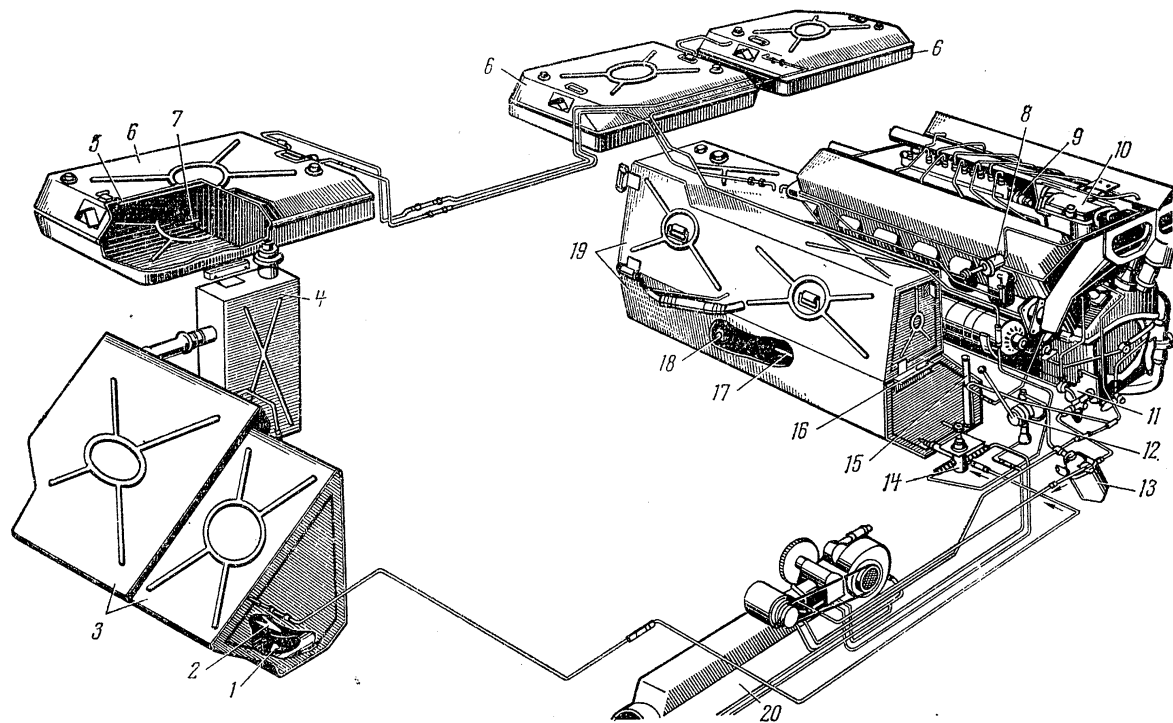


Рис. 54. Система питания топливом:

1, 18 — сливные клапаны; 2, 7, 17 — заборные трубопроводы; 3 — передняя группа баков; 4 — заливной бачок; 5 — атмосферный трубопровод; 6 — наружные топливные баки; 8 — кран выпуска воздуха из фильтра тонкой очистки и насоса НК-10; 9 — топливный насос НК-10; 10 — топливный фильтр тонкой очистки; 11 — топливоподкачивающий насос БНҚ-12ТК; 12 — ручной топливоподкачивающий насос РИА-1 (или РИМ-1); 13 — топливный фильтр грубой очистки; 14 — топливораспределительный кран; 15 — эжекционный колодец; 16 — горловина для топливоизмерительного стержня; 19 — средняя группа баков; 20 — форсуночный подогреватель

давлением, в определенный момент и за определенный отрезок времени. Это очень важно, чтобы в цилиндры поступали одинаковые порции топлива. Вес порции топлива для одного цилиндра в зависимости от нагрузки составляет 0,02—0,1 г.

Топливный насос танкового двигателя В-54 — плунжерного типа, с постоянным ходом плунжеров (рис. 56). Он снабжен всережимным регулятором числа оборотов и корректором подачи топлива. Устанавливают насос в развале блоков цилиндров и крепят к верхней половине картера двигателя. Основные части насоса — корпус, кулачковый валик, двенадцать толкателей, двенадцать насосных секций и зубчатая рейка.

Корпус насоса представляет собой фасонную отливку из алюминиевого сплава, предназначенную для монтажа всех остальных деталей и для крепления насоса на картере двигателя. На верхнюю и нижнюю части корпуса разделен перегородкой с двенадцатью отверстиями для толкателей. В верхней части корпуса расточено двенадцать гнезд для установки секций насоса. Вдоль корпуса проходят два канала: верхний — для подвода топлива к секциям, нижний — для зубчатой рейки. Нижняя часть корпуса насоса разделена шестью перегородками, в которых расположены опоры кулачкового валика. Его двенадцать кулачков расположены под углом  $30^\circ$ . Он получает вращение от коленчатого вала через привод и вращается против часовой стрелки (со стороны механизма передач) в два раза медленнее коленчатого вала. Толкатели передают движение от кулачкового валика к плунжерам. Толкатель состоит из корпуса, ролика с игольчатым подшипником, оси ролика и регулировочного болта, с помощью которого регулируется начало подачи топлива к каждой секции насоса.

Каждая секция топливного насоса включает в себя прецизионную (точно подогнанную с зазором в пределах 0,002—0,004 мм) пару, состоящую из гильзы и плунжера, поворотную втулку с зубчатым венцом, пружину плунжера с тарельями, нагнетательный клапан с седлом и пружиной и нажимной штуцер с прокладкой.

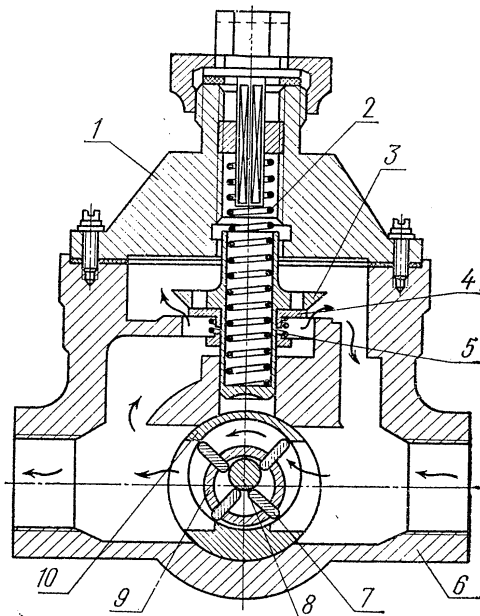


Рис. 55. Топливоподающий насос:

- 1 — крышка; 2 — пружина редукционного клапана; 3 — редукционный клапан; 4 — перепускной клапан; 5 — пружина перепускного клапана; 6 — корпус насоса; 7 — лопасть; 8 — палец; 9 — ротор, 10 — стакан

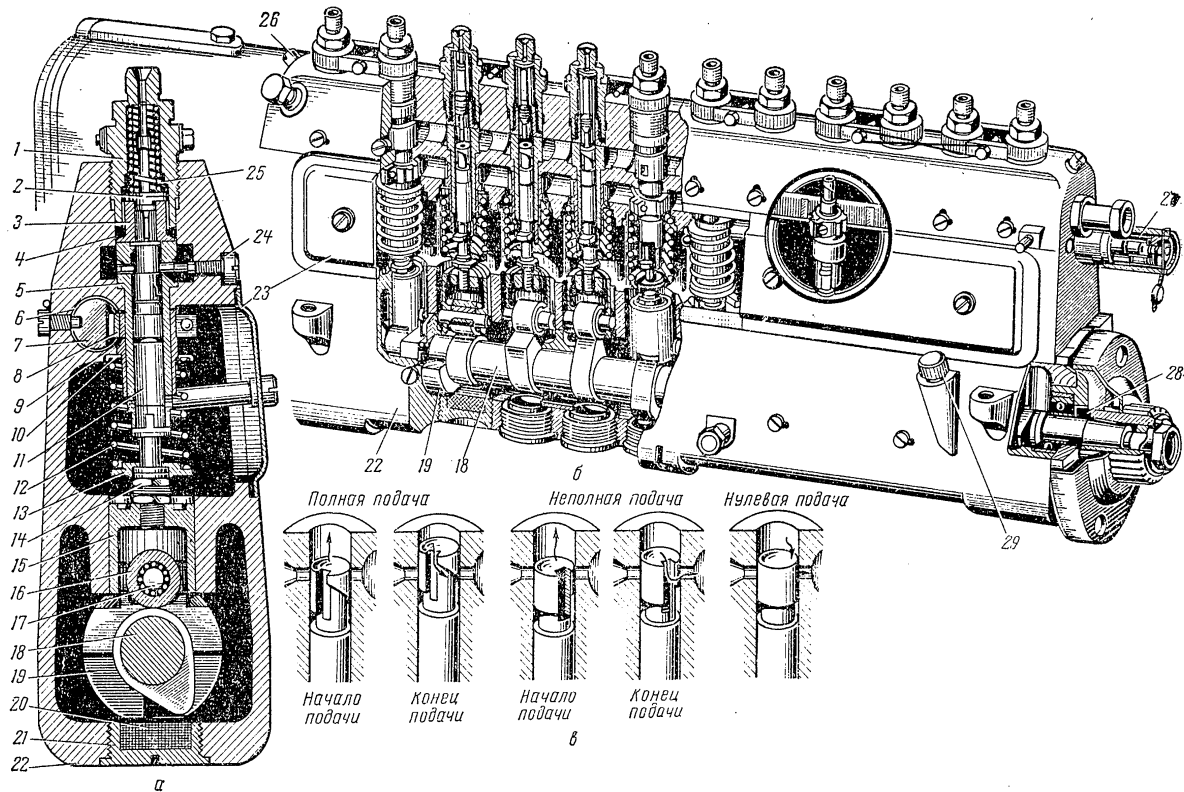


Рис. 56. Топливный насос:  
 а — продольный разрез секции насоса; б — общий вид насоса; в — схема работы плунжера (1 — нажимной штуцер; 2 — нагнетательный клапан; 3 — седло нагнетательного клапана; 4 — уплотнительная шайба; 5 — гильза плунжера; 6 — втулка рейки; 7 — рейка на оси; 8 — зубчатый венец; 9 — поворотная втулка плунжера; 10 — верхняя тарелка пружины толкателя; 11 — плунжер; 12 — пружина плунжера; 13 — нижняя тарелка пружины толкателя; 14 — регулировочный винт валика; 15 — толкатель; 16 — ролик толкателя; 17 — ось ролика; 18 — кулачковый валик; 19 — подшипник кулачкового валика; 20 — войлочная пластинка; 21 — пробка; 22 — корпус насоса; 23 — крышка корпуса; 24 — стопорный винт гильзы; 25 — пружина нагнетательного клапана; 26 — винт выпуска воздуха; 27 — корректор подачи топлива; 28 — регулировочный диск; 29 — масляный щуп)



Гильза в верхней утолщенной части имеет два отверстия, соединяющие внутреннюю ее полость с топливоподающим каналом корпуса насоса. Плунжер, двигаясь вверх под воздействием кулачка, а вниз под действием пружин, обеспечивает подачу и регулирование количества подаваемого топлива соответственно нагрузке двигателя. В верхней части плунжера сделан вертикальный паз и отсечная кромка, в нижней части — два выступа, которые входят в вырезы поворотной втулки. Эта втулка свободно поворачивается на гильзе одновременно с соединенным с ней плунжером.

Зубчатая рейка, установленная в корпусе на бронзовых подшипниках, шарнирно соединена с рычагом привода управления топливным насосом и осуществляет поворот плунжера через зубчатый валик и поворотную втулку. Нагнетательный клапан обеспечивает отсечку топлива и не допускает его подтекания из форсунки. Он пропускает топливо в линию высокого давления и не пускает его обратно. Нагнетательный клапан и его седло также являются прецизионной парой.

Работает топливный насос следующим образом. Кулачковый валик при своем вращении сообщает плунжеру возвратно-поступательное движение. Когда плунжер находится в нижнем положении, внутренняя полость гильзы через отверстия сообщается с топливоподводящим каналом и топливо заполняет надплунжерную полость гильзы. В начале движения плунжера вверх некоторое количество топлива из надплунжерной полости вытесняется обратно в топливоподводящий канал. Как только верхняя крышка плунжера закроет эти отверстия, начинается подача топлива.

Дизельное топливо, как и всякая жидкость, обладает очень малой сжимаемостью, поэтому в надплунжерном пространстве мгновенно возникает высокое давление. Под действием этого давления нагнетательный клапан поднимается и топливо проходит в трубку высокого давления и через форсунку в цилиндры двигателя. Топливо подается до тех пор, пока спиральная отсечная кромка плунжера не дойдет до отверстия гильзы. Происходит отсечка топлива. Оставшееся топливо по канавке протекает обратно в подводящий канал и давление падает, клапан закрывается и подача прекращается, хотя плунжер продолжает перемещаться вверх.

Количество топлива, подаваемое насосом, зависит от углового положения плунжера относительно отверстия в гильзе. На рис. 57 показаны положения плунжера, соответствующие полной, промежуточной и нулевой подачам топлива.

Топливный насос снабжен центробежным всережимным регулятором, который обеспечивает устойчивые обороты холостого хода, ограничивает максимальные обороты и поддерживает заданные обороты при движении танка.

На конце кулачкового валика топливного насоса закреплена крестовина с шарами (рис. 57, а). Вращаясь вместе с крестовиной, шары

свободно перемещаются в ее прорезях. Крестовина расположена между неподвижной конической тарелью и подвижной плоской тарелью, свободно перемещающейся под воздействием грузов в продольном направлении.

Подвижная тарель через подшипник и упор прижимается к переднему рычагу, соединенному с пружинами регулятора, а через тягу — с зубчатой рейкой насоса. Рычаг при нажатии на педаль подачи топлива поворачивается, пружины растягиваются, и рейка

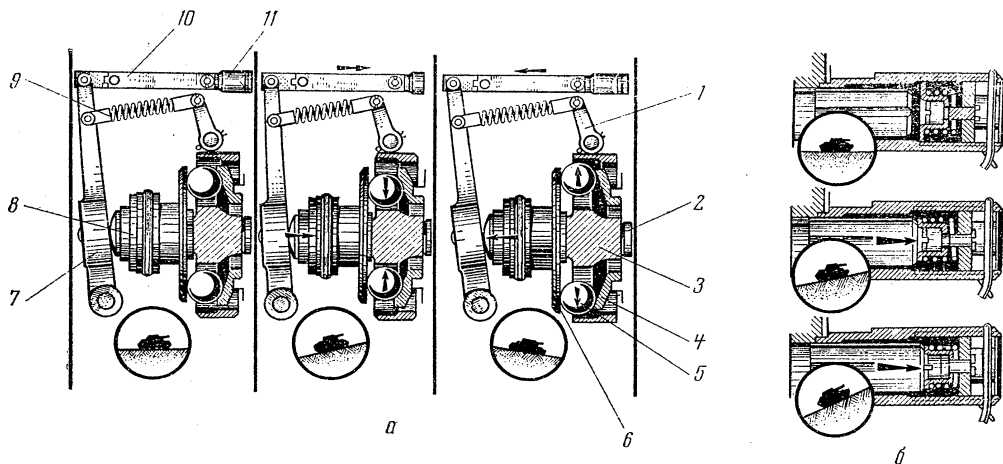


Рис. 57. Принцип работы всережимного регулятора и корректора подачи топлива:

*a* — схема всережимного регулятора: (1 — рычаг; 2 — конец кулачкового валика; 3 — крестовина; 4 — неподвижная коническая тарель; 5 — шар; 6 — подвижная плоская тарель; 7 — переводной рычаг; 8 — упор; 9 — пружина регулятора; 10 — тяга; 11 — рейка); *б* — схема корректора подачи топлива

перемещается на увеличение подачи топлива. Когда шары воздействуют на плоскую тарель и через упор на переводной рычаг, то рейка перемещается и подача топлива уменьшается.

Допустим, что механик-водитель запустил двигатель и установил рейку насоса в положение, соответствующее подаче топлива при холостом ходе. Как только двигатель начнет увеличивать обороты, шары регулятора под действием центробежной силы отойдут от центра крестовины и, перемещаясь относительно конической тарели, передвинут плоскую тарель в осевом направлении. Движение плоской тарели передастся на рейку, которая, передвигаясь влево, уменьшит подачу топлива. Рейка будет двигаться до тех пор, пока между центробежной силой шаров и пружиной регулятора не установится равновесие, т. е. обороты двигателя уменьшатся до ранее установленных (рис. 57, *a*).

Если же по какой-либо причине обороты начнут падать, то и центробежная сила шаров начинает уменьшаться. Тогда под действием пружины регулятора шары начнут сходить к центру, а рейка передвигаться на увеличение подачи топлива до тех пор, пока не установится прежнее число оборотов, т. е. до нового равновесия моментов. Таким образом, регулятор все время поддерживает малые (устойчивые) обороты холостого хода.

В двигателе, работающем под нагрузкой, педаль подачи топлива занимает промежуточное положение, которому соответствует определенная величина растяжения пружин регулятора, а следовательно, и число оборотов двигателя, при котором устанавливается равновесие между центробежной силой шаров и пружинами регулятора. Так, при движении танка по пересеченной местности регулятор поддерживает заданные обороты и автоматически регулирует подачу топлива, что значительно упрощает работу механика-водителя.

Вместе с всережимным регулятором работает корректор подачи топлива, состоящий из корпуса, подвижного упора, пружины, неподвижного упора и регулировочной пробки. Он позволяет несколько увеличить подачу топлива при полностью выжатой педали, когда обороты двигателя уменьшаются вследствие возрастания нагрузки. Предположим, двигатель развивает максимальную мощность. Регулятор, поддерживая заданные обороты, подводит рейку к колпачку подвижного упора корректора, но еще не сжимает его пружины (рис. 57, б). С возрастанием нагрузки (например, при движении танка на крутой подъем) обороты двигателя начинают падать, несмотря на то, что педаль подачи топлива нажата до отказа и пружины регулятора максимально растянуты. При этом уменьшаются и центробежные силы шаров регулятора и возникает дополнительный момент силы пружин, стремящейся подать

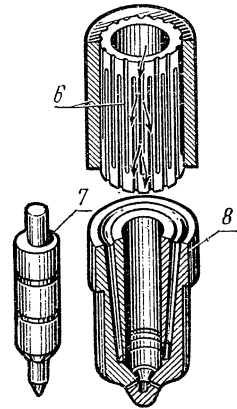
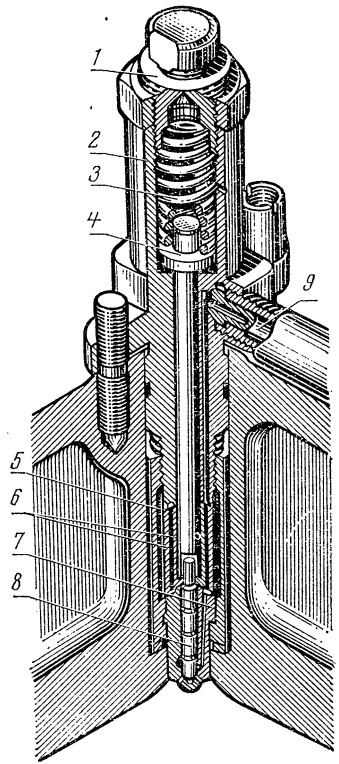


Рис. 58. Форсунка:

- 1 — регулировочная пробка; 2 — корпус форсунки; 3 — пружина; 4 — стержень; 5 — накидная гайка; 6 — щелевой фильтр; 7 — игла распылителя; 8 — распылитель; 9 — трубопровод

рейку на увеличение подачи топлива, т. е. сжать пружину корректора. Пружина начинает сжиматься при уменьшении оборотов двигателя примерно на 100 об/мин, с 2000 до 1900 об/мин; и полностью сжимается при 1200 об/мин; рейка доходит до жесткого упора. Дополнительный ход рейки обеспечивает увеличение максимального крутящего момента двигателя на 15—20%. Все это происходит автоматически. Двигатель как бы сам, без вмешательства водителя, приспосабливается к более тяжелым дорожным условиям.

Всережимный регулятор ограничивает также и максимальные обороты двигателя. Если, например, в момент, когда двигатель развивает максимальную мощность, снять с него нагрузку, то число оборотов резко возрастет. Возрастут и центробежные силы шаров — они отойдут от центра еще дальше. Рейка передвинется, и подача топлива уменьшится, что ограничит максимальные обороты двигателя.

При глушении двигателя рычаг подачи топлива подается до упора в винт. Сила, растягивающая пружины регулятора, исчезает, рейка перемещается назад, и подача топлива прекращается. Двигатель глохнет.

Топливным насосом управляет механик-водитель с помощью ножной педали и ручного рычага. Привод управления должен быть отрегулирован так, чтобы обеспечивалась наибольшая подача топлива для получения максимальной мощности, а также полное прекращение его подачи при остановке двигателя.

С помощью форсунок топливо впрыскивается в цилиндры двигателя, распыливается и равномерно распределяется по объему камеры сгорания. Они бывают открытого (без запорной иглы) и закрытого типа (с запорной иглой). Форсунки открытого типа значительно проще по устройству, но не обеспечивают быстрого прекращения подачи топлива после отсечки в насосе, то есть «подтекают». На танковых двигателях устанавливают форсунки закрытого типа (рис. 58), состоящие из корпуса, штанги, распылителя, иглы распылителя, пружины и щелевого фильтра. Нижняя часть распылителя называется соплом. В нем семь отверстий диаметром 0,25 мм. Такие малые отверстия требуют тщательной фильтрации топлива, и поэтому в фильтре форсунки зазор между наружным и внутренним цилиндрами равен 0,02—0,04 мм.

В корпус форсунки топливо поступает из насоса по трубопроводу высокого давления. Далее по каналу и через щелевой фильтр оно попадает в распылитель, под его иглу. Она поднимается, когда давление достигает  $210 \pm 3 \text{ кг/см}^2$ , и топливо через отверстия в распылителе впрыскивается в камеру сгорания цилиндра. Впрыск продолжается до тех пор, пока секция насоса обеспечивает подачу топлива. Затем давление под иглой форсунки падает, и она садится на свое седло под действием пружины.

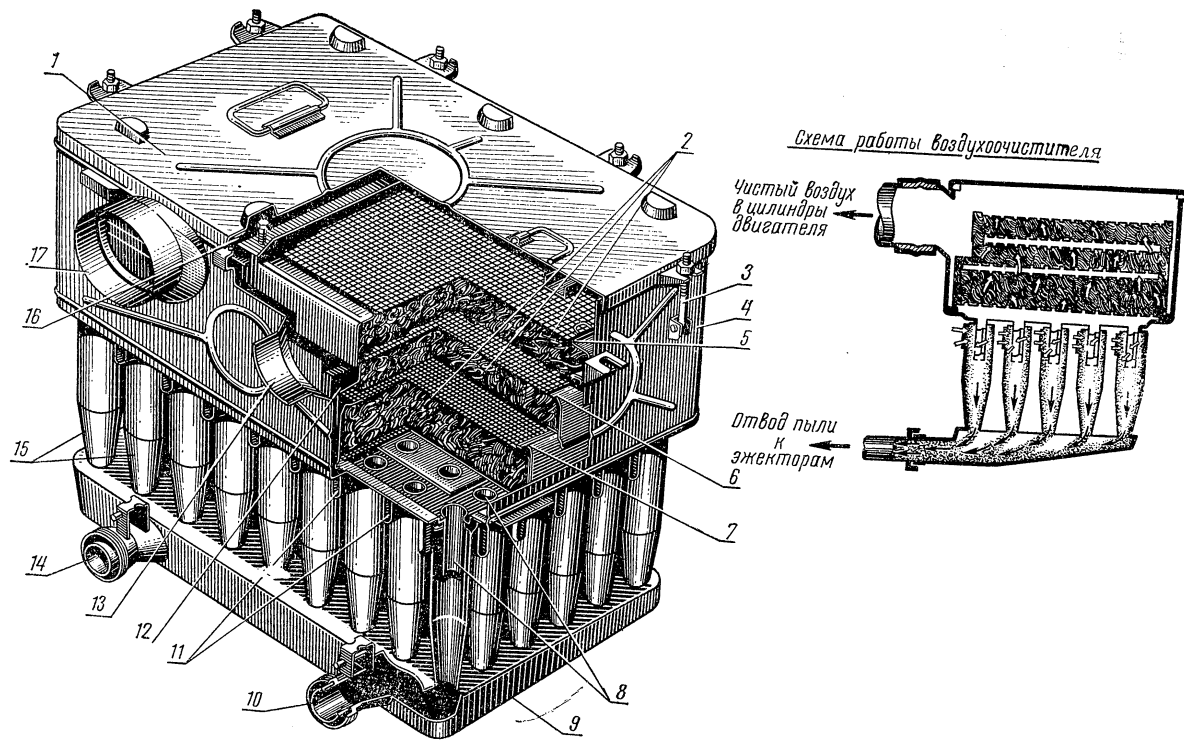


Рис. 59. Воздухоочиститель ВТИ-4:

а — общий вид воздухоочистителя (1 — крышка корпуса; 2 — проволочная набивка кассет; 3 — стяжка; 4 — корпус; 5 — верхняя кассета; 6 — средняя кассета; 7 — нижняя кассета; 8 — центральные трубки циклонов; 9 — пылесборники; 10 и 14 — патрубки для отсоса пыли эжекторами; 11 — окна в циклонах для входа запыленного воздуха; 12 и 16 — уплотнительные прокладки; 13 и 17 — патрубки для соединения с впускными коллекторами двигателя; 15 — циклоны); б — схема работы воздухоочистителя

## **Система питания воздухом**

изнашивание стенок цилиндров, поршней, поршневых колец, клапанов, подшипников и т. д.

Система питания воздухом и предназначена для его очистки от пыли и подвода его к цилиндрам двигателя. На танке Т-54 в эту систему входят воздухоочиститель, два эжектора, два трубопровода отсоса пыли из пылесборников и два впускных коллектора.

У воздухоочистителя ВТИ-4, установленного на танке, две ступени очистки и эжекционный отсос пыли из пылесборников. Он обеспечивает высокую степень очистки воздуха (до 0,998) и не требует частого обслуживания (до 1000 км пробега машины).

Воздухоочиститель (рис. 59) состоит из корпуса, крышки и трех кассет. Корпус имеет головку, циклонный аппарат, состоящий из пятидесяти четырех циклонов, и пылесборник. В головке размещены кассеты, два патрубка, к которым присоединяются впускные коллекторы. Эжекторы, удаляющие пыль из пылесборников в атмосферу, крепятся к фланцам, приваренным к левому бортовому листу корпуса танка. Каждый эжектор состоит из воздушной камеры, сопла, смесителя, диффузора и патрубка с пылеотводящей трубой. К соплу подводятся отработавшие газы.

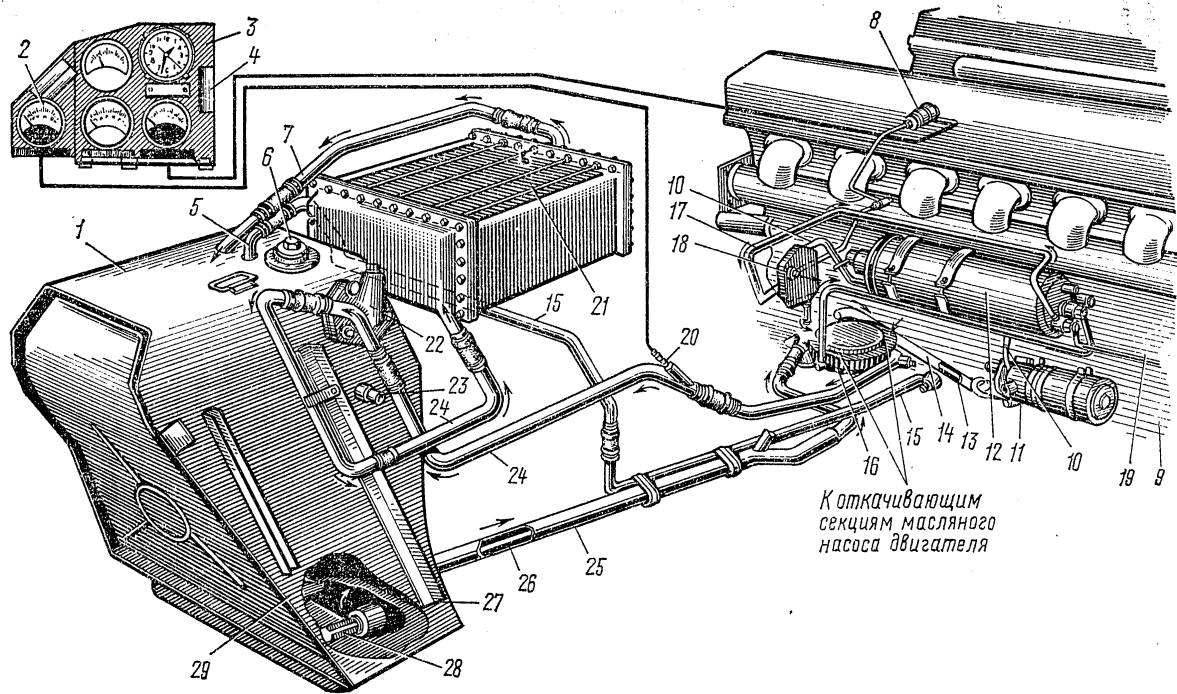
Во время работы двигателя наружный воздух, проходя через циклоны, получает сильное вращательное движение, направленное по спирали вниз. Основная масса пыли отбрасывается центробежной силой к стенкам циклонов и падает в пылесборник (первая ступень очистки). Затем воздух, резко меняя направление, идет по внутренним центральным трубкам циклонов вверх и проходит через кассеты с проволочной набивкой, пропитанной маслом (вторая ступень очистки). Очищенный в кассетах воздух поступает во впускной коллектор.

Отработавшие газы, проходя через сопло эжектора, создают разрежение в воздушной камере, и пыль вместе с воздухом по пылеотводящим трубам отсасывается из пылесборника воздухоочистителя и выбрасывается наружу.

## **3. СИСТЕМА СМАЗКИ**

Между сопряженными деталями в работающих механизмах возникает трение: в двигателях внутреннего сгорания — в основном трение скольжения; в шариковых и роликовых подшипниках — трение качения. В результате этого детали подвергаются нагреву и износу.

Детали танковых двигателей работают при больших нагрузках и больших относительных скоростях движения. Так, удельное давление



*Откачивающим  
секциям масляного  
насоса двигателя*

Рис. 60. Система смазки:

1 — масляный бак; 2 — указатель масляного термометра; 3 — щиток контрольно-измерительных приборов; 4 — указатель масляного манометра; 5 — патрубок для соединения с дренажным трубопроводом; 6 — пробка заправочного отверстия; 7 — маслопровод; 8 — приемник масляного манометра; 9 — двигатель; 10 — нагнетательный трубопровод маслозакачивающего насоса; 11 — маслозакачивающий насос; 12 — масляный фильтр Кимаф-ВГТЗ; 13 — заборный маслопровод маслоподкачивающего насоса; 14 — кожух обогрева трубопровода (если установлен МЗМ-2); 15 — дренажный трубопровод; 16 — масляный насос; 17 — трубопровод от масляного фильтра к крышке центрального подвода масла; 18 — крышка центрального подвода масла; 19 — трубка отвода масла из фильтра в сливную трубку правого блока; 20 — приемник центрального термометра; 21 — масляный радиатор; 22 — перепускной клапан (устанавливается вместо крана); 23 — патрубок змеевика подогрева масла; 24 — трубопровод откачивающих секций масляного насоса; 25 — кожух обогревательного трубопровода; 26 — обогреваемый заборный трубопровод; 27 — патрубок; 28 — сетчатый фильтр; 29 — патрубок змеевика подогрева масла

на подшипники коленчатого вала достигает  $220 \text{ кг/см}^2$ , а средняя скорость поршня при вращении коленчатого вала со скоростью  $1800 \text{ об/мин}$ . составляет около  $11 \text{ м/сек}$ . В таких условиях надежность и долговечность работы двигателя зависит, главным образом, от хорошей его смазки. Масло, непрерывно и интенсивно циркулирующее между трущимися частями, не только уменьшает трение, но и обеспечивает частичное охлаждение отдельных узлов двигателя (особенно подшипников). Кроме того, циркулирующее масло уносит с собой металлические частицы, а также частицы нагара, образующиеся во время работы двигателя. Слой смазки между поршнем и цилиндром улучшает уплотнение (компрессию) и уменьшает прорыв газов из камеры сгорания в картер двигателя.

Система смазки и предназначена для бесперебойной подачи масла к трущимся деталям двигателя. На современных танковых двигателях применяется система смазки с принудительной циркуляцией масла и «сухим» картером, т. е. такая система, в которой масло находится в специальном баке, тогда как в систему с «мокрым» картером оно заливается в картер двигателя. Так как к части деталей масло подается разбрызгиванием, то систему называют еще и комбинированной.

В двигателе В-54 система смазки циркуляционная, комбинированная. Она состоит из масляного бака, насоса, фильтра, радиатора, маслозакачивающего насоса, трубопроводов и контрольных приборов (рис. 60).

Масляный бак содержит запас моторного танкового масла МТ-16п. Общая емкость бака больше заправочной, и поэтому при работе двигателя вспененное масло, занимающее увеличенный объем, не выбрасывается из бака. Внутри основного масляного бака установлен циркуляционный бачок, сообщающийся с основным через калиброванные отверстия. В циркуляционном бачке помещен змеевик системы подогрева, используемый перед запуском двигателя в зимнее время. В нижней части бачка — сетчатый фильтр и патрубок для подсоединения заборного маслопровода. Сверху масляный бак имеет заправочное отверстие с сетчатым фильтром и пробкой. Один патрубок через дренажный трубопровод и картер связывает масляный бак с атмосферой, а второй — с масляным радиатором. На дне бака расположен сливной клапан и отверстие для слива отстоя, закрываемое пробкой.

Масляный насос подает масло из бака к трущимся деталям двигателя под давлением и откачивает его из маслосборников нижнего картера двигателя в масляный бак.

На двигателе В-54 установлен трехсекционный масляный насос (рис. 61). Нагнетающие и откачивающие секции в нем расположены в одной плоскости. Чтобы исключить разрыв маслопроводов и обеспечить нормальное давление в нагнетающей магистрали (независимо от вязкости масла и износа подшипников), в корпусе насоса установлен редуцирующий клапан, автоматически перепускающий часть масла из нагнетающей полости в полость разрежения, когда давление в си-



стеме становится выше нормального. Шестерни откачивающих секций забирают масло из переднего и заднего маслосборников в нижнего картера двигателя и по трубопроводу в циркуляционный бачок.

Кроме основного масляного насоса, в системе смазки танкового двигателя установлен еще маслозакачивающий насос, подводящий смазку к коренным и шатунным подшипникам перед запуском двигателя. Насос — шестеренчатый с приводом от электромотора.

В процессе работы двигателя происходит постепенное разжижение масла топливом и водой, загрязнение его механическими примесями (пылью, частицами металла, нагаром). Для уменьшения вредного влияния механических примесей масло необходимо непрерывно фильтровать.

На двигателе В-54 установлен комбинированный масляный фильтр с проволочно-щелевым и картонным фильтрующими элементами (рис. 62). Фильтрация масла производится следующим образом. Нагнетающая секция масляного насоса подает масло в корпус фильтра. Здесь основная часть масла (95—99 проц.) проходит через щели фильтрующего элемента размером 0,04—0,09 мм во внутреннюю полость стержня. Далее через запорный клапан по трубопроводу оно подводится к двигателю. Меньшая часть масла (1—5 проц.) через картонный фильтрующий элемент (тонкая очистка) поступает к всасывающей полости нагнетающей секции масляного насоса или в картер, где смешивается с основным потоком масла, идущим из масляного бака. Калиброванное отверстие предотвращает падение давления в главной магистрали при повреждении картонного фильтрующего элемента.

В случае загрязнения щелевого фильтрующего элемента или работы на холодном масле увеличивается сопротивление его прохождению через этот элемент. При перепаде давления, приблизительно равном 5—6 кг/см<sup>2</sup>, открывается перепускной клапан и в двигатель начинает поступать масло, минуя ленточно-щелевой фильтрующий элемент. Когда двигатель не работает, запорный клапан остается закрытым, что предотвращает перетекание масла из бака в картер, в которых уровни масла различны, и подачу моторного масла в обратном

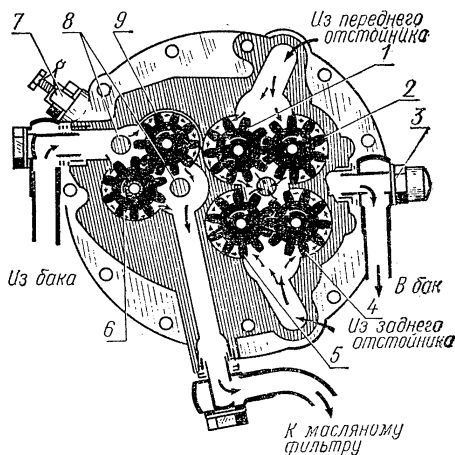


Рис. 61. Схема работы масляного насоса:

1, 5 — ведущие шестерни откачивающих секций; 2, 4 — ведомые шестерни откачивающих секций; 3 — штурцер; 6, 9 — ведущая и ведомая шестерни нагнетающей секции; 7 — корпус редукционного клапана; 8 — перепускные отверстия перепускного клапана

направлении, через масляный фильтр, во время работы маслозакачивающего насоса.

Масло отводит от двигателя значительное количество тепла (6—14 проц.) и сильно нагревается. Для его охлаждения используется масляный радиатор. На танке Т-54 применен трубчато-пластинчатый, семиходовой масляный радиатор (см. рис. 60). Он постоянно включен в систему смазки. Зимой, когда масло густеет и из-за большого сопротивления не может полностью пройти через трубки радиатора, срабатывает перепускной клапан, и оно, минуя радиатор, поступает прямо в масляный бак.

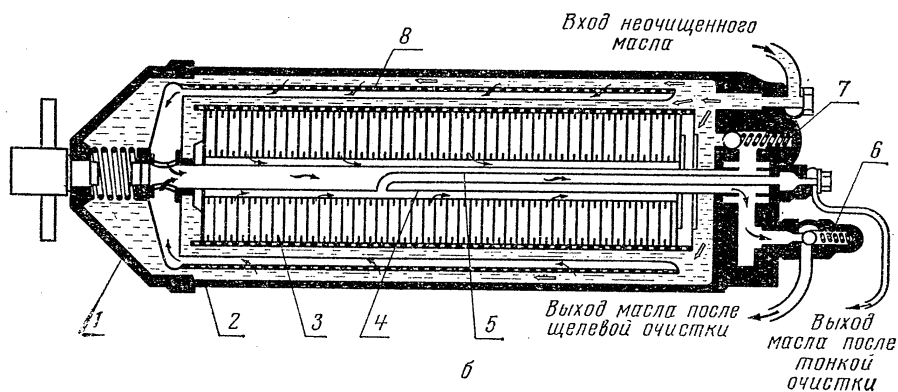


Рис. 62. Схема масляного фильтра:

1 — крышка; 2 — корпус; 3 — картонные пластины; 4 — полый стержень; 5 — трубка для отвода масла после тонкой очистки; 6 — штуцер запорного клапана; 7 — шарик перепускного клапана; 8 — стакан щелевой очистки

Для контроля за температурой и давлением масла в системе смазки двигателя имеются дистанционные электрические манометр и термометр. Нормальное давление масла для двигателя В-54 на эксплуатационном режиме равно 6—9 кг/см<sup>2</sup>, а температура — 70—90° С.

Работа системы смазки происходит следующим образом. Нагнетательная секция масляного насоса забирает масло из циркуляционного бачка и подает его через масляный фильтр к крышке центрального подвода масла. Оттуда оно поступает ко всем трущимся деталям двигателя: основная его часть — во внутреннюю полость коленчатого вала и затем по сверлениям к шейкам и вкладышам его подшипников, а также к нижним головкам прицепных шатунов. Стекающее масло разбрызгивается и смазывает стенки гильз цилиндров, верхние головки шатунов и поршневые пальцы.

Меньшая часть масла по трубопроводам и сверлениям в картере двигателя поступает на подшипники механизма передач и механизм газораспределения и собирается в переднем и заднем маслосборниках нижнего картера двигателя. Оттуда оно откачивается секциями масляного насоса, и по трубопроводу подает я через масляный радиатор в бак.

#### 4. СИСТЕМА ОХЛАЖДЕНИЯ

В процессе сгорания рабочей смеси средняя температура газов за рабочий цикл при полной нагрузке двигателя достигает 600—1000° С. Как известно, 30—40 проц. тепла идет на нагрев деталей двигателя, часть отводится системой смазки и передается окружающей среде от наружной поверхности двигателя, а значительную часть тепла требуется принудительно отводить от двигателя — охлаждать его. В противном случае масло быстро потеряет вязкость и тогда возрастет трение, приводящее к задирам и заеданиям подвижных частей, отчего двигатель может полностью выйти из строя.

Система охлаждения служит для отвода тепла от деталей двигателя, соприкасающихся с горячими газами, и поддержания температуры этих деталей в пределах, допустимых для нормальной работы двигателя. На танковых двигателях применяется жидкостная система охлаждения. Чтобы она занимала меньше места, ее стремятся сделать небольшой по объему. А для обеспечения надежного охлаждения создается большая скорость циркуляции воды и сильный обдув радиатора воздухом — устанавливаются водяные насосы и вентиляторы большой производительности. Регулирование поступления холодного и выхода нагретого воздуха, то есть поддержание нормального теплового режима двигателя, осуществляется с помощью специальных щелей (жалюзи), открытие и закрытие которых производит водитель.

Поскольку емкость системы относительно небольшая, то очень важно, чтобы она была всегда полностью заправлена. Испарение или утечка жидкости может привести к аварии двигателя. Поэтому в современных танках применяются закрытые системы охлаждения. Их внутренняя полость связана с атмосферой не непосредственно, а через паровоздушный клапан. В результате повышается давление и температура кипения охлаждающей жидкости, а следовательно, и теплоотдачи. Это позволяет, в отличие от открытой системы, уменьшить охлаждающую поверхность радиатора и сделать систему более компактной. Из такой системы, кроме того, вода испаряется значительно медленнее, а поскольку ее реже приходится пополнять, то на внутренних стенках системы меньше образуется накипи.

Система охлаждения двигателя В-54 (рис. 63) жидкостная, принудительная, закрытого типа. Заправочная емкость системы — 75—80 л. Нормальная температура охлаждающей жидкости — 70—90° С, а максимально допустимая при кратковременной работе — 105° С.

В принудительных системах охлаждения применяются водяные насосы центробежного типа. Крыльчатки этих насосов выполняются с зазором и не требуют смазки. Свободные проходы между корпусом и крыльчаткой не препятствуют заполнению системы охлаждающей жидкостью и циркуляции ее после остановки двигателя, что благоприятно отражается на его тепловом состоянии.

Водяной радиатор охлаждает жидкость, выходящую из двигателя.

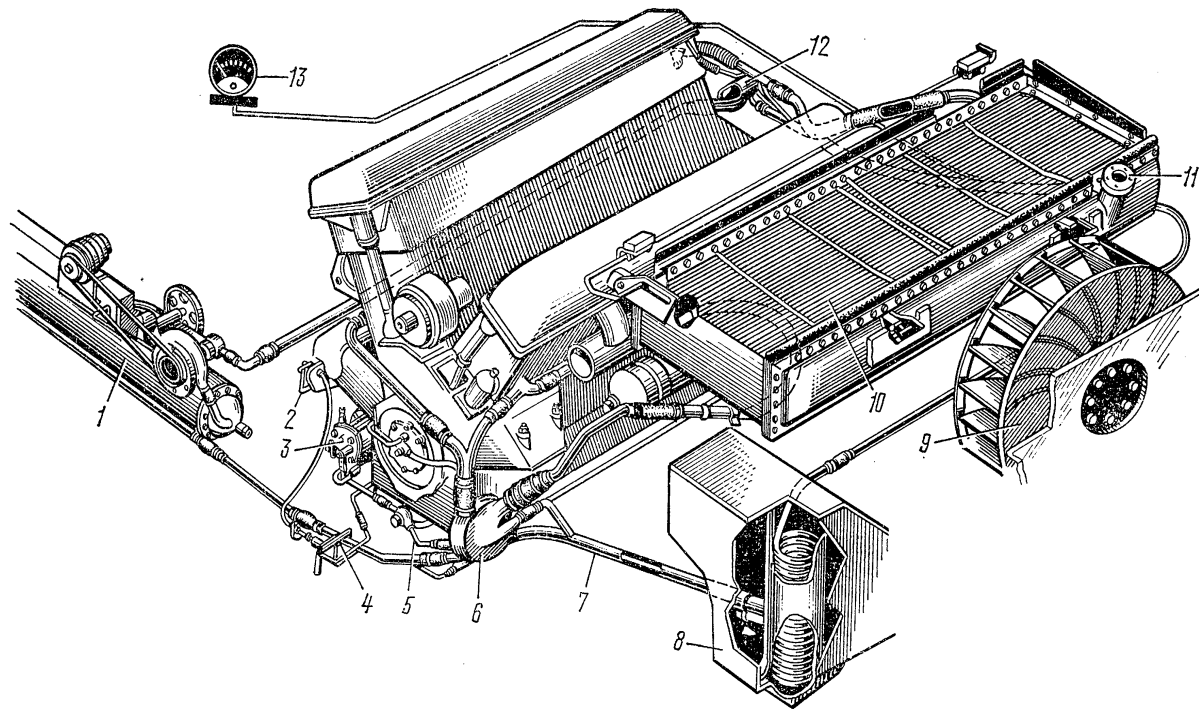


Рис. 63. Система охлаждения;

1 — форсуночный подогреватель; 2 — рукоятка троса сливного крана; 3 — маслозакачивающий насос; 4 — сливной кран; 5 — заборный маслопровод; 6 — водяной насос; 7 — кожух обогрева маслопровода; 8 — змеевик подогрева масла; 9 — вентилятор; 10 — водяной радиатор; 11 — пробка заправочной горловины; 12 — кран отключения подогревателя; 13 — электрический термометр

На танке Т-54 четырехходовой трубчато-пластинчатый радиатор расположен горизонтально в силовом отделении и крепится к крыше танка, над коробкой передач. Он поворачивается на шарнирах и поднимается с помощью торсиона. В переднем коллекторе установлен приемник термометра для измерения температуры воды, выходящей из двигателя, а в заднем — заливная горловина, закрываемая пробкой с паровоздушным клапаном.

Паровой клапан предохраняет систему от разрыва. Его пружина отрегулирована на избыточное давление (0,6—0,8 кг/см<sup>2</sup>). И если оно превышает силу сопротивления пружины, то клапан открывается.

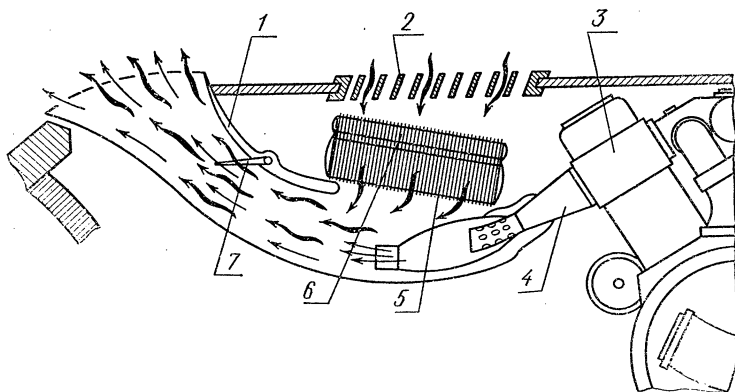


Рис. 64. Схема эжекционного охлаждения:

1 — эжектор; 2 — жалюзи; 3 — двигатель; 4 — выпускная труба; 5 — водяной радиатор; 6 — масляный радиатор; 7 — заслонка для регулирования температуры

Пар выходит наружу, и давление падает. С повышением давления в системе охлаждения повышается и температура кипения воды. Так, если давление выше атмосферного на 0,75 кг/см<sup>2</sup>, то температура выходящей из двигателя воды будет около 115° С.

Воздушный клапан предохраняет систему от чрезмерного понижения внутреннего давления во время остывания охлаждающей жидкости. Его пружина отрегулирована на разрежение (0,08—0,13 кг/см<sup>2</sup>). При большем разрежении воздушный клапан открывается и впускает в систему охлаждения наружный воздух.

Вентилятор центробежного типа, изготовленный из алюминиевого сплава, расположен в кормовой части танка и приводится во вращение от ведущих частей главного фрикциона. Охлаждающий воздух, засасываемый вентилятором через броневую решетку входа, проходит водяной и масляный радиаторы и через выходные жалюзи выбрасывается наружу.

На плавающем танке ПТ-76 вместо вентилятора применяется эжекционное устройство (рис. 64), которое создает воздушный поток, проходящий через радиаторы за счет использования энергии отрабо-

тавших газов. Устанавливается оно в силовом отделении. Состоит из шести (по числу цилиндров) самостоятельно работающих секций, размещенных в общем корпусе. Каждая секция имеет выпускную трубу, собственно эжектор и заслонку.

Заслонки находятся в смесительной камере эжектора. С их помощью регулируется проходное сечение проточной части и, следовательно, сила воздушного потока, проходящего через радиаторы. Открывая или закрывая заслонки, можно изменять температуру охлаждающей жидкости и масла. Например, зимой для быстрого разогрева двигателя заслонки полностью перекрываются и отработавшие газы, проходя через радиаторы, подогревают охлаждающую жидкость. Управление заслонками производит механик-водитель, воздействуя на привод, расположенный в отделении управления танка.

## 5. ВСПОМОГАТЕЛЬНЫЕ СИСТЕМЫ

### **Система подогрева**

Запуск холодного двигателя зимой приводит к чрезмерному его износу, а при температуре окружающего воздуха минус 7—8°С произвести запуск без подогрева просто невозможно. Поэтому танки и обору-дуются системой подогрева, которая предназначена для подготовки двигателя к запуску и поддержания его в состоянии постоянной готовности к запуску в условиях низких температур окружающего воздуха путем подогрева охлаждающей жидкости, масла и топлива.

Основной частью такой системы является форсуночный подогреватель, установленный в боевом отделении танка и состоящий из котла и насосного узла.

Котел подогревателя цилиндрический. Изготовлен из нержавеющей стали. Его корпус и жаровая труба имеют двойные стенки, полость между которыми заполнена охлаждающей жидкостью. Сверху расположена коробка со змеевиком подогрева топлива. В крышке котла установлены форсунка и свеча накаливания. В ней же сделано отверстие, закрываемое пробкой.

Насосный узел, включающий в себя водяной насос, вентилятор, топливный насос и шестеренчатый редуктор с ручным и электрическим приводом, смонтирован в общем алюминиевом картере, прикрепленном к корпусу подогревателя. Приводится в действие от редуктора, состоящего из двух пар шестерен, с помощью рукоятки или электродвигателя.

Водяной насос центробежного типа производительностью 60 л/мин создает циркуляцию охлаждающей жидкости во всей системе охлаждения. Вентилятор центробежного типа подает воздух, необходимый для сгорания топлива в топке котла. Топливный насос, в качестве которого использована одна секция топливного насоса НК-10, смонтированная в стальном корпусе, обеспечивает подачу топлива из

фильтра грубой очистки к форсунке, которая распыливает его в топке котла. Одновременно в топку котла нагнетается вентилятором воздух. Топливо смешивается с ним и сгорает. Продукты сгорания выводятся наружу через выпускной патрубок и отверстие в днище танка.

Охлаждающая жидкость быстро нагревается в котле и водяным насосом подается по трубопроводу к крану отключения подогревателя, где разделяется на четыре параллельных потока (рис. 65). Первый поток, проходя через двигатель, разогревает головки и блоки цилиндров и через водяной насос двигателя возвращается в котел подогревателя. Второй поток, направленный по трубопроводу в зме-

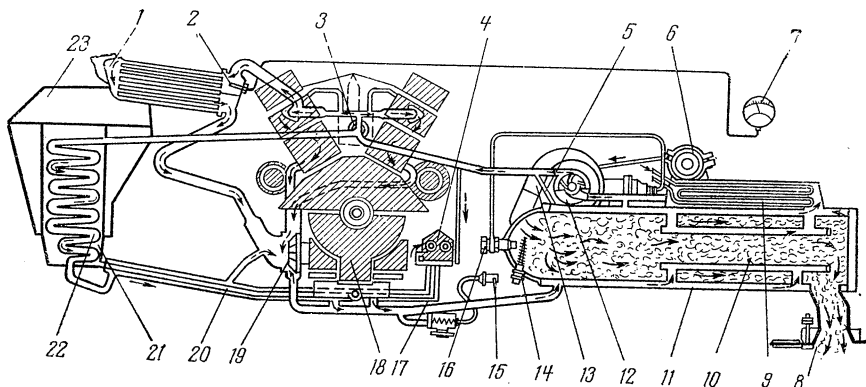


Рис. 65. Схема работы системы подогрева:

1 — водяной радиатор; 2 — приемник термометра; 3 — кран отключения подогревателя; 4 — маслозакачивающий насос; 5 — паротводная трубка; 6 — электродвигатель; 7 — электрический термометр; 8 — выпускной патрубок; 9 — змеевик подогрева горючего; 10 — жаровая труба; 11 — водяное пространство котла; 12 — водяной насос подогревателя; 13 — корпус вентилятора; 14 — сеча накаливания; 15 — рукоятка троса сливного крана; 16 — кожух обогрева маслопровода; 17 — форсунка подогревателя; 18 — двигатель; 19 — водяной насос; 20 — заборный маслопровод; 21 — циркуляционный масляный бак; 22 — змеевик подогрева масла; 23 — масляный бак

вик циркуляционного бака, разогревает масло и по кожуху заборного маслопровода возвращается в котел подогревателя. Третий поток идет через водяной радиатор и водяной насос двигателя и по трубопроводам поступает обратно в котел подогревателя. Четвертый поток проходит через полость маслозакачивающего насоса и оттуда поступает в кожух заборного трубопровода маслозакачивающего насоса и далее в котел подогревателя. В котле жидкость снова разогревается и опять расходится четырьмя потоками.

### Система воздушного запуска

Надежный и быстрый запуск двигателя имеет большое значение для обеспечения боеспособности танка. На танках обычно применяется не менее двух средств запуска двигателя — основного и резервного, чтобы в боевой обстановке в случае выхода из строя одного действовал бы другой. В качестве основного средства, как правило,

используется электрический стартер. Запуск же, осуществляемый с помощью сжатого воздуха, является резервным.

Система воздушного запуска танка Т-54 состоит из двух баллонов с сжатым воздухом, соединенных трубопроводом с краном-редуктором, манометром, воздухораспределителем, пусковыми клапанами (рис. 66).

Баллоны емкостью по 5 л каждый расположены в боевом отделении. Давление воздуха в каждом полностью заряженном баллоне —

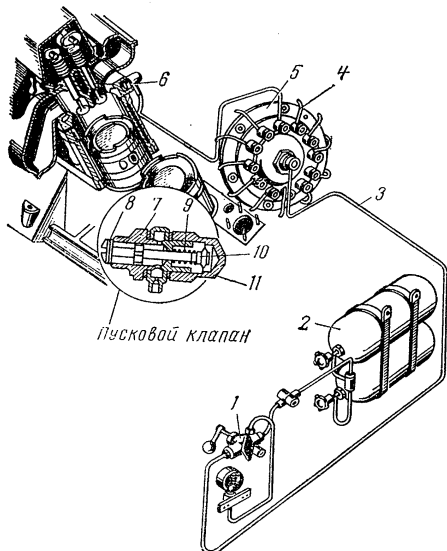
150 кг/см<sup>2</sup>. Минимально допустимое давление, необходимое для надежного запуска двигателя летом, составляет 45 кг/см<sup>2</sup>, зимой — 65 кг/см<sup>2</sup>. Перепад давления от максимального до минимально допустимого обеспечивает в среднем 10—12 запусков двигателя, в зависимости от его теплового состояния, а также опыта механика-водителя.

Кран-редуктор регулирует давление воздуха, поступающего в цилиндры двигателя. Он подсоединен к трубопроводу, подводящему воздух к воздухораспределителю, а также к манометру, показывающему давление воздуха в баллонах. На трубопроводе имеется закрытый пробкой штуцер. К нему можно подсоединять трубопровод и заряжать баллоны сжатым воздухом, не вынимая их из танка.

Воздухораспределитель крепится к корпусу привода топливного насоса и состоит из корпуса, колпака, валика, распределительного диска и регулировочной втулки с пружиной. Распределительный диск приводится во вращение от передаточного механизма двигателя. Пусковые клапаны, установленные в головках блоков, состоят из корпуса, обратного клапана, пружины и колпачка.

Чтобы произвести запуск двигателя с помощью сжатого воздуха, открывают вентиль одного из баллонов и убеждаются по манометру в достаточном давлении воздуха. Затем открывают кран-редуктор, повернув его рукоятку против часовой стрелки. Сжатый воздух из баллона по трубопроводу и через кран-редуктор начинает поступать в воздухораспределитель и заполнять полость между его колпаком и распределительным диском. Поскольку при любом положении колен-

Рис. 66. Система воздушного запуска:  
1 — кран-редуктор; 2 — баллоны с сжатым воздухом; 3 — трубопровод к воздухораспределителю; 4 — трубопроводы к пусковым клапанам; 5 — воздухораспределитель; 6 — пусковой клапан; 7 — корпус пускового клапана; 8 — клапан; 9 — пружина клапана; 10 — гайка; 11 — зажимная гайка





чатого вала овальное отверстие в этом диске всегда открывает одно-два отверстия в корпусе воздухораспределителя, то воздух поступает через пусковые клапаны в один или два цилиндра. То есть в те, где происходит процесс расширения (рабочий ход). Под давлением сжатого воздуха поршни перемещаются и коленчатый вал проворачивается. При этом через механизм передач проворачивается и распределительный диск воздухораспределителя. Овальное отверстие в нем открывает другие отверстия в корпусе воздухораспределителя. Через них сжатый воздух поступает в следующие (по порядку работы) цилиндры, и вращение коленчатого вала ускоряется.

После запуска двигателя подачу сжатого воздуха в цилиндры прекращают, закрыв кран-редуктор и запорный вентиль на баллонах. Если в одном из баллонов давление воздуха недостаточное, то прежде чем открыть второй баллон, закрывают первый, чтобы воздух не перетекал из заряженного баллона в разряженный.

### **Механизм защиты двигателя от воды**

На плавающем танке ПТ-76 проникновение воды в цилиндры неработающего двигателя исключается благодаря механизму защиты двигателя от попадания воды. Состоит он из шести клапанных коробок, крана отключения воздухоочистителя, клапана слива воды и привода управления (рис. 67).

Клапанные коробки имеют предохранительные клапаны, которые в момент остановки двигателя закрывают его выпускные окна и предотвращают попадание воды в цилиндры из эжектора. Для предохранения цилиндров двигателя от попадания в них воды через воздухоочиститель устанавливается кран отключения воздухоочистителя. Через клапан слива выходит вода, попавшая в выпускные патрубки цилиндров сквозь неплотности закрытых предохранительных клапанов.

Привод управления механизмом защиты двигателя состоит из ручного и автоматического. Ручное управление осуществляется рукояткой, расположенной на перегородке силового отделения. С ее помощью производится управление предохранительными клапанами, краном воздухоочистителя и клапаном слива воды. Рукоятка имеет два фиксированных положения «Вода» и «Суша». Привод автоматического управления обеспечивает автоматическое открывание и закрывание предохранительных клапанов, когда механизм защиты двигателя установлен в положение «Вода».

В привод входят цилиндр с поршнем и штоком, тяга и пружина. В дно цилиндра вварен патрубок, по которому масло из масляной магистрали двигателя подводится в полость цилиндра, под поршень. В работающем двигателе поступающее в цилиндр масло удерживает поршень в верхнем положении и предохранительные клапаны открываются. При остановке двигателя давление масла падает, поршень под воздействием пружины опускается — клапаны закрываются.

Если рукоятка ручного управления установлена в положение «Суша», предохранительные клапаны открываются и отработавшие газы свободно поступают из двигателя в эжектор. Кран воздухоочистителя при этом открыт, а клапан слива воды закрыт. Предохранительные же клапаны, независимо от того работает или не работает двигатель, всегда открыты. Стоит при неработающем двигателе пере-

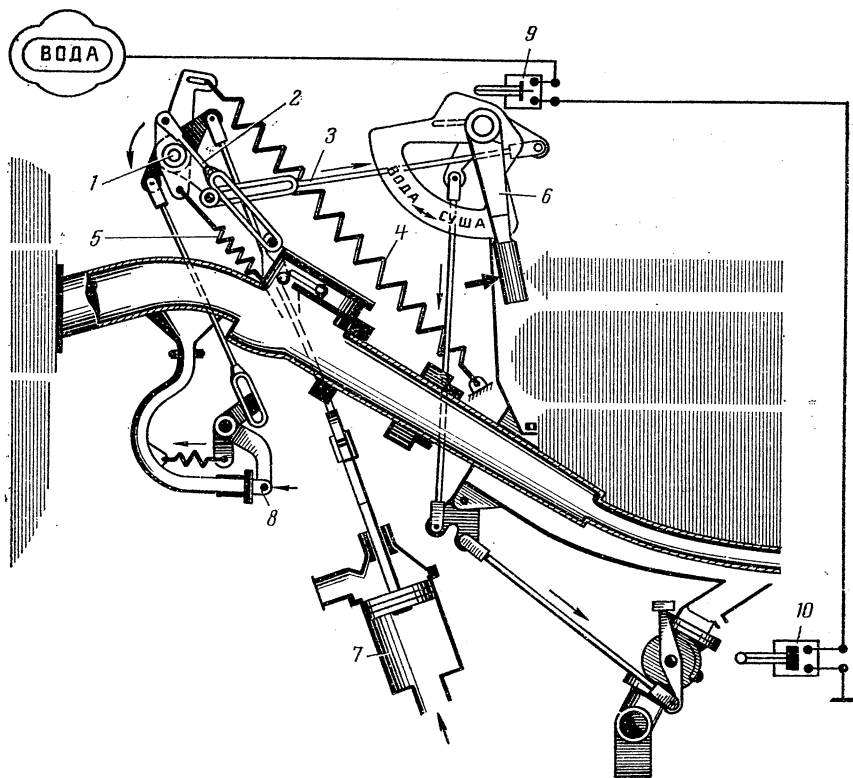


Рис. 67. Схема механизма защиты двигателя от попадания воды:  
 1 — валик; 2 и 3 — тяги; 4 и 5 — пружины; 6 — рукоятка; 7 — цилиндр; 8 — клапан слива воды; 9 — выключатель; 10 — выключатель сигнальной лампочки

местить рукоятку в положение «Вода» — и предохранительные клапаны под воздействием пружин закрывают окна выпускных труб. Кран воздухоочистителя закрывается, а клапан слива воды открывается. В такое положение рукоятку рекомендуется ставить на время длительной стоянки танка, чтобы в цилиндры двигателя не проникли пыль и влага через впускные трубы и воздухоочиститель.

Если установить рукоятку в положение «Вода» при работающем двигателе, то поршень через шток, тягу и привод открывает предохранительные клапаны. Клапан слива и кран воздухоочистителя за-

крываются. Но вот двигатель перестает работать, и давление масла тут же падает. Клапаны под действием пружин плотно прижимаются к седлам и не пропускают воду из эжектора. Так автоматически двигатель предохраняется от попадания в него воды в случае его внезапной остановки во время преодоления водной преграды.

## Глава VI. СИЛОВАЯ ПЕРЕДАЧА

Чтобы танк мог двигаться в различных дорожных условиях, между двигателем и ведущими колесами установлены агрегаты, увеличивающие крутящий момент, а для поворота — агрегат, изменяющий скорость перематывания одной из двух гусениц. Совокупность всех агрегатов, передающих усилие от коленчатого вала двигателя на веду-

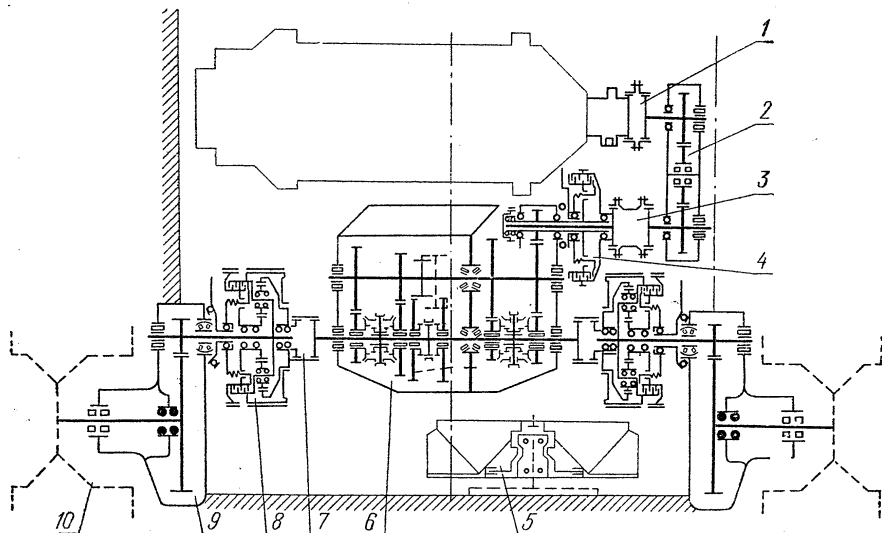


Рис. 68. Кинематическая схема силовой передачи:

- 1, 3, 7 — зубчатые муфты; 2 — гитара; 4 — главный фрикцион; 5 — вентилятор;  
6 — коробка передач; 8 — планетарный механизм поворота; 9 — бортовая передача;  
10 — ведущее колесо

щие колеса, изменяющих это усилие в зависимости от условий движения и осуществляющих поворот танка, и составляет его силовую передачу. Она должна отличаться высокой надежностью, безотказной работой в течение длительного периода эксплуатации, легкостью управления, малыми габаритами и весом, высоким к. п. д., удобством обслуживания и ремонта в полевых условиях. Этим требованиям удовлетворяют механические силовые передачи, в которых наряду с простыми имеются планетарные передачи.

На рис. 68 изображена кинематическая схема силовой передачи танка Т-54. Как видно из схемы, крутящий момент двигателя через гитару передается главному фрикциону и далее на ведущий вал коробки передач.

Гитара — это повышающий редуктор с передаточным числом, равным 0,7, ее ведомый вал вращается с большей скоростью, чем коленчатый вал двигателя. Благодаря такой конструкции гитары удалось снизить усилия во всех агрегатах силовой передачи, что в свою очередь позволило уменьшить их размеры.

При включении одной из передач усилие от ведущего вала через передаточный вал передается на главный вал коробки передач и затем через планетарные механизмы поворота и бортовые передачи — на ведущие колеса.

## 1. ГЛАВНЫЙ ФРИКЦИОН

Существуют однодисковые и многодисковые фрикционы. Первые применяются при передаче сравнительно небольших крутящих моментов — до 50 кгм. В современных танках передаются значительно большие крутящие моменты, поэтому в них используются многодисковые фрикционы. По характеру поверхностей трения фрикционы бывают с трением стали по стали, стали по феррадо, с трением металла (стали или чугуна) по специальным накладкам из металлокерамики.

Главный фрикцион должен обеспечивать чистоту выключения, плавное и полное включение, передачу крутящего момента двигателя без пробуксовки и пробуксовку при перегрузках.

Чистота выключения фрикциона обусловлена наличием между дисками трения определенного зазора, исключающего самопроизвольное соприкосновение дисков. При трении стали по стали зазор должен быть не менее 0,2 мм, при трении стали по феррадо — 0,4 мм. Суммарная величина зазора зависит от количества дисков трения и обеспечивается ходом нажимного диска, перемещение которого равно суммарному зазору.

Полное и плавное включение главного фрикциона необходимо для полного соединения двигателя с коробкой передач и плавного трогания танка с места. Плавность включения зависит от количества дисков трения, а полнота включения — от величины зазора в механизме выключения, компенсирующего износ дисков.

Кроме того, что главный фрикцион осуществляет надежную передачу крутящего момента, он еще и предохраняет силовую передачу и двигатель от перегрузок. Это достигается благодаря правильному выбору коэффициента запаса фрикциона (отношение крутящего момента, передаваемого фрикционом без пробуксовки, к максимальному крутящему моменту двигателя). В современных главных фрикционах этот коэффициент равен 1,5—2,2. Так, если максимальный крутящий

момент двигателя равен 230 кгм, то фрикцион рассчитывается на момент, равный примерно 460 кгм. При большей величине этого момента фрикцион пробуксовывает. Такой двукратный запас гарантирует длительную надежную работу фрикциона, компенсируя износ дисков, ослабление пружин, уменьшение коэффициента трения.

Легкость управления фрикционом обеспечивается с помощью сервоприводов и сервопружины, а уравновешенность осевых усилий пружин внутри фрикциона — конструкцией механизма выключения фрикциона. Необходимость уравновешивания объясняется тем, что при выключении фрикциона возникает осевая сила, достигающая на среднем танке одной тонны. Для уменьшения момента инерции ведомых частей фрикциона их выполняют как можно меньших размеров и веса.

Главный фрикцион танка Т-54 (рис. 69) представляет собой многодисковую муфту с сухим трением стали по стали, которая во включенном состоянии передает крутящий момент от гитары к коробке передач.

Установлен главный фрикцион на ведущем валу коробки передач. Состоит он из ведущих и ведомых частей и механизма выключения. Ведущие части соединены с ведомым валом гитары, ведомые — с ведущим валом коробки передач.

К ведущим частям относятся зубчатая ступица с фланцем, ведущий (наружный) барабан с нарезанными на внутренней поверхности зубьями, ведущие диски трения с наружными зубьями, входящими в зацепление с зубьями ведущего барабана, и детали их крепления. Ведущие части фрикциона центрируются по ведомым деталям подшипников, установленным на валу коробки.

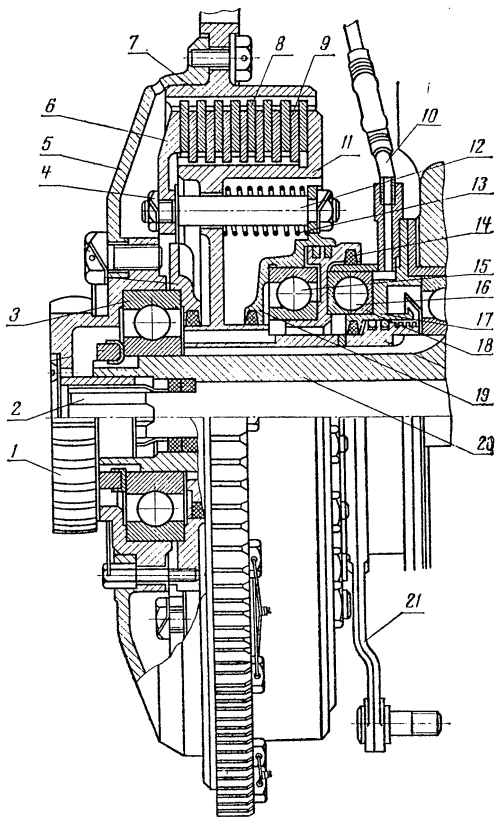


Рис. 69. Главный фрикцион:

- 1 — зубчатая ступица; 2 — ведущий вал; 3 — шарикоподшипник; 4 — регулировочная шайба; 5 — фланец; 6 — нажимной диск; 7 — ведущий барабан; 8 — ведущий диск; 9 — ведомый диск; 10 — смазочная трубка; 11 — ведомый барабан; 12 — палец; 13 — пружина; 14 — подвижная чашка механизма выключения; 15 — радиально-упорный шарикоподшипник; 16 — шарик механизма выключения; 17 — неподвижная чашка механизма выключения; 18 — кольцо выключения; 19 — отжимной диск; 20 — ведущий вал коробки передач; 21 — поводок подвижной чашки механизма выключения

К ведомым частям относятся ведомый (внутренний) барабан, ведомые диски трения, нажимной и отжимной диски, пальцы с пружинами и детали крепления. Ведомый барабан шлицами соединен с ведущим валом коробки передач. На наружной поверхности барабана нарезаны зубья для зацепления с ведомыми дисками трения. В диске барабана имеются отверстия для пальцев. Нажимной диск жестко связан

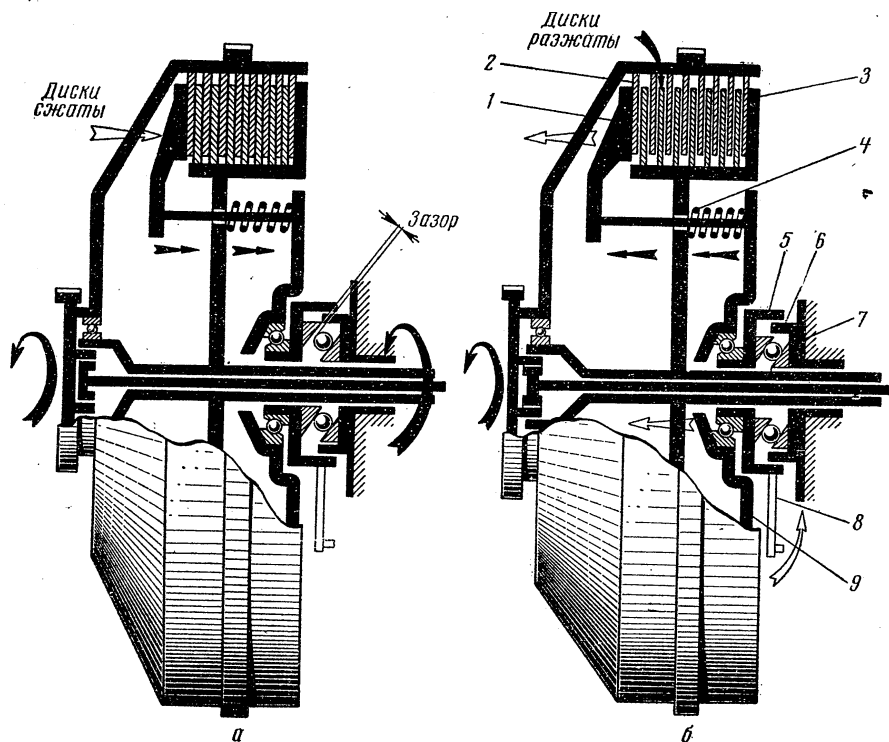


Рис. 70. Схема работы главного фрикциона:

*a* — включенное положение; *b* — выключенное положение (1 — нажимной диск; 2 — ведущий диск; 3 — ведомый диск; 4 — пружина; 5 — подвижная чашка; 6 — неподвижная чашка; 7 — шарик выключения; 8 — поводок подвижной чашки; 9 — отжимной диск)

с отжимным диском пальцами, на которых, между отжимным диском и ведомым барабаном, размещены пружины из жароупорной стали.

Механизм выключения фрикциона состоит из неподвижной чашки, прикрепленной к картеру коробки передач, подвижной чашки, установленной на радиально-упорном подшипнике, и трех шариков, находящихся в лунках между подвижной и неподвижной чашками. Подшипники и механизм выключения смазываются консталином через трубку. Одним концом она припаяна к неподвижной чашке механизма выключения и другим соединена шлангом с подвижной ее частью, прикрепленной к верхней половине картера коробки передач.

Главный фрикцион может находиться во включенном или выключенном положении (рис. 70). Когда он включен, пружины, упираясь в стенку внутреннего барабана, через отжимной диск пальцы с помощью нажимного диска сжимают пакет дисков трения. Сила трения между ведомыми и ведущими дисками заставляет ведущие и ведомые части фрикциона вращаться как одно целое и передавать крутящий момент от коленчатого вала двигателя к агрегатам силовой передачи.

В процессе эксплуатации диски изнашиваются и зазор между ними постепенно уменьшается. Поэтому для более длительной работы фрикциона без пробуксовки зазор в механизме выключения сделан достаточно большим — 1,3—1,6 мм. Не будь в механизме этого зазора, то часть усилия пружин через детали фрикциона передавалась бы на коробку передач. В этом случае фрикцион не обеспечил бы передачи расчетного крутящего момента и работал бы с пробуксовкой дисков.

В момент выключения фрикциона подвижная чашка, поворачиваясь относительно неподвижной чашки, сначала выбирает зазор между шариками и лунками. Затем шарики начинают выкатываться из лунок и отжимают подвижную чашку от неподвижной. Перемещаясь, подвижная чашка через радиально-упорный шарикоподшипник перемещает в осевом направлении отжимной диск, который, сжимая пружины через пальцы, отводит нажимной диск от пакета дисков трения. Сжатие ведущих и ведомых дисков прекращается, они разобщаются, и фрикцион выключается. Особенностью этого главного фрикциона является то, что он уравновешен, то есть разгружен от осевых усилий только во включенном состоянии.

При выключенном фрикционе нажимной диск отходит и усилие сжатых пружин передается через детали фрикциона на картер и ведущий вал коробки передач. Следовательно, вал коробки передач нагружается значительной осевой нагрузкой. Эту нагрузку воспринимает специально рассчитанная на нее опора.

Для выключения и плавного включения главного фрикциона имеется привод управления. При включенном главном фрикционе педаль привода управления находится в крайнем заднем положении. Чтобы выключить фрикцион, механику-водителю надо полностью ее выжать.

Для выключения главного фрикциона необходимо сжать пружины, сила которых достигает 500—1000 кг, то есть приложить к педали привода усилие, равное 20—25 кг. Естественно, что при длительной работе, например при совершении больших маршей, механик-водитель будет уставать. Поэтому конструкторы предложили устранить этот недостаток с помощью сервопружины. Она проста по устройству и надежна в действии. Доля работы, совершаемая ею, составляет 30—35 проц. общей работы включения главного фрикциона.

Принципы действия сервопружины (рис. 71) заключаются в том, что она, аккумулируя энергию, отдаваемую пружинами фрикциона

при его включении, использует ее для последующего выключения фрикциона.

В исходном положении, когда главный фрикцион включен, линия действия силы сервопружины проходит впереди оси вращения педали.

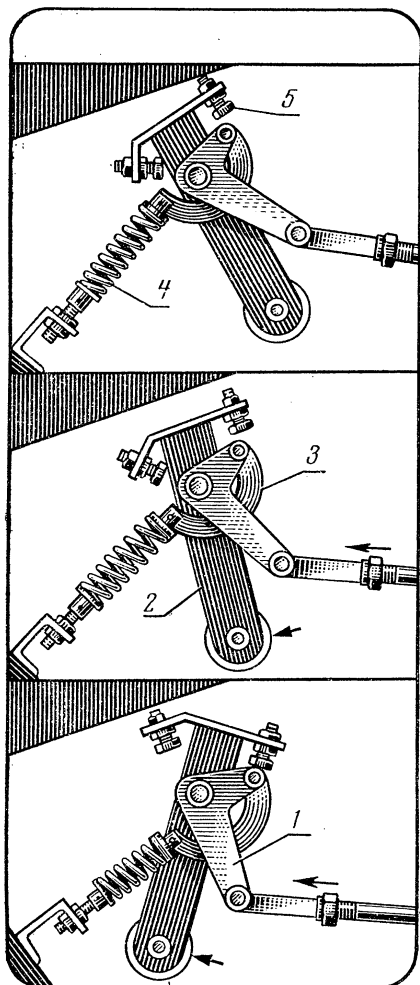


Рис. 71. Схема работы сервопружины привода:

1 — рычаг педали; 2 — педаль главного фрикциона; 3 — серьга сервопружины; 4 — сервопружина; 5 — верхний упорный болт

Поэтому сервопружина через серьгу и двухплечий рычаг удерживает педаль в заднем положении и прижимает верхний упорный болт к броне (положение I). Во время перемещения педали механиком-водителем, когда выбирается полностью зазор в механизме выключения (свободный ход педали), сервопружина несколько растягивается и приближается к оси ее вращения (положение II). При дальнейшем ходе педали линия действия силы сервопружины переходит на другую сторону оси вращения педали. Пружина облегчает выключение фрикциона, так как направление ее усилия совпадает с направлением усилия механика-водителя (положение III). В момент отпускания педали сервопружина препятствует резкому включению главного фрикциона.

На плавающем танке установлен двухдисковый главный фрикцион с трением стали по медно-асбесту и с шариковым механизмом выключения. Главная особенность этого фрикциона в том, что он полностью уравновешен как во включенном, так и в выключенном положении. Во включенном положении усилие пружины через комплекты сжатых дисков передается влево от нажимного диска на маховик коленчатого вала и вправо от ведущего барабана через болты крепления на тот же маховик. Таким образом, усилие

пружины замкнуто внутри фрикциона.

При выключении фрикциона шарики механизма выключения выкатываются из лунок, перемещают подвижную чашку, а с ней отжимают



и нажимные диски. Диски трения разобщаются, и пружины сжимаются дополнительно. Усилие их передается вправо непосредственно на ведущий барабан и влево от нажимного диска через детали фрикциона на тот же ведущий барабан влево. Следовательно, и в этом случае усилие пружин замкнуто внутри барабана. Благодаря такой конструкции главного фрикциона, опоры коленчатого вала не подвержены осевым усилиям, возникающим в главном фрикционе.

## 2. КОРОБКА ПЕРЕДАЧ

Основное назначение коробки передач — изменять в необходимых пределах силу тяги на гусеницах и скорость движения танка путем изменения передаточного числа между двигателем и ведущими колесами. Кроме того, с ее помощью осуществляется задний ход танка, а также холостой ход, используемый при прогреве и обслуживании двигателя, а также на коротких остановках, когда глушить двигатель нецелесообразно.

Коробка передач обеспечивает высокие тяговые качества и скорости движения. Это основное требование достигается благодаря определенному диапазону передаточных чисел, рациональной разбивке передаточных чисел промежуточных ступеней коробки передач, минимальному времени переключения передач и максимальной величине коэффициента полезного действия.

Диапазон коробки передач (отношение передаточного числа нижней передачи к передаточному числу высшей) показывает, во сколько раз при неизменных оборотах двигателя можно изменять крутящий момент на ведущих колесах и скорость движения танка.

Выбирается диапазон с учетом удельной мощности танка и в существующих конструкциях он равен 7—11. При установке на танк двухступенчатого механизма поворота диапазон коробки можно уменьшить до 6—7. Выбор оптимального числа передач зависит также от удельной мощности танка и обычно составляет пять-восемь ступеней. Если удельная мощность более 15 л. с./т, то достаточно пяти передач.

При разбивке передаточных чисел промежуточных передач конструкторы руководствуются следующим положением. Крайние передачи (низшая и высшая) определяют исходя из скоростей движения на этих передачах. Промежуточные передачи выбирают так, чтобы обеспечивалось наибольшее использование мощности двигателя и наиболее высокая средняя скорость движения танка.

Механические ступенчатые коробки передач бывают простыми, планетарными и комбинированными. В простых геометрические оси всех валов являются неподвижными, то есть при вращении шестерен положение этих осей относительно одна другой остается неизменным. В планетарных оси некоторых шестерен подвижные и могут

вращаться вокруг центральной оси передачи. Комбинированные коробки передач имеют зубчатые зацепления с неподвижными осями и планетарные ряды.

На танках широкое распространение получили простые ступенчатые коробки передач с постоянным зацеплением шестерен. В зависимости от числа валов, шестерни которых участвуют в образовании диапазона передаточных чисел, такие передачи подразделяются на двухвальные и трехвальные.

На рис. 72 показана ступенчатая, двухвальная, с постоянным зацеплением шестерен коробка передач танка Т-54, имеющая пять передач для движения вперед и одну для движения назад. Состоит она из картера, ведущего, передаточного и главного валов, шестерни заднего хода и механизма переключения передач.

В картере, отлитом из алюминиевого сплава, размещены все механизмы и узлы коробки передач. Он состоит из двух половин — верхней и нижней — с разъемом по осям валов в горизонтальной плоскости. Обе половины картера скрепляются шпильками и болтами. В картер заливается масло, которое, разбрызгиваясь, смазывает шестерни и опоры валов.

Ведущий вал — полый. Изготовлен заодно с ведущей шестерней, которая находится в постоянном зацеплении с шестерней четвертой передачи передаточного вала. Вал опирается на два шариковых подшипника. Правый подшипник, закрепленный обоими кольцами, фиксирует вал и воспринимает осевые нагрузки, возникающие при выключении главного функционала. Левый подшипник не закреплен в картере и поэтому воспринимает только радиальные нагрузки и компенсирует температурные удлинения. Внутри ведущего вала проходит валик привода вентилятора.

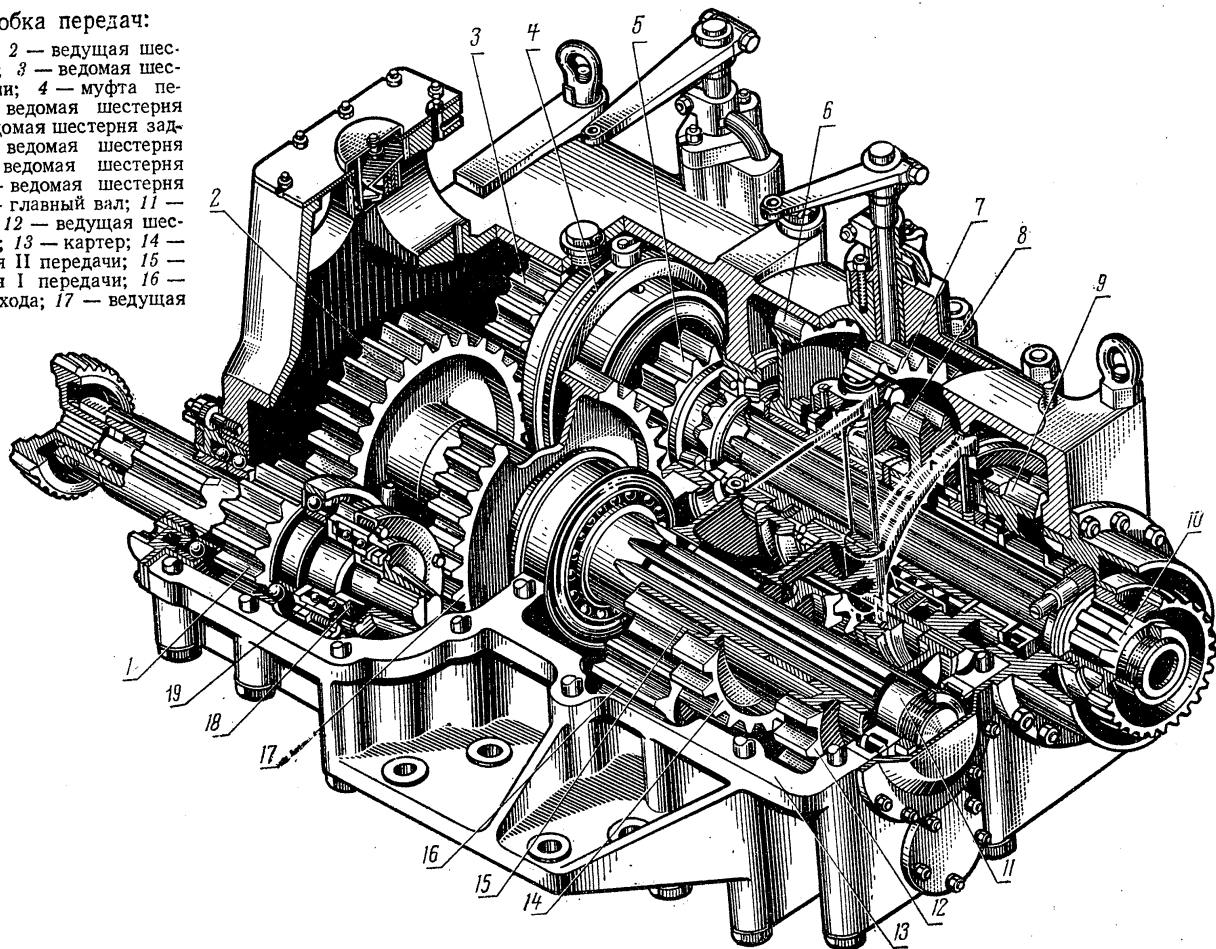
Передаточный и главный валы шлифованы по всей длине, за исключением гладких поясков под подшипники опор, и установлены в картере каждый на трех опорах. Крайними их опорами являются цилиндрические роликовые подшипники, средней — два конических роликовых подшипника. Все шестерни на передаточном валу установлены жестко, на шлицах, а на главном — на игольчатых подшипниках. Эти шестерни находятся в постоянном зацеплении с ведущими шестернями передаточного вала. Ведомая шестерня заднего хода с передаточным валом связана через шестерню заднего хода.

Шестерня заднего хода, установленная в нижней части картера на оси и двух роликовых подшипниках, находится в постоянном зацеплении с ведомой шестерней главного вала и с ведущей шестерней передаточного вала. Она служит для изменения направления вращения главного вала коробки передач при неизменяемом направлении вращения передаточного вала.

Включение передач осуществляется с помощью специальных муфт. Для обеспечения включения второй передачи предусмотрен простой синхронизатор, а всех остальных — инерционные.

Рис. 72. Коробка передач:

1 — ведущий вал; 2 — ведущая шестерня IV передачи; 3 — ведомая шестерня IV передачи; 4 — муфта переключения; 5 — ведомая шестерня V передачи; 6 — ведомая шестерня заднего хода; 7 — ведомая шестерня I передачи; 8 — ведомая шестерня II передачи; 9 — ведомая шестерня III передачи; 10 — главный вал; 11 — передаточный вал; 12 — ведущая шестерня III передачи; 13 — картер; 14 — ведущая шестерня II передачи; 15 — ведущая шестерня I передачи; 16 — шестерня заднего хода; 17 — ведущая шестерня V передачи; 18 — ведущий вал привода вентилятора; 19 — ведущая шестерня привода вентилятора



Удары между ведущими и ведомым элементами, возникающие при включении передач и вызывающие торцевой износ зубьев, в коробках передач с постоянным зацеплением шестерен устраняются с помощью синхронизаторов. Они выравнивают угловые скорости (число оборотов) включаемых пар муфт и шестерен за счет использования сил трения и тем самым создают условия для безударного включения.

Синхронизатор (рис. 73) состоит из корпуса и шариковых фиксаторов, удерживающих корпус на муфте. Установленная на шлицах вала муфта может перемещаться по ним с помощью кольца, соединенного с ней пальцами.

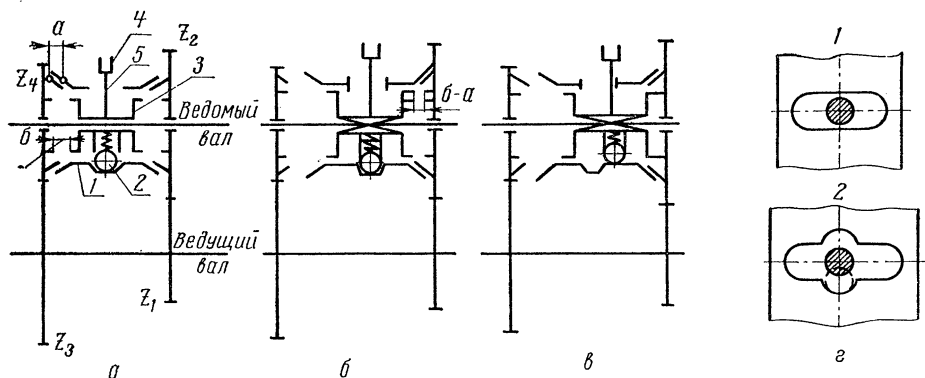


Рис. 73. Синхронизатор:

*a* — кинематическая схема (1 — корпус; 2 — фиксатор; 3 — муфта; 4 — кольцо; 5 — палец);  
*б, в* — работа синхронизатора при включении передачи; *г* — форма пазов синхронизаторов:  
 1 — простого, 2 — инерционного

На шестернях имеются стальные конические поверхности трения, на корпусе синхронизатора — бронзовые либо тоже стальные. В нейтральном положении между торцами зубьев муфты и шестерни образуется зазор  $b$ , а между коническими поверхностями — осевой зазор  $a$ , причем зазор  $b$  больше зазора  $a$ .

Для включения нижней передачи шестерню  $Z_2$  необходимо соединить с ведомым валом с помощью муфты, перемещая ее вправо. Вместе с ней будет двигаться и корпус синхронизатора, увлекаемый фиксаторами. Так как зазор  $a$  меньше  $b$ , то в соприкосновение сначала войдут поверхности трения корпуса и шестерни  $Z_2$ . При этом между зубьями муфты и шестерни сохранится зазор, равный  $b - a$  (рис. 73, б). За счет усилия, приложенного к корпусу через фиксаторы, и вследствие разности оборотов корпуса синхронизатора и шестерни на их конических поверхностях возникает сила трения. Число оборотов муфты и шестерни выравнивается.

Дальнейшему перемещению муфты относительно прижатого к шестерне корпуса препятствуют только фиксаторы. Если приложить к муфте достаточное усилие, то шарики выкатятся из канавок на внут-

ренную поверхность корпуса. Муфта продвинется и войдет в зацепление с зубчатым венцом шестерни  $Z_2$ , блокируя ее с валом (рис. 73, в).

Как видим, простой синхронизатор не гарантирует полного выравнивания оборотов при включении передачи, так как такое соединение может произойти и до полного выравнивания угловых скоростей.

Полное выравнивание оборотов включаемой пары и исключение возможности удара при включении передач обеспечивают инерционные синхронизаторы. По своему устройству они отличаются от простых лишь формой вырезов в корпусе, через которые проходят пальцы, соединяющие муфту с кольцом (рис. 73, г). У простого синхронизатора эти пазы овальной формы, а у инерционного они имеют специальные впадины.

В нейтральном положении муфты палец находится посередине паза. В момент включения передачи, как только корпус и шестерня войдут в соприкосновение, в результате разности их оборотов, корпус увлекается (или притормаживается) шестерней и поворачивается относительно кольца так, что палец оказывается во впадине.

Шестерня прижимает корпус к кольцу с силой тем большей, чем больше величина давления, действующего на поверхность трения, и разность оборотов корпуса и шестерни. Поэтому палец не может выйти из впадины и переместить муфту до тех пор, пока не исчезнут силы трения между корпусом и шестерней, то есть пока их обороты не станут равными. Чем больше сила нажима на палец, тем больше будет давление на поверхности трения и тем быстрее выравниваются обороты. Как только обороты муфты и шестерни оказываются равными, инерционный эффект исчезает. Палец, нажимая на наклонную стенку выреза корпуса, поворачивает его и, двигаясь по вырезу, соединяет муфту с шестерней без удара. Если бы шестерня вращалась с меньшим числом оборотов, чем корпус, то палец оказался бы в противоположной выемке корпуса.

Таким образом, инерционный синхронизатор позволяет включить передачу только после того, как число оборотов включаемой пары будет полностью выравнено. Возможность удара при этом исключается.

В коробке передач танка Т-54 и в приводе управления ею в качестве предохранительных устройств применяются замок шарикового типа, стопоры и фиксаторы. Замок исключает одновременное включение двух передач. Стопор предотвращает самопроизвольное выключение передач. Фиксатор удерживает муфту во включенном и нейтральном положениях.

Кулиса и поводковая коробка установлены в отделении управления, рядом с сиденьем механика-водителя.

В корпусе поводковой коробки размещены поводки, замковой и стопорный механизмы. С помощью продольных тяг движение от поводка кулисы передается к вертикальным валикам, верхние рычаги которых

передают движение к рычагам валиков переключения передач и соединяются с ними с помощью вилок, навертываемых на тяги.

Работа коробки передач и привод управления происходит следующим образом. При работающем двигателе и включенном главном фрикционе ведущий вал коробки передач получает вращение от ведомых деталей главного фрикциона. Через шестерню IV передачи ведущий вал связан с передаточным валом, на шлицах которого насажены шестерни, передающие вращение шестерням, помещенным на главном валу на игольчатых подшипниках. При нейтральном положении подвижных муфт шестерни главного вала не соединены с валом, а поэтому он не вращается; ведущий и передаточный валы с шестернями вращаются вхолостую. При включении какой-либо передачи производят с помощью привода управления перемещение подвижной муфты, которая соединяется с шестерней включаемой передачи. Для этого механик-водитель прижимает рукоятку рычага переключения. При этом отверстие стопорного валика располагается против стержней стопорного механизма и поводки получают возможность перемещаться под действием рычага переключения. Перемещая рычаг переключения по одной из трех прорезей козырька кулисы (включая одну из передач), механик-водитель тем самым перемещает и соответствующий поводок; при этом утапливается шарик стопорного механизма и замковый механизм заклинивает два других поводка. В конце перемещения поводков пружина выводит стержень из стопорного валика, а шарик выталкивает в выемку. При отпуске рукоятки рычага кулисы возвратная пружина поворачивает стопорный валик и застопоривает стержни и поводки в заданном положении. Перед выключением передачи необходимо также прижать рукоятку рычага кулисы. Детали привода станут двигаться в обратном направлении и соответствующая передача будет включена.

### 3. МЕХАНИЗМЫ ПОВОРОТА

Поворот танка осуществляется в результате того, что на забегающей и отстающей гусеницах создаются разные скорости движения и различные по величине силы тяги. При повороте танк движется по окружности. Центр ее называется центром поворота, а расстояние от центра поворота до середины забегающей гусеницы — радиусом поворота. И чем меньше этот радиус, тем поворотливость танка лучше.

Величина радиуса поворота зависит от конструкции механизма поворота. У большинства современных танков минимальной радиус поворота равен ширине колеи. Кроме того, механизмы поворота обеспечивают расчетные и свободные радиусы поворота, при которых во фрикционных устройствах исключаются потери мощности на тре-

ние. Однако свободный радиус непостоянен и зависит от грунта. Расчетный постоянен для всех грунтов и определяется кинематическим расчетом механизма поворота.

На танках в качестве механизмов поворота применяются бортовые фрикционы и планетарные механизмы поворота.

## Бортовые фрикционы

Бортовые фрикционы на танке ПТ-76 устанавливаются между коробкой передач и бортовыми передачами и представляют собой выключающиеся многодисковые муфты трения.

Каждый фрикцион состоит из ведущих, ведомых частей и механизма выключения (рис. 74). Для осуществления поворота танка с малыми радиусами и для торможения предназначены тормоза, которые включают в себя тормозные ленты, ведомые барабаны фрикционов, оттяжные пружины и регулировочные болты.

Управляют бортовыми фрикционами и тормозами с помощью привода, который состоит из двух рычагов управления с сервопружинами, переходных и уравнивающих валков, тяг и педали ножного тормоза.

При переводе рычагов управления в крайнее переднее положение происходит включение фрикционов: между лентой и ведомым барабаном образуется зазор. Усилие пружин через пальцы передается нажимному диску, который сжимает ведущие и ведомые диски трения. Полное сжатие ведущих и ведомых дисков (полное включение фрикциона) обеспечивается лишь в том случае, если в механизме выключения между шариками и чашками включения есть зазор, то есть подвижная чашка имеет некоторый свободный ход. Возникающая между дисками сила трения заставляет ведущие и ведомые части фрикциона вращаться как одно целое. В этом случае скорость перематывания обеих гусениц одинаковая и танк движется прямолинейно.

Для поворота танка один из фрикционов с помощью рычагов управления выключается. При этом подвижная чашка поворачивается, шарики механизма выключения выкатываются на более мелкую

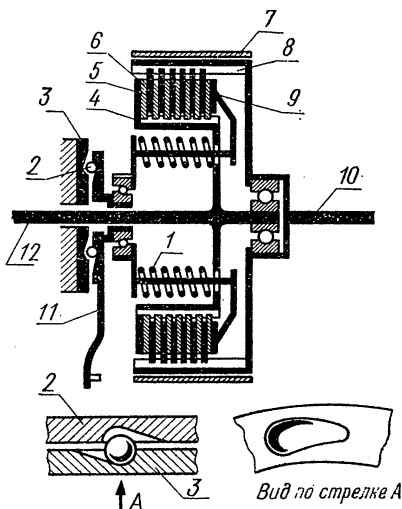


Рис. 74. Принципиальная схема бортового фрикциона:

- 1 — пружина; 2 — подвижная чашка;
- 3 — неподвижная чашка; 4 — отжимной диск;
- 5 — ведущий диск; 6 — ведомый диск;
- 7 — ленточный тормоз; 8 — ведомый барабан;
- 9 — нажимной диск; 10 — вал бортовой передачи;
- 11 — поводок подвижной чашки; 12 — вал коробки передач

часть канавок и перемещают подвижную чашку и нажимной диск в осевом направлении. Ведомые диски вместе с ведомым барабаном отключаются от ведущих частей фрикциона, а следовательно, от главного вала коробки передач отключаются бортовая передача и ведущее колесо. Танк поворачивается с большим радиусом в сторону выключенного фрикциона.

Если механик-водитель продолжает перемещать рычаг управления на себя, то тормозная лента на ведомом барабане затягивается. Танк поворачивается с меньшим радиусом. При полной затяжке тормоза радиус поворота танка равен ширине колеи. Если затянуть оба тормоза, то танк остановится.

Бортовой фрикцион обеспечивает только один устойчивый радиус поворота, равный ширине колеи танка. Все остальные радиусы не устойчивы, и во время поворота танка расходуется большая мощность на преодоление возникающего в тормозе трения. Это отрицательно сказывается на средней скорости движения и расходе топлива. Кроме того, длительный поворот (с радиусом больше ширины колеи) вызывает пробуксовку тормоза, что ведет к перегреву и быстрому его износу. Поэтому плавный поворот заменяют прерывистым, последовательным выключением и включением фрикциона.

### **Планетарные механизмы поворота**

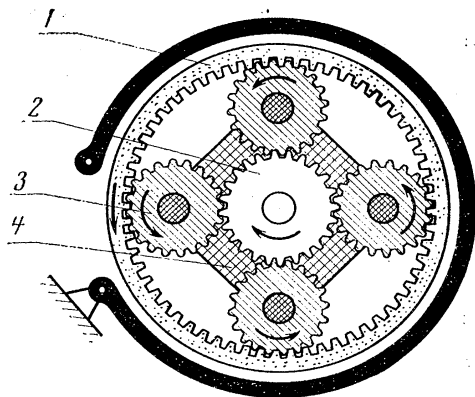
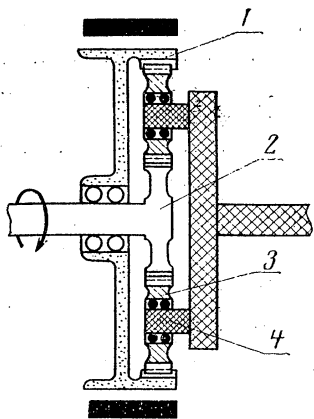
В агрегатах и механизмах современных танков широкое применение находят планетарные передачи, обладающие надежностью, малыми габаритами и высоким коэффициентом полезного действия. Чаще

всего используются эпициклические планетарные ряды (рис. 75), состоящие из солнечной шестерни, вокруг которой обращаются шестерни-сателлиты. Каждый из сателлитов вращается на оси, закрепленной в коробке сателлитов (води́ле), и находится в зацеплении с солнечной шестерней и с зубчатым венцом (эпициклом).

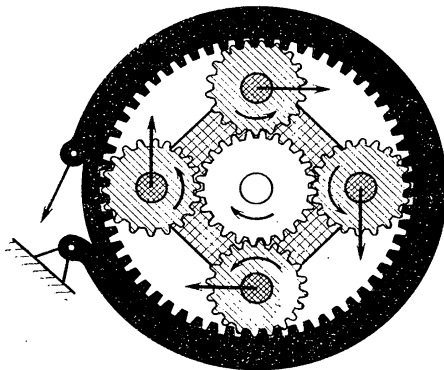
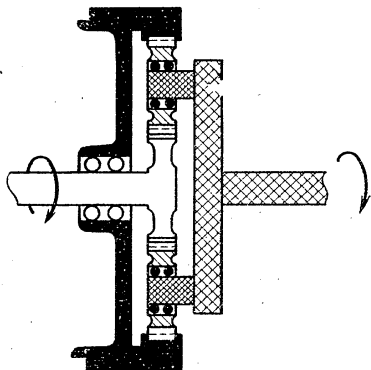
Для передачи крутящего момента планетарный ряд содержит в себе ведущий, ведомый и тормозной элементы. Первый соединяется с ведущим валом, второй — с ведомым, третий — с тормозным устройством. Ведущим элементом в приведенной нами схеме является солнечная шестерня, ведомым — водило и тормозным — эпициклическая шестерня.

Если затормозить эпициклическую шестерню (см. рис. 75, б), то передача крутящего момента произойдет следующим образом. При вращении солнечной шестерни сателлиты обкатываются по зубьям остановленной эпициклической шестерни. Окружная скорость зубьев сателлитов, в данный момент находящихся в зацеплении с эпициклической шестерней, равна нулю. Скорость противоположных им зубьев равна окружной скорости зубьев солнечной шестерни. Окружная же скорость осей сателлитов, а следовательно, и водила ока-

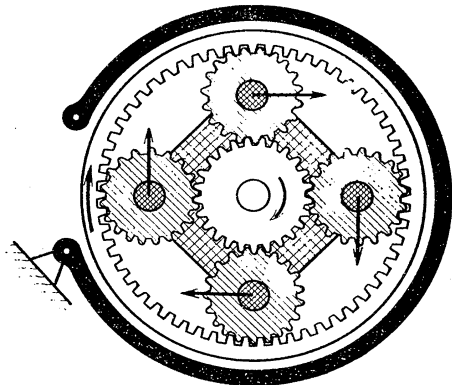
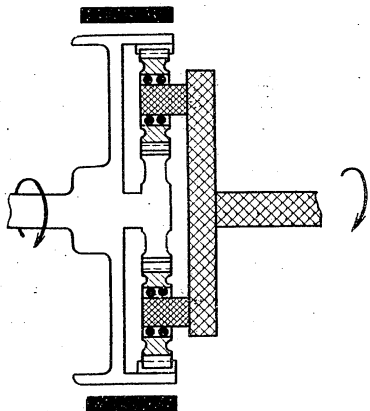




а



б



в

Рис. 75. Схема планетарного ряда:

1 — эпициклическая шестерня; 2 — солнечная шестерня; 3 — сателлиты; 4 — водило

зывается вдвое меньшей, чем окружная скорость вращения солнечной шестерни, и направленной в ту же сторону. Таким образом, планетарный механизм, уменьшая число оборотов, передает вращение ведомому механизму.

Теперь допустим, что эпициклическая шестерня расторможена и жестко связана с солнечной шестерней (см. рис. 75, в). В этом случае

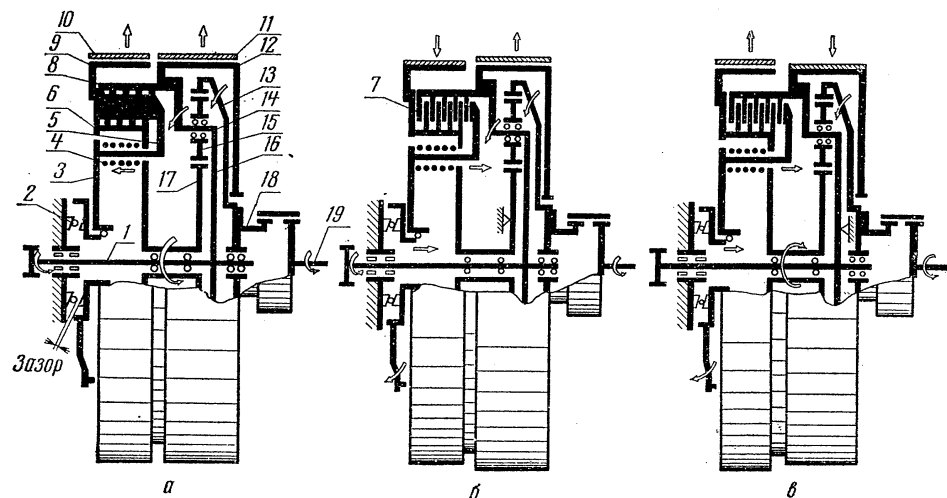


Рис. 76. Планетарный механизм поворота:

*а* — в исходном положении (1 — ведущий вал бортовой передачи; 2 — механизм выключения блокировочного фрикциона; 3 — отжимной диск; 4 — пружина; 5 — нажимной диск; 6 — внутренний барабан; 7 — диски; 8 — наружный барабан; 9 — барабан тормоза поворота; 10 — лента тормоза поворота; 11 — лента останочного тормоза; 12 — барабан останочного тормоза; 13 — эпициклическая шестерня; 14 — ось сателлита; 15 — сателлит; 16 — водило; 17 — солнечная шестерня; 18 — зубчатая ступица ПМП; 19 — главный вал коробки передач); *б* — в первом положении; *в* — во втором положении

сателлиты не могут вращаться на своих осях, так как они заклинены между солнечной и эпициклической шестернями. Планетарный механизм, вращаясь как одно целое, передает вращение ведомому механизму, не изменяя числа оборотов.

На танке Т-54 между коробкой передач и бортовыми передачами установлены двухступенчатые планетарные механизмы поворота (ПМП). Каждый из них состоит из планетарного однорядного редуктора, блокировочного фрикциона и двух тормозов — поворота и останочного (рис. 76). Этот механизм обеспечивает прямую, а при затянутом тормозе поворота и выключенном блокировочном фрикционе замедленную (в 1,42 раза) передачу вращения от главного вала коробки передач к ведущему валу бортовой передачи, а также отключение

бортовой передачи, а следовательно, и ведущего колеса от коробки передач.

Ведущим элементом планетарного ряда механизма поворота является эпициклическая шестерня, ведомым — водило, тормозным — солнечные шестерни. Эпициклическая шестерня установлена на двух шарикоподшипниках, напрессованных на ступицу водила, и болтами соединена с зубчатой ступицей ПМП, которая зубчатой муфтой в свою очередь связана с главным валом коробки передач. Водило шлицованной ступицей соединяется с валом бортовой передачи. К диску водила болтами прикреплен барабан остановочного тормоза, выполненный заодно с наружным барабаном блокировочного фрикциона. В корпусе водила имеются окна для четырех сателлитов, установленных на осях и вращающихся на шарикоподшипниках. Зубья сателлитов находятся в зацеплении с эпициклической шестерней и солнечной, которая на двух шарикоподшипниках смонтирована на ведущем валу бортовой передачи. Солнечная шестерня изготовлена заодно с внутренним барабаном блокировочного фрикциона. К ней присоединен барабан тормоза поворота.

Для смазки шестерен и подшипников планетарный редуктор заправляется маслом через отверстие, закрываемое пробкой.

Блокировочный фрикцион блокирует (соединяет) солнечную шестерню с водилом и разъединяет их при переходе на замедленную передачу и торможение. Этот фрикцион включает в себя наружный и внутренний барабаны, диски трения, нажимной и отжимной диски с пальцами и пружинами и механизм выключения. Наружный барабан связан с водилом. С его внутренними зубьями в постоянном зацеплении находятся диски трения, имеющие наружные зубья. Внутренний барабан связан с солнечной шестерней и находится в постоянном зацеплении с дисками трения, имеющими внутренние зубья. С внутренним барабаном связаны нажимной диск и жестко соединенный пальцами отжимной диск. Усилия пружин от отжимного диска через пальцы и нажимной диск передаются дискам трения. Сжимаясь, диски обеспечивают блокирование солнечной шестерни с водилом.

Механизм выключения блокировочного фрикциона имеет подвижную и неподвижную чашки и три шарика. Неподвижная крепится к картеру бортовой передачи, подвижная впрессована во внутреннее кольцо шарикоподшипника, установленного в отжимном диске. Эта чашка поводком соединяется с тягой привода управления.

Между чашками, в лунках, помещаются три шарика. При включении фрикциона между шариками и лунками образуется осевой зазор величиной 0,9—1,2 мм, обеспечивающий полную выключения фрикциона и длительную его работу без пробуксовки. При отсутствии этого зазора фрикцион пробуксовывает.

Тормоз поворота предназначен для торможения и остановки солнечной шестерни при включении замедленной передачи в планетарном механизме поворота.

Ленточный плавающий тормоз состоит из тормозного барабана, жестко прикрепленного к внутреннему барабану блокировочного фрикциона, и тормозной ленты плавающего типа. Такие тормоза обладают свойством самозатягивания. Происходит это так. Как только тормозная лента коснется барабана, он увлекает ее в направлении своего вращения. Натяжение увеличивается, а следовательно, увеличивается и сила торможения. Самозатягивание плавающей ленты при различных направлениях вращения тормозного барабана обеспечивается благодаря тому, что пальцы лент свободно перемещаются в фигурных прорезях кронштейна тормоза.

На рис. 77 показана схема работы тормоза. Если тормозной барабан вращается влево, то лента перемещается в направлении его вращения,

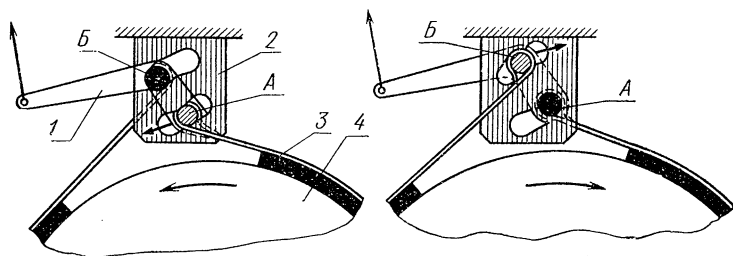


Рис. 77. Схема работы тормоза:

1 — двухплечий рычаг; 2 — кронштейн; 3 — тормозная лента; 4 — тормозной барабан; 5 — А и Б — пальцы

пока палец Б не упрется в стенку верхней прорези. Другой конец ленты затягивается относительно пальца Б под действием усилия, приложенного механиком-водителем к двухплечему рычагу, и силы трения.

При обратном вращении тормозного барабана лента также перемещается в направлении его вращения, пока палец А не упрется в стенку нижней прорези. Затягивается она под действием тех же усилий, что и в первом случае, но только осью поворота двухплечего рычага является палец А.

Остановочный тормоз служит для торможения танка, удержания его на подъемах и спусках, а также для торможения одной из гусениц при повороте с радиусом, равным ширине колеи. Этот тормоз работает в более тяжелых условиях, чем тормоз поворота. На него воздействуют большие усилия и работает он с большим буксованием. Поэтому лента остановочного тормоза шире, чем лента тормоза поворота. В остальном ленты обоих тормозов одинаковы. Применение плавающей ленты дает возможность уменьшить усилия, прилагаемые к рычагам управления и, таким образом, облегчает работу механика-водителя при пользовании тормозами.

Механизмами поворота и остановочными тормозами управляет механик-водитель с помощью рычагов. Для внезапной остановки,

удержания танка на подъемах и спусках, а также для замедления движения перед препятствием остановочные тормоза снабжены дополнительным приводом, действующим от ножной педали.

Планетарные механизмы поворота могут находиться в трех положениях: исходном, первом и втором. В исходном положении (рис. 76, а) рычаги управления занимают исходное крайнее переднее положение и удерживаются сервопружинами. Блокировочный фрикцион включен, тормоз поворота и остановочный тормоз отпущены. Так как солнечная шестерня и водило заблокированы, то эпициклическая шестерня, соединенная с главным валом коробки передач, вращает планетарный механизм вместе с валом бортовой передачи как одно целое. Танк движется прямолинейно со скоростью, определяемой включенной передачей в коробке передач.

В первом положении ПМП (рис. 76, б) рычаги привода управления занимают первое фиксированное положение. Блокировочный фрикцион выключен, тормоз поворота затянут, остановочный тормоз отпущен. Солнечная шестерня отключена от водила и остановлена тормозом поворота. Сателлиты под воздействием эпициклической шестерни вращаются относительно своих осей и одновременно вокруг неподвижной солнечной шестерни, совершая так называемое планетарное движение. Сателлиты увлекают за собой водило и оно вращается в 1,42 раза медленнее главного вала коробки передач. Следовательно, скорость танка уменьшается в 1,42 раза и тяговые усилия на ведущих колесах увеличиваются во столько же раз.

Таким образом, при первом положении ПМП тяговое усилие на ведущих колесах возрастает, чем и пользуются во время преодоления небольших препятствий, когда требуется кратковременное увеличение тягового усилия на ведущих колесах. Если в первое положение поставить один рычаг управления, а другой оставить в исходном положении, то танк будет поворачиваться с большим постоянным радиусом в сторону отстающей гусеницы.

При втором положении ПМП (рис. 76, в) рычаги управления находятся во втором (крайнем заднем) положении. Блокировочный фрикцион выключен, тормоз поворота отпущен, остановочный тормоз затянут. В результате затягивания тормозной ленты остановочного тормоза происходит остановка водила, а значит и гусеницы. Сателлиты вращаются вокруг неподвижных осей под действием эпициклической шестерни. Солнечная же шестерня вращается вхолостую в обратную сторону, так как тормоз поворота отпущен и крутящий момент не передается от эпицикла на водило. В этом случае происходит резкое торможение танка, а если затянут один остановочный тормоз — поворот с радиусом, равным ширине колеи. Если в это время рычаг управления со стороны забегающей гусеницы установлен в первое положение, то поворот значительно облегчается, так как на забегающей гусенице возрастает тяговое усилие.

Ленты остановочных тормозов обоих ПМП могут быть затянуты при нажатии на педаль без предварительного выключения блокировочных фрикционов. Педаль можно зафиксировать в нажатом положении специальной защелкой, и тогда танк будет удерживаться на подъеме или спуске.

Таким образом, двухступенчатый механизм поворота по сравнению с бортовым фрикционом является более совершенным. Он значительно снижает непроизводительные затраты мощности на трение, возникающее в тормозе при повороте, а также позволяет при прямолинейном движении увеличить тяговое усилие на гусеницах без переключения передач. Все это обеспечивает повышение средней скорости и запаса хода танка.

#### 4. БОРТОВЫЕ ПЕРЕДАЧИ

Для постоянного увеличения крутящего момента, передаваемого от механизмов поворота ведущим колесам танка, предназначены бортовые передачи. Они представляют собой понижающие зубчатые редукторы с постоянным передаточным числом. Без них управлять механизмами поворота и тормозами, рассчитанными на большие крутящие моменты, было бы очень трудно. Бортовые передачи, кроме того, позволяют рассчитывать все агрегаты силовой передачи на передачу меньшего крутящего момента и, таким образом, уменьшать их размеры и вес.

Теоретически целесообразно передаточное число бортовых передач увеличивать за счет уменьшения передаточного числа других агрегатов и повышения числа оборотов их валов, делая в коробке передач даже повышающие передачи. Практически же число оборотов валов ограничивается работоспособностью подшипников качения. Поэтому в современных танках передаточное число бортовых передач находится в пределах 5—15.

Так как бортовые передачи размещены снаружи корпуса танка, то они должны быть мало уязвимы от огня противника. Это требование достигается путем размещения бортовых передач в кормовой части танка и изготовления их картеров из броневой стали. Существенное влияние на надежность работы бортовой передачи оказывает способ установки ведущего колеса. Если ведущее колесо устанавливается непосредственно на шлицах ведомого вала бортовой передачи, то этот вал не только передает крутящий момент, но и воспринимает изгибающие нагрузки от ведущего колеса. Такая бортовая передача является неразгруженной. При установке ведущего колеса на специальном кронштейне бортовой передачи ведомый вал передает только крутящий момент, а изгибающие нагрузки от ведущего колеса воспринимаются кронштейном. Такие бортовые передачи называются разгруженными. Конструктивно они сложнее неразгруженных и применяются поэтому реже.

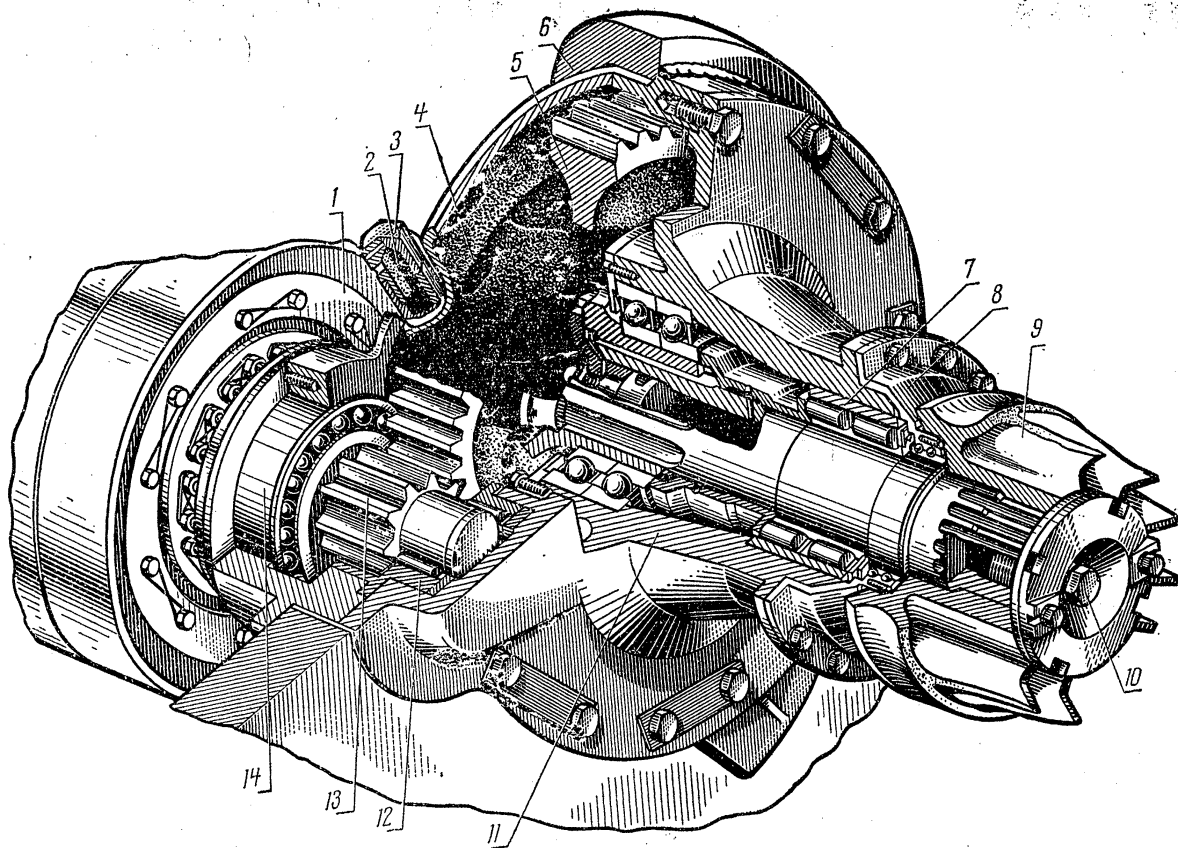


Рис. 78. Бортовая передача:

1 — планетарный механизм поворота; 2 — сапун; 3 — коробка; 4 — картер; 5 — ведомая шестерня; 6 — броневая накладка картера; 7 — двухрядный роликоподшипник; 8 — крышка уплотнения; 9 — ступица ведущего колеса; 10 — пробка заправочного отверстия; 11 — крышка бортовой передачи; 12 — обойма роликоподшипника; 13 — ведущий вал с шестерней; 14 — роликоподшипник

Бортовая передача танка Т-54 однорядная, неразгруженная (рис. 78). Представляет собой шестеренчатый редуктор с внешним зацеплением и передаточным числом, равным 6,78. Она состоит из картера, крышки, ведущего вала и ведомого вала с ведомой шестерней.

В картере, который введен в корпус танка, расточено гнездо под двухрядный сферический роликовый подшипник и сделаны два отверстия для заправки и слива смазки. Закрывается картер броневой перевернутой болтами крышкой. В ней расточены гнезда для опор ведомого вала с ведомой шестерней и для обоймы роликового подшипника ведущего вала.

Ведущий вал выполнен заодно с шестерней и смонтирован в картере на двухрядном сферическом роликовом подшипнике и в крышке картера на таком же подшипнике. Сферический двухрядный роликовый подшипник воспринимает, кроме радиальных нагрузок от шестерни, все осевые и радиальные нагрузки от ПМП, установленного на хвостовике ведущего вала.

Ведомый вал — полый, шлифованный с обеих сторон. На одном его конце посажено ведущее колесо, на другом — ведомая шестерня. Установлен в крышке бортовой передачи на двух шариковых подшипниках, воспринимающих, кроме радиальных, осевые нагрузки от ведущего колеса, а также на двухрядном роликовом подшипнике, воспринимающем только радиальные нагрузки.

Ведущий вал бортовой передачи передает крутящий момент от ПМП на ведомый вал и жестко связанное с ним ведущее колесо гусеничного движителя. Смазка подшипников и зубьев шестерен обеспечивается способом разбрызгивания при вращении ведомой шестерни, нижняя часть которой погружена в смазку.

## Глава VII. ХОДОВАЯ ЧАСТЬ

Ходовая часть, состоящая из гусеничного движителя и подвески, обуславливает одно из важнейших боевых качеств танка — его проходимость, способность двигаться по любой местности, преодолевать естественные и искусственные препятствия.

### 1. ГУСЕНИЧНЫЙ ДВИЖИТЕЛЬ

Детали и механизмы, преобразующие вращательное движение ведущих колес в поступательное движение танка, в своей совокупности представляют собой гусеничный движитель. Он обеспечивает танку небольшое удельное давление на грунт — давление, приходящееся на  $1\text{ см}^2$  площади опоры танка и, следовательно, высокую проходимость. У современных средних танков удельное давление



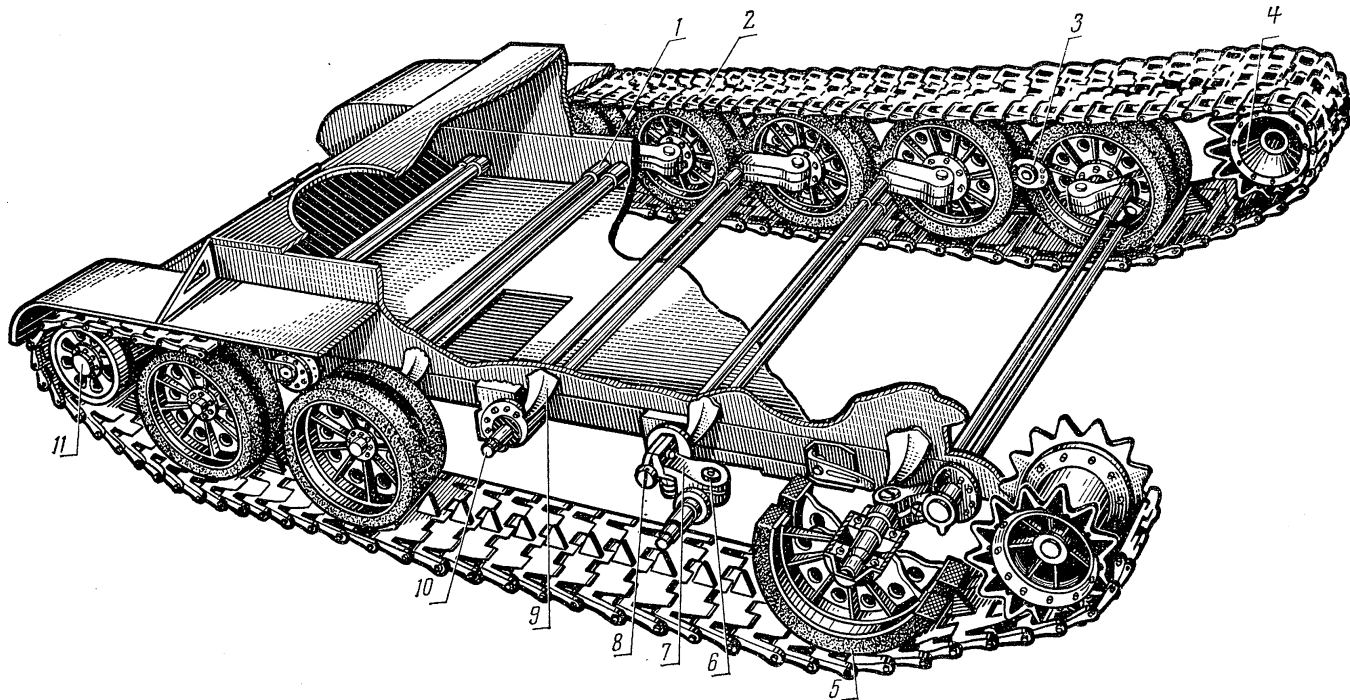


Рис. 79. Ходовая часть:

1 — кронштейн балансира; 2 — гусеница; 3 — амортизатор; 4 — ведущее колесо; 5 — опорный каток; 6 — буфер; 7 — балансира; 8 — опора балансира; 9 — упор; 10 — торсионный вал; 11 — направляющее колесо

составляет  $0,8—0,85 \text{ кг/см}^2$ , у легких —  $0,5—0,6 \text{ кг/см}^2$ . Для сравнения укажем, что у большинства грузовых автомобилей оно в 4—8 раз больше.

Гусеничный движитель (рис. 79) состоит из гусеничных цепей (гусениц), ведущих колес, опорных катков и направляющих колес с натяжными устройствами. На некоторых танках имеются еще и подерживающие катки.

Основным элементом движителя являются гусеницы, создающие необходимую опорную поверхность. Они собираются из отдельных звеньев, называемых траками, и шарнирно соединяются между собой пальцами. По конструкции шарнирных соединений гусеницы современных танков выполняются

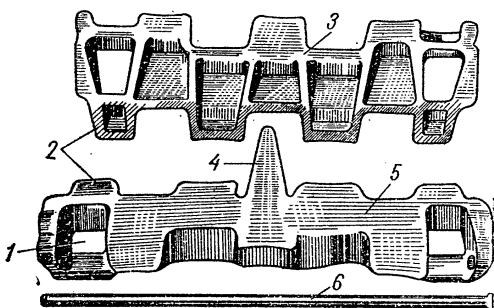


Рис. 80. Трак и палец:

1 — окно трака; 2 — проушина трака; 3 — грунтозацеп; 4 — гребень; 5 — беговая дорожка; 6 — палец

с открытыми металлическими и резинометаллическими шарнирами.

Наиболее широкое распространение, в том числе и на танках Т-54 и ПТ-76, получили гусеницы с открытым шарниром. Они просты по конструкции, дешевы в изготовлении и легко заменяемы.

На рис. 80 показан трак гусеницы танка Т-54. Каждый такой трак имеет два окна. В них входят зубья ведущего колеса, перематывающего гусеничную цепь по опорным каткам и направляющему колесу. Наружная поверхность траков рельефная, благодаря чему обеспечивается хорошее сцепление с грунтом. Внутренняя — гладкая по обе стороны гребня. Она образует беговую дорожку для опорных катков. Гребни направляют гусеницу по опорным каткам и не дают ей спадать. У танка ПТ-76 одинарные опорные катки. Поэтому его траки имеют по бокам два гребня.

В проушинах трака сделаны отверстия для пальцев, соединяющих траки между собой. Головка пальца не дает ему выйти из проушины наружу. В случае выхода пальца в сторону борта он при перематывании гусеницы возвращается в исходное положение специальными отбойными кулаками, укрепленными на крышке бортовой передачи и бортовом листе корпуса.

Гусеницы с открытым шарниром быстро изнашиваются из-за того, что поверхности трения загрязняются грунтом. Абразивные частицы грунта, содержащие кварц и другие твердые вещества, интенсивно режут металл в месте сопряжения пальцев и проушин. Отрицательное влияние оказывает и коррозия поверхностей трения:

Траки гусениц работают в исключительно трудных условиях. Поэтому они обладают высокой прочностью, хорошо выдерживают ударные нагрузки и противостоят усталостному разрушению.

С увеличением скорости движения танка пропорционально ее квадрату возрастают центробежные силы, действующие на траки гусеницы. Очевидно, что величина центробежных сил зависит не только от скорости, но и от веса траков. Поэтому траки делают прочными и легкими. В качестве материала для гусениц с открытыми шарнирами применяются различные легированные стали, обладающие большой прочностью и высокой износостойкостью.

У резино-металлического шарнира в отличие от открытого между пальцем и проушиной трака возникает не трение скольжения, а трение слоев проложенной между ними резины. Благодаря этому устраняется износ пальцев и проушин, а значит увеличивается и срок службы гусеничной цепи. Гусеница с таким шарниром работает более мягко, так как резина поглощает часть энергии ударов и рывков. Повышается и коэффициент полезного действия гусеницы, так как внутреннее трение в резине меньше, чем трение в открытом шарнире.

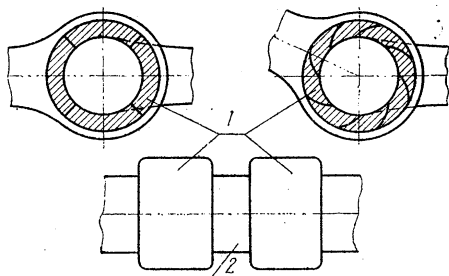


Рис. 81. Общая схема работы резино-металлического шарнира:

1 — резиновые кольца; 2 — палец

Принципиальное устройство резино-металлического шарнира показано на рис. 81. Палец и привулканизированные к нему резиновые кольца запрессованы в проушины трака. Резиновые кольца не могут проворачиваться внутри проушины. При повороте одного трака относительно другого резина закручивается. Условно это изображено на рисунке путем перехода прямых линий, нанесенных на торце резинового кольца, в спиральные.

Существующие резино-металлические шарниры работают либо по параллельной, либо по последовательной схеме. При параллельной пальцем через резиновые кольца связан с проушинами одного трака, а с другим траком связан жестко. Поэтому угол закручивания резиновых колец равен углу поворота одного трака относительно другого. При последовательной схеме палец связан резиновыми кольцами с проушинами обоих траков. В том случае, когда происходит поворот одного трака, резиновые кольца, закручиваясь в проушинах, поворачивают палец и заставляют закручиваться резиновые кольца в проушинах другого трака.

Для уменьшения напряжений, возникающих в резине во время перематывания гусеничной ленты, при сборке шарниров, работающих по любой из указанных схем, предусматривают предварительный угол

поворота одного трака относительно другого. Благодаря этому обеспечивается более благоприятный режим работы резиновых колец, так как вдвое снижается деформация резины в одном направлении.

Ведущие колеса служат для перематывания гусеничных цепей. Зацепление ведущих колес с гусеницей танков Т-54 и ПТ-76 — цевочное. Ведущим элементом служит зуб колеса, который тянет гусеницу за цевку (отверстие) трака. Цевочное зацепление обеспечивает высокую плавность перематки гусениц и меньший износ трущихся элементов.

У танка Т-54 ведущее колесо состоит из ступицы и двух зубчатых венцов, прикрепленных к фланцам ступицы болтами. Зубья колес испытывают большие напряжения при передаче усилия на гусеницу. Кроме того, они подвержены абразивному износу. Для повышения долговечности зубчатые венцы изготавливают из стали с высокими механическими свойствами, а поверхностям зубьев придают высокую твердость. При износе зубчатых венцов их заменяют, не меняя всего ведущего колеса. Устанавливается ведущее колесо на шлицах ведомого вала бортовой передачи и от осевого смещения удерживается пробкой, ввернутой в торец вала.

В процессе эксплуатации гусеничная цепь удлиняется вследствие износа шарниров, и ее необходимо периодически натягивать. Ослаблять и натягивать гусеницы приходится также во время снятия и надевания их на танк, при замене поврежденного трака, а также в зависимости от характера грунта, по которому движется танк.

При движении танка по болоту натяжение гусениц должно быть максимальным, чтобы опорные их ветви лежали на грунте подобно доскам и давление их на грунт распределялось более равномерно (верхние ветви гусениц танка Т-54 должны касаться только одного среднего опорного катка). На время движения по дорогам с твердым покрытием, а также преодоления препятствий и заграждений гусеницы натягиваются слабее (у Т-54 верхние ветви касаются трех средних опорных катков).

Отклонение натяжения гусениц в сторону уменьшения ведет к сильной вибрации гусениц и даже к их спаданию. Перетягивание гусениц приводит к излишнему расходу мощности на их перематывание и большому износу шарниров.

Направляющее колесо (рис. 82) служит для направления гусеницы при ее перематывании. Вместе с механизмом натяжения оно осуществляет натяжение и ослабление гусеницы. Это колесо установлено на короткой оси кривошипа на двух подшипниках — шариковом и двухрядном роликовом. Для удержания смазки в подшипниках имеются уплотнения. С наружной стороны к ступице диска болтами крепится броневой колпак с пробкой, через которую при необходимости заправляется смазка.

Натяжение и ослабление гусеницы осуществляется путем перемещения направляющего колеса, что делается с помощью механизма

натяжения кривошипного типа, который состоит из кривошипа и двух червячных пар. Ось кривошипа устанавливается в кронштейне, связанном к корпусу танка. Задний червяк и червячная шестерня предназначены для поворота кривошипа вокруг его оси, чем достигается изменение натяжения гусеницы. Для перемещения кривошипа относительно червячной шестерни эта шестерня свободно посажена на ось кривошипа на шлицах. Кривошип из зацепления выводится передним червяком и червячной шестерней, сидящей на оси кривошипа на резьбе.

Каждый червяк вращается в двух втулках. Хвостовики червяков заканчиваются квадратными головками, выходящими в круглые от-

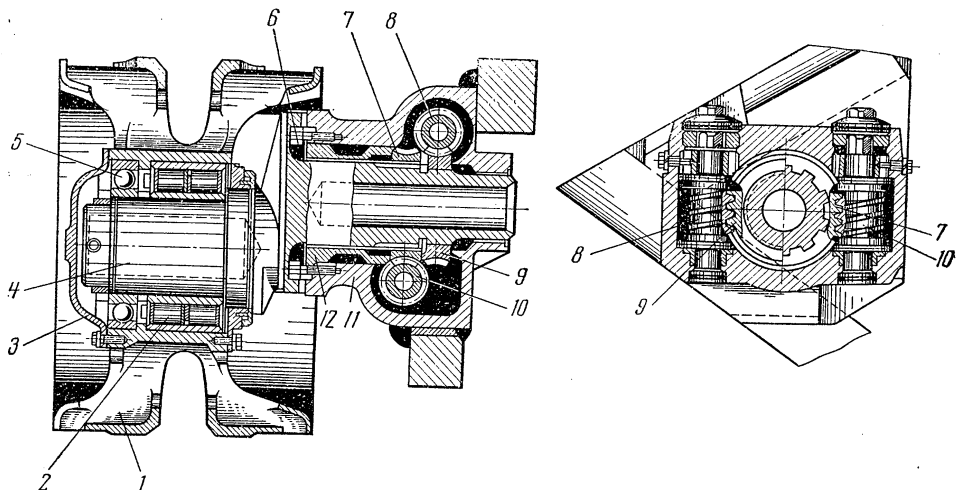


Рис. 82. Направляющее колесо:

1 — направляющее колесо; 2 — роликподшипник; 3 — броневой колпак; 4 — кривошип; 5 — шарикоподшипник; 6 — уплотнительное кольцо; 7 — червячная шестерня; 8 — червяк передний; 9 — червячная шестерня; 10 — червяк задний; 11 — кронштейн; 12 — горловина

верстия, закрываемые пробками. При натяжении гусениц эти пробки вывертывают и, вращая передний червяк, выводят из зацепления зубцы кривошипа с зубцами кронштейна. Затем, вращая задний червяк, натягивают или ослабляют гусеницы, а вращением переднего червяка вводят в зацепление зубцы кривошипа с зубцами кронштейна. Перед установкой пробок на место надо ослабить задний червяк, слегка повернув его в какую-либо сторону.

Опорные катки служат для перемещения корпуса танка по гусеничным цепям во время движения. Кроме того, опорные катки используются для направления нижней ветви гусениц. Они выполняются одинарными (на ПТ-76) или двойными (на Т-54). Их резиновые бандажи, смягчая ударные нагрузки, предохраняют гусеницу и подшипники опорных катков от разрушения, особенно при движении по твердым каменистым дорогам.

На рис. 83 показан опорный каток танка Т-54. Установлен он на оси, на шариковых и роликовых подшипниках, обеспечивающих компенсацию больших радиальных и осевых нагрузок. Для предотвра-

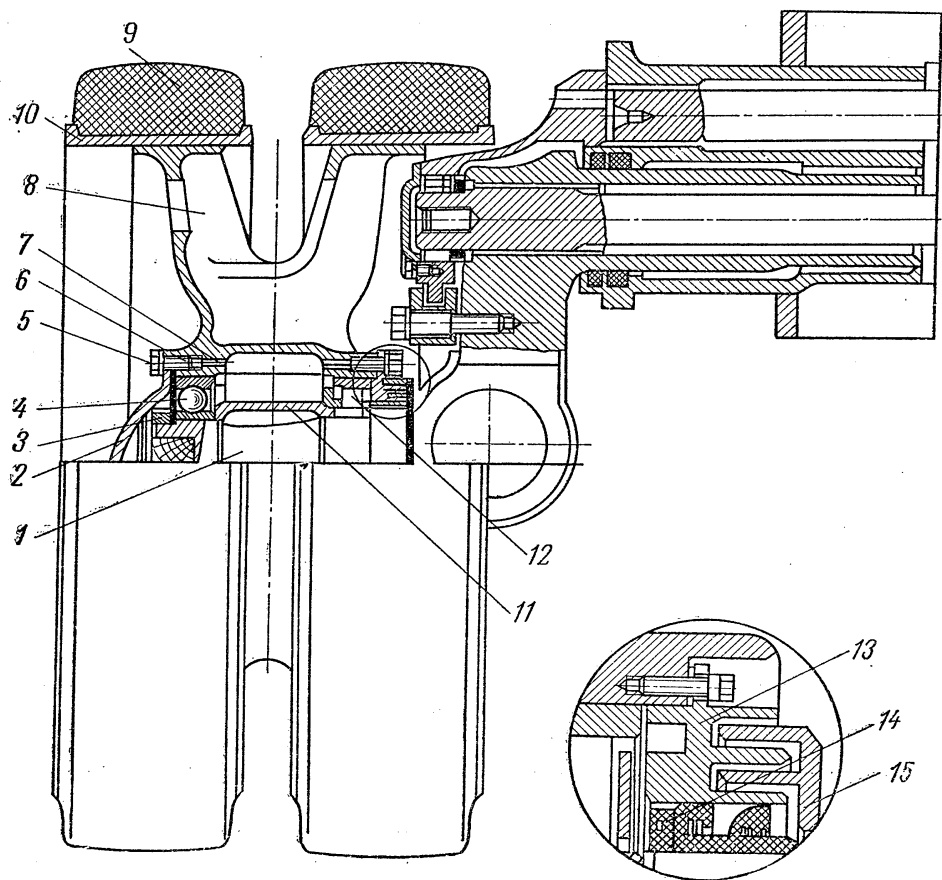


Рис. 83. Опорный каток:

1 — ось катка; 2 — броневой колпак; 3 — гайка; 4 — шарикоподшипник; 5 — болт; 6 — прокладка; 7 — отверстие для смазки; 8 — диск катка; 9 — шина; 10 — бандаж; 11 — распорная втулка; 12 — роликоподшипник; 13 — крышка лабиринтного уплотнения; 14 — самоподвижной сальник; 15 — лабиринтное кольцо

щения вытекания смазки и попадания воды, пыли и грязи полость подшипников с одной стороны закрывается крышкой, а с другой — сальниковым уплотнением. С наружной стороны ступица катка закрыта броневым колпаком, прикрепленным болтами. Два отверстия, сделанные под болты, сообщаются с внутренней полостью ступицы: через них в подшипники катка заправляется смазка.

## 2. ПОДВЕСКА

При движении танка по неровной местности его опорные катки подвергаются сильным толчкам и ударам, а корпус испытывает сильные сотрясения и колебания. Это затрудняет наводку оружия в цель и наблюдение за полем боя. Для смягчения ударов и толчков, а следовательно, и для предохранения от разрушения деталей ходовой части и некоторых расположенных в корпусе механизмов между осями опорных катков и корпусом установлена подвеска. Ее назначением является также ограничивать и гасить колебания корпуса.

К наиболее важным параметрам подвески относятся плавность хода, долговечность, простота изготовления и обслуживания. Надо сказать, что плавность хода и долговечность подвески особенно сильно влияют на средние скорости движения танка, то есть на повышение одного из главных боевых качеств танка — его подвижности.

На большинстве современных танков применяются индивидуальные (независимые) подвески, у которых каждый опорный каток связан с корпусом независимо от других опорных катков. Широко распространены торсионные подвески как наиболее надежные в работе, компактные, простые в производстве и в эксплуатации. Применявшиеся ранее подвески с винтовыми и листовыми рессорами в настоящее время встречаются редко.

Независимые подвески обладают большой потенциальной энергией, а полная их энергоемкость складывается из потенциальной энергии рессор, упругих упоров, энергоемкости амортизаторов. Таким образом, качество подвески определяется работой всех ее элементов.

Основными деталями индивидуальной торсионной подвески танка Т-54 (рис. 84) являются торсион, балансир, опора балансира, упор и гидравлический амортизатор.

Торсион — упругий элемент подвески. Он представляет собой монолитный круглый стержень, изготовленный из легированной стали, подвергшейся специальной термической обработке. Так как один конец торсионного вала неподвижно соединен с кронштейном, сваренным в корпус, а другой — с балансиром, то при наезде катка на препятствие балансир поворачивается и закручивает торсион. Происходит поглощение энергии толчка торсионом, вследствие этого смягчаются удары и толчки, воспринимаемые корпусом танка. Для удобства монтажа шлицованная головка торсиона, расположенная в оси балансира, имеет больший диаметр, чем шлицованная головка, закрепленная в кронштейне.

Балансир, выполненный заодно с осью опорного катка и осью балансира, установлен на кронштейне, в отверстие которого запрессована бронзовая втулка, и на роликовом подшипнике, помещенном в опоре, которая прикреплена к кронштейну болтами. От продольного смещения балансир удерживает опора. Выступ ее входит в паз

ограничителя, привернутого болтами к балансиру. Первый и пятый балансиры отличаются от остальных тем, что имеют проушину для соединения с рычагом амортизатора. Максимальный угол закручивания торсиона ограничивается упором и буфером балансира.

Работу подвески значительно улучшают амортизаторы. Они гасят колебания корпуса, поглощают энергию его колебательного движения и значительно уменьшают удары в упоры при движении по не-

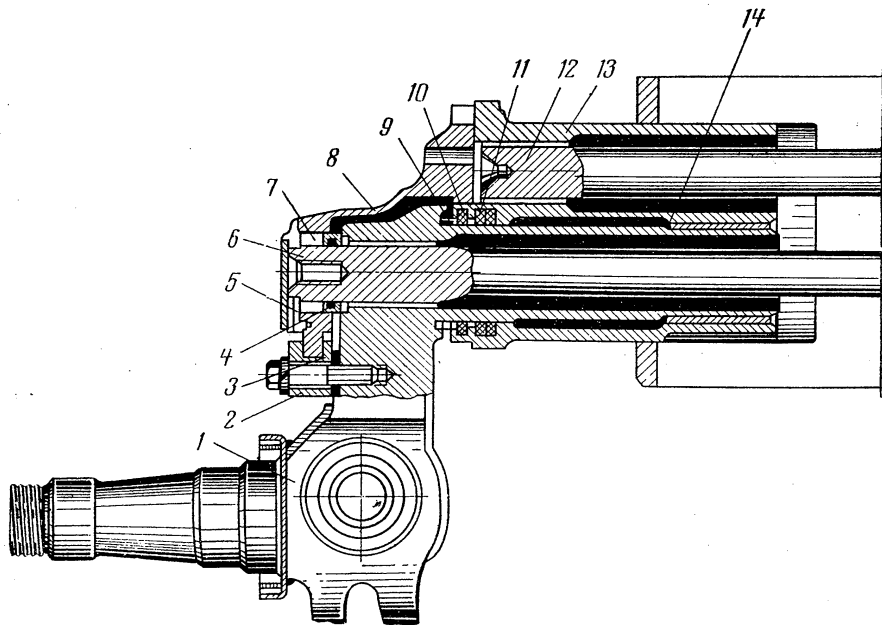


Рис. 84. Балансир с торсионным валом:

1 — балансир; 2 — ограничитель осевого перемещения; 3 — регулировочные прокладки; 4 — самоподжимной сальник; 5 — стопорное кольцо; 6 — торсионный вал (балансира левого борта); 7 — роликоподшипник; 8 — опора; 9 — пружина с шайбой; 10, 11 — войлочные сальники; 12 — торсионный вал (балансира правого борта); 13 — кронштейн балансира; 14 — втулка

ровной дороге. Принцип действия любого амортизатора, как гасителя колебаний, основан на необратимом превращении механической энергии колебательного движения танка в тепловую энергию посредством трения. По виду трения амортизаторы делятся на механические и гидравлические.

На современных танках наибольшее распространение получили гидравлические амортизаторы, в которых жидкость перекачивается через малые отверстия из одной камеры в другую. Устанавливаются они у крайних опорных катков, наиболее удаленных от центра колебаний. Благодаря этому увеличивается эффективность гашения угловых колебаний, которые особенно отрицательно влияют на ведение прицельного огня из танкового оружия с ходу.



В зависимости от характера силы сопротивления амортизаторы бывают одностороннего и двухстороннего действия. Первые поглощают энергию только при обратном ходе катка (от корпуса танка), и энергия толчка воспринимается подвеской. Гашение же колебаний происходит только за счет сопротивления амортизатора при ходе катка от корпуса танка.

Амортизатор двухстороннего действия поглощает энергию как при прямом (к корпусу танка), так и при обратном ходе катка. Этот амортизатор увеличивает жесткость подвески, но значительно быстрее гасит колебания корпуса танка. Благодаря этому качеству он и нашел более широкое применение на современных танках.

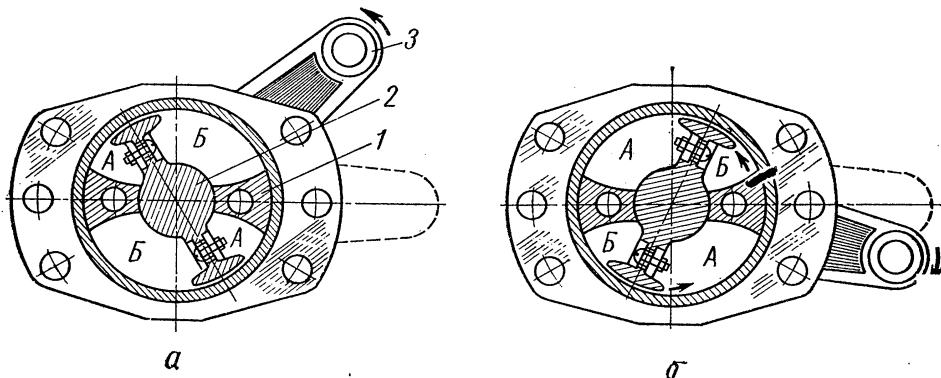


Рис. 85. Схема работы амортизатора:  
1 — перегородка; 2 — вал с лопастями; 3 — рычаг; А и Б — камеры

Рабочей жидкостью гидравлических амортизаторов служат смеси глицерина со спиртом, масел и другие смеси, вязкость которых мало зависит от изменения температуры.

По своему устройству амортизаторы выполняются телескопическими, рычажно-поршневыми и рычажно-лопастными. На танке Т-54 установлен рычажно-лопастной двухсторонний гидравлический амортизатор.

Амортизатор состоит из корпуса, закрепленного на кронштейне, сваренном в борт танка, перегородки, вала с лопастями, крышки и рычага (рис. 85). Неподвижная перегородка и лопасть делят внутреннюю полость амортизатора на четыре камеры. На выступающем конце вала лопасти крепится рычаг, связанный с помощью серьги с балансиром опорного катка. При движении катка вверх балансир через серьгу поворачивает рычаг и соединенный с ним вал с лопастями против часовой стрелки (рис. 85, а). Под давлением, которое создается в камерах А, открываются рабочие клапаны, и жидкость через отверстия перетекает в камеры Б, создавая сопротивление прямому ходу катка.

Во время движения катка вниз (рис. 85, б) лопасти поворачиваются в обратном направлении (по часовой стрелке) и давление созда-

ется в камерах Б. Клапаны закрываются, плотно прижимаясь к своим гнездам, и жидкость проталкивается в камеры А через радиальные и торцевые зазоры между лопастями и корпусом амортизатора. Таким образом, при обратном ходе катка создается сопротивление. Эти силы сопротивления перемещению катка вверх и вниз гасят колебания корпуса танка.

Чтобы уменьшить силу толчков, воздействующих на корпус, в конструкции амортизатора предусмотрено следующее. Рабочие клапаны лопастей перепускают жидкость через отверстия лишь при перемещении балансира вверх. Благодаря этому сопротивление амортизатора при движении катка вверх оказывается меньше, чем сопротивление при его движении вниз.

### 3. ВОДОМЕТНЫЙ ДВИЖИТЕЛЬ

Плавающие танки оснащены специальными водометными движителями, создающими силу, необходимую для преодоления сопротивления воды и осуществления поступательного движения. По принципу действия такие движители относятся к движителям гидрореактивного типа. Они создают тягу непрерывным отбрасыванием воды в направлении, противоположном движению танка, а величина этой реактивной тяги зависит от количества и скорости отбрасываемой воды. Чем больше реактивная сила, тем выше и скорость движения машины на воде.

Водометные движители не имеют движущихся частей снаружи корпуса машины, что очень важно для их сохранности как при движении по суше, так и на плаву, и особенно на мелководье. Для предохранения движителя от поломок приемное отверстие водомета снабжено защитной решеткой, препятствующей засасыванию в движитель посторонних предметов.

На плавающем танке ПТ-76 в силовом отделении вдоль бортов расположены два водометных движителя. Каждый из них имеет водяной насос, приемный патрубок, водопроточную трубу, два патрубка, заслонку карданного вала и трубу заднего хода (рис. 86). Заборный патрубок прикреплен к днищу танка и закрыт защитной решеткой.

Водяной насос состоит из корпуса, отлитого заодно с лопатками направляющего аппарата, одноступенчатого редуктора и рабочего колеса. Направляющий аппарат служит для выпрямления вращающегося потока воды, что уменьшает потери на трение.

Корпус насоса является соединительным звеном между приемным патрубком и водопроточной трубой. В корпусе установлены рабочее колесо и привод к нему. Рабочее колесо — стальное с пятью профилированными лопастями, отлитыми заодно со ступицей. Вместе с ведомой шестерней оно установлено на шариковом и роликовом подшипниках, наружные обоймы которых смонтированы в стакане и закреплены к картеру редуктора.

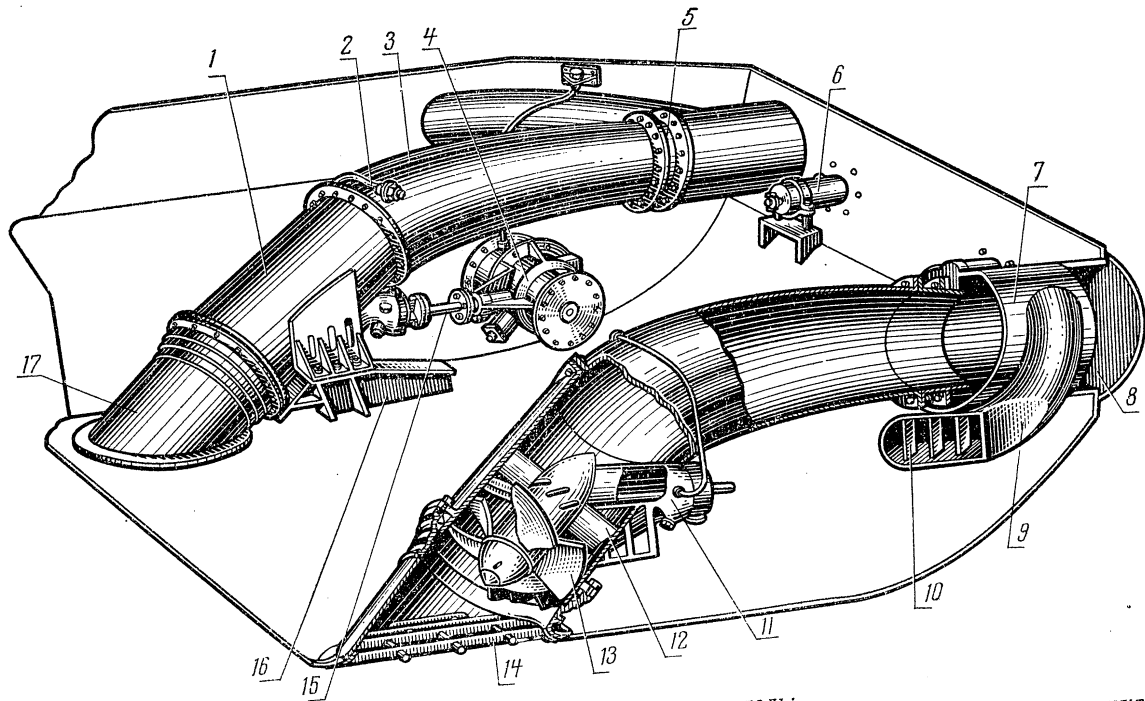


Рис. 86. Водометный движитель:

1 — корпус водяного насоса; 2 — трубка для заправки смазки; 3 — водопроводная труба; 4 — внутренний редуктор; 5 — сопловой патрубков; 6 — корпус привода к заслонке; 7 — кормовой патрубков; 8 — заслонка; 9 — труба заднего хода; 10 — броневая перегородка; 11 — картер привода; 12 — лопасти направляющего аппарата; 13 — рабочее колесо; 14 — решетка; 15 — карданный вал; 16 — постамент; 17 — приемный патрубков

Ведущая шестерня редуктора установлена на шлицевом конце вала и вращается в шариковом подшипнике. На шлицах второго конца вала посажена вилка кардана. На ее ступицу напрессована внутренняя обойма шарикоподшипника. Наружная его обойма смонтирована в стакане, который прикреплен шпильками к картеру редуктора.

В водопроточную систему входит водопроточная труба, сопловой и кормовой патрубки и труба заднего хода. Водопроточная труба переменного сечения: ее диаметр на входе 350 мм, на выходе 235 мм. Кормовой патрубок расположен на кормовом листе корпуса. К нему приварена труба заднего хода с направляющими пластинками. Выходное отверстие патрубка перекрывается заслонкой, благодаря чему обеспечивается управление танком при движении на плаву. Каждая заслонка имеет свой привод управления, состоящий из рычага управления, соединительных мостиков, рычага валика заслонки и соединительных тяг.

Включаются и выключаются водометные движители с помощью рычагов управления внутренних редукторов. Когда рычаг управления находится в положении «включено», вращение от ведущего вала внутреннего редуктора передается через муфту переключения, пару конических шестерен, карданный вал и одноступенчатый редуктор на рабочее колесо водяного насоса. Вода, забираемая насосом, проходит через решетку, направляющий аппарат, водопроточную систему и при открытой заслонке с большой скоростью выбрасывается через кормовой патрубок. При этом создается реактивная сила,двигающая танк вперед. Скорость на плаву достигает 10 км/час.

Если же кормовые патрубки закрыты, то вода через трубы заднего хода выбрасывается в сторону носовой части танка под небольшим углом к его продольной оси. Танк при этом движется назад. При перекрытии заслонкой одного из кормовых патрубков танк поворачивается. Перекрытие левого патрубка обеспечивает поворот налево, перекрытие правого — поворот направо. Полностью закрытому патрубку соответствует наименьший радиус поворота.

## Глава VIII. ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЕ

### 1. ИСТОЧНИКИ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ЭНЕРГИИ

#### Танковый генератор

Всякий электромеханический генератор электрического тока представляет собой машину, в которой механическая энергия вращения преобразуется в электрическую. Работа такой машины основана на использовании электромагнитной индукции. Суть этого явления состоит в следующем. Если в магнитное поле, созданное двумя постоянными магнитами, ввести виток провода и начать вращать, в продольных

его сторонах будет наводиться электродвижущая сила (э. д. с.). Так как стороны витка ( $a - б$  и  $в - г$ ) при вращении непрерывно переходят от одного полюса к другому, э. д. с. периодически меняет величину и направление. Применяя коллектор (разрезное кольцо) и щетки, можно получить постоянную по величине и направлению э. д. с. (рис. 87). Однако напряжение, генерируемое этим простейшим при-

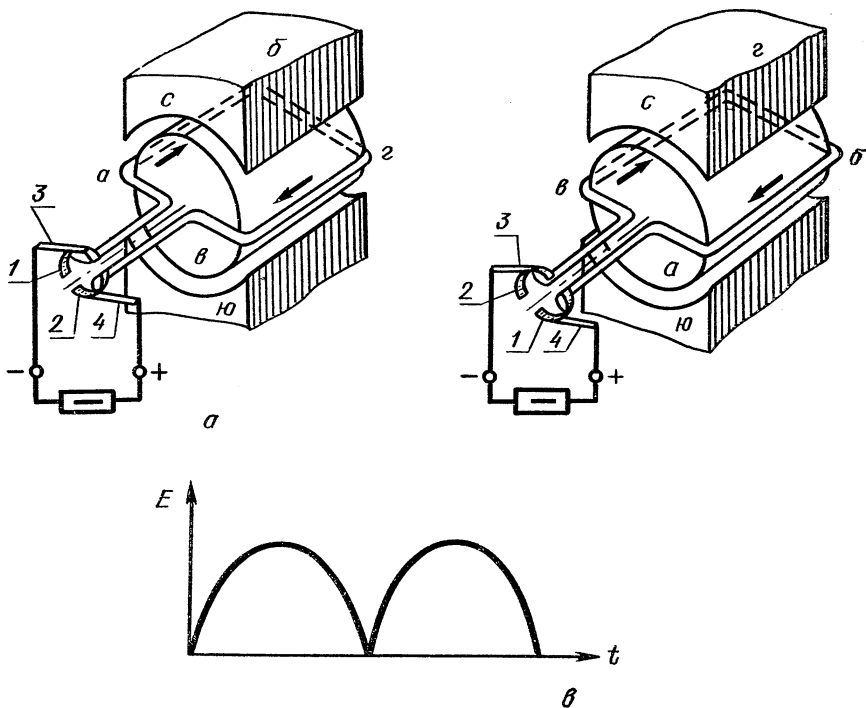


Рис. 87. Схема работы простейшего генератора постоянного тока:

1 и 2 — полукольца; 3 и 4 — щетки

бором постоянного тока имеет пульсирующий характер. Уменьшить величину пульсации удастся благодаря большому количеству витков, равномерно распределенных по окружности. Соответственно увеличивается и количество коллекторных пластин.

В генераторах постоянного тока проводник, в котором индуцируется э. д. с., размещен в пазах металлического якоря. Магнитный поток создается электромагнитами, металлические полюсы которых укреплены к корпусу генератора. Таким образом, якорь, полюсы и металлический корпус генератора представляют собой единый магнитопровод.

На полюсах, их как правило несколько, размещены обмотки возбуждения. Ток в них поступает либо от постороннего источника (гене-

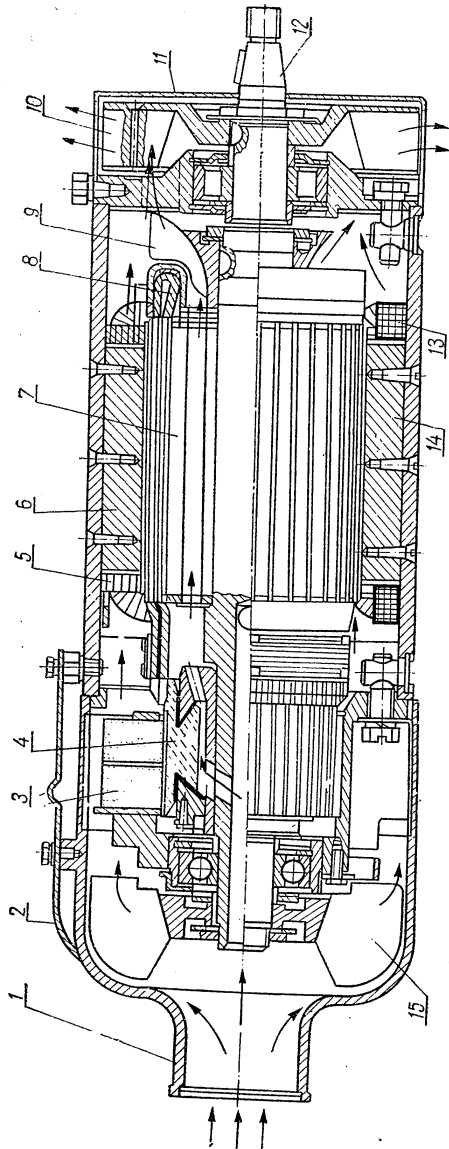


Рис. 88. Танковый генератор Г-6,5;

- 1 — патрубков; 2 — теплозащитный экран; 3 — щетки; 4 — коллектор; 5 — обмотка дополнительных полюсов; 6 — дополнительный полюс; 7 — корпус; 8 — обмотка якоря; 9 — вентилятор-мешалка; 10 — центробежный вентилятор; 11 — кожух; 12 — вал якоря; 13 — обмотка возбуждения; 14 — главный полюс; 15 — осевой вентилятор

ратор с независимым возбуждением), либо из якоря собственного генератора (генератор с самовозбуждением). У танковых генераторов обмотка присоединяется параллельно обмотке якоря. Такие машины называют генераторами с параллельным возбуждением (шунтовыми).

Полюсы и корпус генератора, как правило, сохраняют остаточный магнетизм. С началом вращения якоря в его обмотке под действием остаточного магнетизма наводится э. д. с. и в обмотке возбуждения появляется электрический ток, который усиливает магнитный поток возбуждения. Это в свою очередь влечет за собой увеличение э. д. с. в обмотке якоря и напряжения на выходе генератора. Иными словами, происходит своеобразная цепная реакция, процесс самовозбуждения. Длится он всего несколько секунд, в течение которых на выходе генератора устанавливается напряжение, пропорциональное скорости вращения якоря и величине магнитного потока, создаваемого обмоткой возбуждения.

Общее представление об устройстве танкового генератора можно получить, взглянув на его чертеж (рис. 88). Генератор имеет закрытое исполнение — все его узлы, расположенные внутри корпуса, защищены от попадания пыли и грязи. Корпус изготовлен из стальной трубы. Внутри его установлены основные полюсы, на которых размещены катушки с обмоткой возбуждения, и дополнительные полюсы, обмотка которых способствует уменьшению искрения, возникающего под щетками.

В подшипниках вращается стальной вал якоря. На вал напрессован сердечник, набранный из тонких пластин специальной электро-технической стали. В пазы сердечника уложены секции обмотки якоря. На вал напрессован и коллектор — набор медных пластин, изолированных одна от другой. К ним присоединены витки обмотки якоря. С полированной поверхностью коллектора соприкасаются щетки, предназначенные для съема электрического тока. Плюсовые щетки соединены с клеммой на корпусе генератора, минусовые — с корпусом генератора (массой).

Охлаждается генератор потоком воздуха, направляемым внутрь корпуса. Нагнетающий вентилятор засасывает воздух через патрубок, снабженный фильтром. Затем под воздействием вентилятора-крыльчатки и центробежного вентилятора воздух просасывается через кольцевую полость в коллектор, далее он идет по каналам в якоре и выбрасывается наружу. Как видим, воздух движется в полости генератора практически прямолинейно. Благодаря этому удастся не только обеспечить весьма интенсивное охлаждение, но и при сравнительно небольших размерах генератора получить значительные мощности.

### **Стартерная аккумуляторная батарея**

Аккумулятор представляет собой источник электрической энергии многократного действия. Он способен за счет происходящих в нем электрохимических процессов длительное время сохранять накоп-

ленную энергию, отдавать ее в процессе разряда, питая сравнительно мощные потребители, и вновь восстанавливать свою работоспособность в процессе заряда.

Опустив две свинцовые пластины в сосуд с электролитом — слабым раствором серной кислоты в воде — можно получить прибор, называемый аккумулятором. Через некоторое время поверхности обеих пластин покроются тонким слоем соли сернокислого свинца, так называемого сульфата свинца ( $PbSO_4$ ). Такой прибор еще не способен давать электрический ток. Его необходимо зарядить. Для этого одну пластину соединяют с положительным, а другую с отрицательным полюсом генератора постоянного тока. По мере заряда аккумулятора поверхность пластины, соединенной с положительным полюсом источника тока, покрывается темнокоричневой массой — двуокисью свинца ( $PbO$ ), а поверхность другой пластины — светлосерой массой — губчатым свинцом ( $Pb$ ). Процесс заряда прекращается, как только весь сульфат свинца обеих пластин перейдет в активную массу — двуокись свинца и губчатый (пористый) свинец.

В составе электролита заряженного аккумулятора благодаря разведению (диссоциации) части молекул серной кислоты имеются положительно заряженные ионы водорода  $H^+$  и отрицательные ионы кислотного остатка  $SO_4^{--}$ .

В результате взаимодействия ионов серной кислоты с активной

массой пластин происходит их электризация. На положительной пластине образуется недостаток электронов, а на отрицательной — избыток. Если к пластинам подключить нагрузку, скажем, лампу накаливания, то по этой цепи электроны с отрицательной пластины устремятся к положительной. Так реализуется потенциальная э. д. с. аккумулятора, полученная в ходе электрохимических реакций.

Процесс, который протекает в аккумуляторе после включения нагрузки, называется разрядом (рис. 89). Он характеризуется тем, что активные массы пластин вступают в реакцию с ионами  $\text{SO}_4^{--}$ . На обеих пластинах образуется сульфат свинца —  $\text{PbSO}_4$ . В электро-

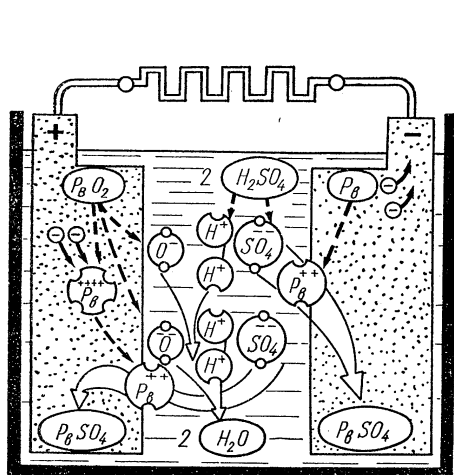


Рис. 89. Разряд аккумулятора

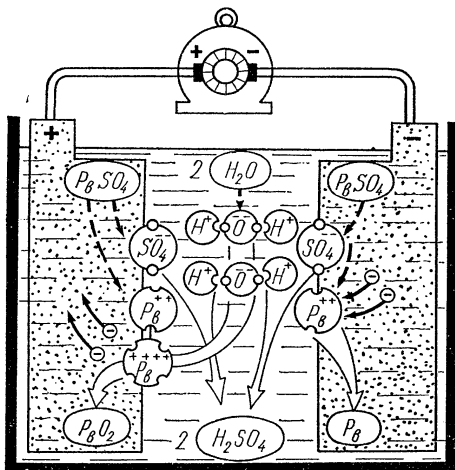


Рис. 90. Заряд аккумулятора

лите происходит соединение положительных ионов водорода  $\text{H}^+$  с высвобождающимися с положительной пластины отрицательными ионами кислорода  $\text{O}^{--}$ . В итоге образуется молекулы воды  $\text{H}_2\text{O}$ .

Заметим, что во время разряда часть серной кислоты замещается водой и, следовательно, плотность электролита уменьшается. Это позволяет судить о степени разряженности аккумулятора.

В конце разряда плотность электролита становится минимальной, а количество активной массы как на положительной, так и на отрицательной пластинах уменьшается. Чтобы восстановить работоспособность аккумулятора, его присоединяют к источнику тока и пропускают через него ток, называемый зарядным. Положительный зажим источника тока соединяют с положительной пластиной, отрицательный — с отрицательной (рис. 90).

Под воздействием зарядного тока сульфат свинца ( $\text{PbSO}_4$ ), образовавшийся на обеих пластинах в процессе разряда, разлагается. На положительной пластине снова образуется перекись свинца —  $\text{PbO}_2$ , а на отрицательной — губчатый свинец —  $\text{Pb}$ . В электролите отри-



дательные ионы  $\text{SO}_4^{--}$  соединяются с положительными ионами водорода  $\text{H}^+$  и образуется серная кислота ( $\text{H}_2\text{SO}_4$ ).

Таким образом, при заряде часть воды замещается серной кислотой и плотность электролита повышается. Происходит это до тех пор, пока разложится весь сульфат и на пластинах восстановится исходная активная масса. Повышение плотности электролита говорит о степени заряженности аккумулятора. Окончание процесса заряда можно определить по прекращению повышения плотности электролита.

Электродвижущая сила одного аккумулятора равна 2 в. Собранные отдельные аккумуляторы в батарее и соединив батареи в группы, получают источник тока большей емкости, позволяющей питать такие, например, потребители, как стартеры, ток которых достигает 2000 а.

Танковая аккумуляторная батарея состоит из шести или двенадцати последовательно соединенных аккумуляторов. Следовательно, номинальное напряжение ее соответственно равно 12 или 24 в.

Каждый аккумулятор, входящий в состав батареи (рис. 91), состоит из положительных и отрицательных пластин, сепараторов и эбонитового бачка с крышкой. Пластины представляют собой тонкие решетки из свинца с примесью сурьмы, в которые вмязывается активная масса. Решетка положительных пластин толще отрицательных. Активная масса — это паста, полученная на основе окисленного свинцового порошка. В нее вводятся специальные вещества — расширители, что делает ее пористой. Это необходимо для того, чтобы в протекающих химических процессах, особенно при разряде аккумулятора большими токами, участвовала большая часть активной массы.

Небезынтересно, что идея применения активной массы из свинцовых окислов, нанесения ее на свинцовые пластины выдвинута еще в 1881 году, и принадлежит она русскому физико-инженеру Д. А. Лачинову. Решетчатые пластины для аккумуляторов предложил преподаватель офицерских минных классов Е. П. Тверетин в конце XIX века.

Для современных аккумуляторов одноименные пластины собираются в полублоки. Из полублоков разноименных пластин составляется блок. Причем положительные полублоки (их на один меньше) помещаются между отрицательными. Благодаря этому в химическом процессе одновременно участвуют обе стороны положительной пластины. Одна от другой пластины отделяется сепараторами — кислотостойкими прокладками из микропористого эбонита (мипора) или микропористой пластмассы (мипласта). Их назначение — исключить возможность замыкания между пластинами и обеспечить равномерный доступ электролита к активной массе.

Одна из сторон сепаратора делается ребристой. Этой стороной он и устанавливается к положительным пластинам. Делается так потому, что в процессе разряда, когда часть серной кислоты в электролите замещается водой, именно у положительных пластин идет наиболее интенсивный процесс образования воды. Ребристая же поверхность

сепаратора обеспечивает более свободный доступ электролита к поверхности активной массы, что улучшает условия его перемешивания.

Собранный блок слегка опрессовывают и опускают в эбонитовый бачок. На дне бачка имеются призматические выступы, на которые опираются пластины. Благодаря этому выкрашивающаяся в процессе

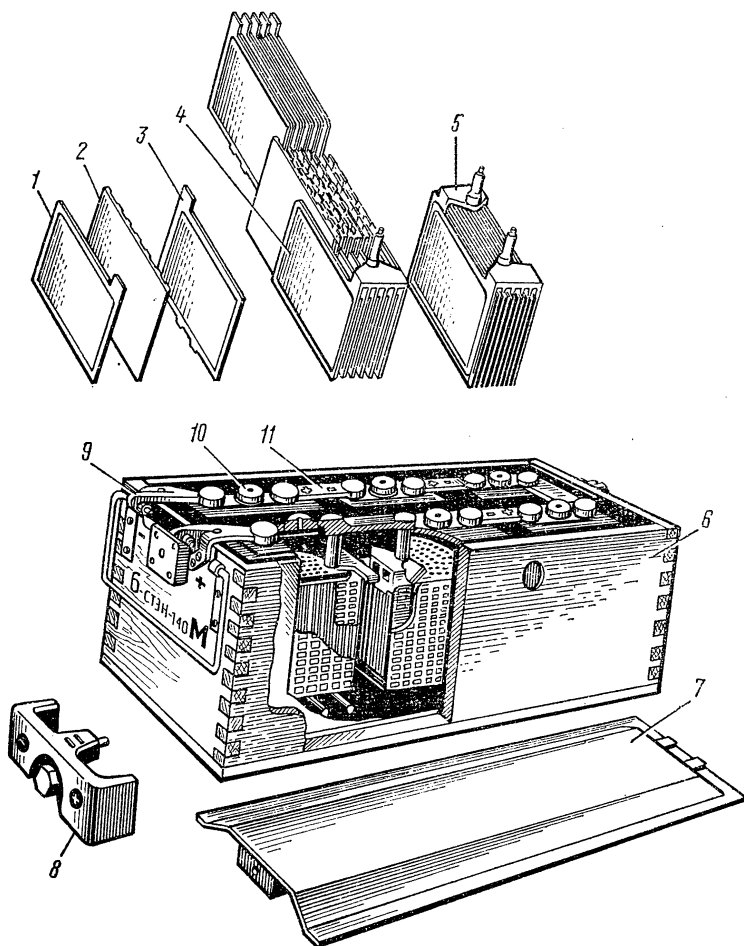


Рис. 91. Устройство танковой аккумуляторной батареи:

- 1 — отрицательная пластина; 2 — сепаратор; 3 — положительная пластина; 4 — полублок пластин; 5 — соединительная баретка; 6 — ящик батарей; 7 — крышка батарей; 8 — защитная коробка; 9 — выводной зажим батарей; 10 — пробка заливного отверстия; 11 — межэлементное соединение

эксплуатации активная масса не вызывает замыкания пластин. Сверху бачок закрывают эбонитовой крышкой. В центре ее сделано заливное отверстие, закрываемое пробкой с вентиляционным отверстием, и за-

прессованы две свинцовые втулки, через которые выведены полюса полублоков пластин. Стык крышки со стенками бачка уплотняют асбестовым шнуром или сырой резиной. Аккумулятор готов.

Аккумуляторная батарея собирается из отдельных аккумуляторов. Их устанавливают в деревянный ящик, покрытый кислотоупорной краской. Стыки между крышками аккумуляторов и ящиком уплотняются резиновыми прокладками и заливаются кислотоупорной мастикой.

С завода аккумуляторные батареи поступают с заряженными и высушенными пластинами. Такие батареи благодаря герметизации способны длительное время сохранять заряд. На приведение их в рабочее состояние требуется очень немного времени.

Основными характеристиками, определяющими работоспособность аккумуляторной батареи, являются напряжение и емкость.

Напряжение аккумуляторной батареи отличается от ее э. д. с. на величину внутреннего падения напряжения и определяется по формуле:

$$U = E - Ir$$

Ток нагрузки  $I$  в схеме электрооборудования танка меняется в весьма широких пределах — от единиц до тысяч ампер. Однако величина внутреннего сопротивления кислотных аккумуляторов  $r$  весьма невелика. Именно этим свойством кислотного аккумулятора обусловлено то, что его напряжение не падает ниже допустимых пределов.

Что касается э. д. с. аккумуляторной батареи, то ее величина зависит главным образом от плотности электролита. С изменением его плотности в пределах, допустимых при нормальной эксплуатации аккумуляторных батарей, э. д. с., а следовательно, и напряжение одного аккумулятора изменяется всего на 0,1 в. Но по мере разряда аккумулятора на его пластинах возрастает количество сульфата свинца, который, как известно, не проводит электричество. Следовательно, внутреннее сопротивление аккумуляторов возрастает, а напряжение падает.

Заметим, что увеличению внутреннего сопротивления аккумуляторов способствует их охлаждение, а это приводит к повышению вязкости электролита. Поэтому не случайно в зимнее время плотность электролита в аккумуляторах увеличивают.

Емкость аккумулятора — это количество электричества, которое способен отдать полностью заряженный аккумулятор при непрерывном разряде до напряжения, соответствующего установленному разрядному току. Выражается емкость в ампер-часах (произведение величины разрядного тока в амперах на время в часах).

Зависит емкость от конструкции аккумулятора — количества пластин и их размеров, а также от условий эксплуатации — величины разрядного тока и температуры электролита.

Если аккумулятор разряжается малыми токами, то скорость разложения серной кислоты у поверхности активной массы пластин невелика. Серная кислота успевает проникать в поры активной массы. Однако с течением времени поверхность этой массы покрывается слоем сульфата. Поры ее закрываются, и напряжение аккумулятора резко падает. И все же при разряде малыми токами активная масса пластин используется сравнительно полно.

Когда же разряд производится большими токами, количество активной массы, вступающее в реакцию за единицу времени, резко возрастает. В итоге плотность электролита, находящегося в контакте с пластинами, становится меньше, чем при разряде малыми токами. Скорость перемешивания электролита увеличивается, но серная кислота не успевает проникать в поры активной массы и захватывается лишь верхним слоем. Поверхность пластин весьма интенсивно покрывается сульфатом свинца, быстрее закрывает поры. В результате активная масса используется не полностью. Чем больше ток разряда, тем меньшее количество активной массы участвует в электрохимических реакциях, тем меньше емкость аккумулятора. Именно поэтому такие мощные потребители, как электрический стартер, рекомендуется включать на 3—5 сек., после чего делать перерыв на 10—15 сек. для того, чтобы свежие порции электролита могли проникнуть в поры активной массы.

Вполне закономерно и уменьшение емкости аккумулятора при понижении температуры. Электролит становится вязким, ухудшаются условия его перемешивания и проникновения в поры активной массы. С падением температуры на 1°С емкость уменьшается на 1—2 проц.

Существует еще одна причина снижения емкости — это износ пластин.

Емкость аккумуляторных батарей можно узнать по маркировке, проставляемой на ящиках танковых аккумуляторных батарей. Так маркировка 6СТЭН-140М расшифровывается следующим образом. Цифра 140 указывает на емкость батареи в ампер-часах при 20-часовом режиме разряда: цифра 6 — на число аккумуляторов, соединенных последовательно. А так как напряжение каждого аккумулятора равно 2 в, то напряжение батареи равно 12 в. Буквы СТ означают, что батарея является стартерной; ЭН — что бачок изготовлен из эбонита новой серии, а М — что сепараторы сделаны из мипора.

## **2. СОВМЕСТНАЯ РАБОТА ГЕНЕРАТОРА И АККУМУЛЯТОРНЫХ БАТАРЕЙ**

Поскольку танковый генератор является динамическим источником тока, а аккумуляторные батареи статическим, то для их нормальной совместной работы необходимы определенные условия. Во-первых, напряжение генератора должно быть постоянным, обеспечивающим

не только безотказную работу электрооборудования танка, но и подзаряд аккумуляторных батарей. Во-вторых, генератор нельзя подвергать перегрузкам. Обусловлено это тем, что он не выдерживает таких разрядных токов, какие выдерживают аккумуляторные батареи (тысячи ампер). И, в-третьих, на генератор не должны воздействовать так называемые обратные токи. Поэтому, когда вследствие уменьшения оборотов двигателя танка напряжение генератора становится меньше напряжения аккумуляторных батарей, его необходимо отключать от схемы. С повышением напряжения генератор должен вновь включаться в схему.

### **Регулирование напряжения танкового генератора**

Электродвижущая сила генератора определяется по формуле:

$$E = Cn\Phi,$$

где  $C$  — постоянный коэффициент;  $n$  — скорость вращения генератора;  $\Phi$  — величина магнитного потока, создаваемого обмоткой возбуждения.

Напряжение генератора меньше э. д. с. на величину падения напряжения в якорной цепи. Однако в силу весьма малой величины сопротивления якоря падением напряжения можно пренебречь и считать напряжение генератора практически равным его э. д. с. Следовательно, как это видно и из приведенной формулы, напряжение генератора пропорционально скорости его вращения и величине магнитного потока.

Механик-водитель постоянно меняет обороты двигателя с тем, чтобы обеспечить наивыгоднейший режим движения боевой машины. При этом поддерживать напряжение генератора постоянным можно путем изменения величины магнитного потока, создаваемого обмоткой возбуждения. Делается это разными способами. В схемах танкового электрооборудования использован способ, основанный на изменении величины тока в обмотке. Эту задачу выполняют вибрационные регуляторы напряжения.

Мысль поддерживать постоянство напряжения с помощью вибрирующих контактов принадлежит артиллерийскому офицеру М. И. Карманову. В 1881 году он предложил применить подобный прибор в схеме питания дуговой лампы Яблочкова.

Принцип работы вибрационного регулятора напряжения легко понять, пользуясь схемой, изображенной на рис. 92. Как видим, в исходном состоянии контакты  $K$  регулятора замкнуты и обмотка возбуждения генератора  $OB$  оказывается включенной параллельно обмотке якоря. Намагничивающая обмотка регулятора  $O$  тоже включена на полное напряжение генератора.

Предположим, что число оборотов генератора нарастает. Напряжение генератора также стремится увеличиться (рис. 92,  $a$ ). Однако с повышением напряжения электромагнит преодолевает силу пружины,

удерживающей контакты регулятора в замкнутом состоянии. Контакты разрываются, и в цепь обмотки возбуждения оказывается включенным добавочное сопротивление  $R_d$ . Ток в обмотке уменьшается, а следовательно, начинает падать и напряжение генератора. Продолжается это до тех пор, пока электромагнит не потеряет способность противодействовать пружине и не произойдет замыкание контактов регулятора. Напряжение генератора снова начнет расти. Процесс этот периодически повторяется и напряжение генератора колеблется в пределах некоторого среднего значения. Увеличивая частоту вибрации якорька (свыше 30 колебаний в секунду), добиваются такого по-

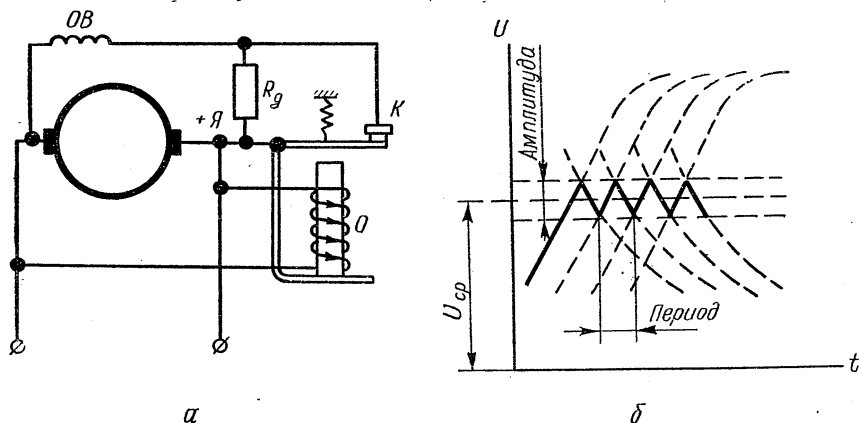


Рис. 92. Вибрационный регулятор напряжения:

*a* — схема простейшего вибрационного регулятора напряжения; *б* — характер изменения напряжения генератора, регулируемого вибрационным регулятором; *OB* — обмотка возбуждения генератора;  $R_d$  — добавочное сопротивление; *K* — контакты; *O* — намагничивающая обмотка регулятора;  $U_{cp}$  — заданное среднее значение напряжения

ложения, что пульсации напряжения, измеряемые величинами амплитуды и периода, оказываются практически незаметными.

Регулятор должен немедленно реагировать на быстрые изменения напряжения. С этой целью стремятся уменьшать механическую инерцию якорька и магнитную инерцию магнитного потока в сердечнике.

В чем же состоит сущность магнитной инерции? При изменении магнитного потока в сердечнике регулятора электродвижущие силы наводятся в витках его обмотки и в сердечнике и противодействуют его изменению. Для преодоления противодействия необходимо ускорить размагничивание сердечника в момент размыкания контактов. С этой целью на сердечник наматывают так называемые ускоряющие обмотки, которые в момент размыкания контактов создают импульс тока, направленный навстречу току, проходящему по основной обмотке.

В процессе работы регулятора напряжения его контакты размыкаются до 1000 раз в секунду. Поэтому изготавливаются они чаще всего

из серебра и вольфрама, то есть из материала, способного выдержать сильное искрение. И все же, если ток в цепи превышает  $1,5\text{--}2\text{ а}$ , опасность обгорания контактов не исключается.

В мощных танковых генераторах величина тока возбуждения достигает  $3\text{ а}$ . Работоспособность регулятора сохраняется благодаря тому, что обмотка возбуждения разделена на две параллельные ветви и в каждую из них включен отдельный регулятор напряжения. В схеме, показанной на рис. 93, а, трудно добиться, чтобы оба регулятора напряжения работали синхронно. Для этого необходима абсолютно точная регулировка натяжения пружин и величины зазоров между электромагнитами и якорями регуляторов. Практически вся нагрузка в приведенной схеме приходится на один из регуляторов, рассчитанный на более низкое напряжение.

Обеспечить синхронность работы обоих приборов позволяют так называемые выравнивающие обмотки В (рис. 93, б). Намотаны они так, что создаваемый ими магнитный поток действует навстречу потоку, создаваемому основными обмотками О. Если вначале разомкнулись, например, контакты регулятора РН1, размагничивающее действие выравнивающей обмотки В2, на втором регуляторе прекратится и его контакты немедленно разомкнутся. Такие регуляторы работают, как правило, синхронно, равномерно распределяя ток в ветвях обмотки возбуждения.

Таким образом, точность поддержания напряжения генератора в значительной степени зависит от состояния контактов вибрационного регулятора и натяжения его пружин, удерживающих подвижные якорьки.

В последние годы создан бесконтактный танковый регулятор напряжения, отличительной чертой которого является полное отсутствие движущихся частей. Работа такого регулятора основана на использовании свойств полупроводниковых триодов и диодов.

При изменении полярности и величины напряжения, приложенного к электродам эмиттер-база, сопротивление в транзисторе меняется

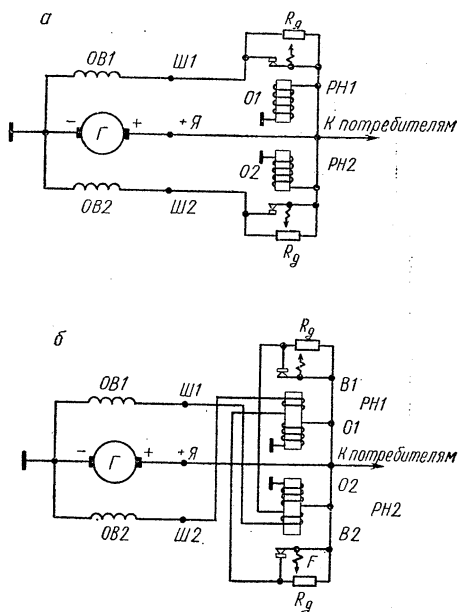


Рис. 93. Схема регулирования напряжения мощных танковых генераторов: а — с разделенной обмоткой возбуждения; б — с выравнивающими обмотками; Г — генератор; ОБ — обмотка возбуждения;  $R_d$  — добавочное сопротивление; РН — регулятор напряжения; О — основная обмотка РН; В — вспомогательная обмотка РН

в весьма широких пределах, а сам транзистор работает как реле. Действительно, если в цепь обмотки возбуждения генератора вместо вибрационного реле включить транзистор и автоматически изменять полярность и величину управляющего напряжения, можно осуществлять управление величиной тока в обмотке возбуждения и, следовательно, регулировать напряжение генератора. Когда, например, напряжение, приложенное к электродам эмиттер-база равно  $0,5 \text{ в}$ , его сопротивление не превышает десятой доли ома. В этом случае говорят — транзистор полностью открыт, что соответствует замкнутым контактам регулятора напряжения (см. рис. 92, а). Стоит скачком изменить напряжение до  $0,2 \text{ в}$  и подать его на транзистор, как он закроется и внутреннее сопротивление достигнет десятков тысяч ом. Такое же явление происходит при размыкании контактов регулятора, когда в цепь обмотки возбуждения оказывается включенным добавочное сопротивление.

Скачкообразное переключение транзистора, включенного в цепь обмотки возбуждения, осуществляет кремниевый полупроводниковый диод — стабилитрон. Через него, пока приложенное к электродам напряжение не достигло определенной величины, ток практически не проходит. Но как только напряжение увеличится до напряжения стабилизации, проводимость стабилитрона резко меняется. Причем величина падения напряжения почти не зависит от величины проходящего через стабилитрон тока.

Бесконтактный регулятор напряжения (рис. 94, а) состоит из измерительного и регулирующего устройств. В схеме измерительного устройства стабилитрон  $St$  включен на напряжение генератора. До тех пор, пока напряжение это не превышает допустимой заданной величины (и, следовательно, величины пробоя стабилитрона), ток в цепи стабилитрона практически равен нулю. Нулевым остается и падение напряжения на сопротивлении  $R1$  (рис. 94, б). В силу этого транзистор  $T1$  закрыт. Напряжение на выходе измерительного устройства остается равным напряжению на зажимах генератора.

Но вот обороты танкового двигателя увеличились, увеличивается и напряжение генератора. Как только оно достигнет величины напряжения пробоя стабилитрона, в цепи его появится ток (рис. 94, в). Падение напряжения на сопротивлении  $R1$  прикладывается к транзистору  $T1$ , его внутреннее сопротивление резко уменьшается. Транзистор открывается, и ток устремляется по цепи транзистор  $T1$ —сопротивление  $R3$ . Напряжение на выходе схемы не только резко уменьшается, но меняется и его полярность, так как величина падения напряжения на транзисторе  $T1$  оказывается меньше величины падения напряжения на диоде  $D1$ . В результате этого меняется полярность сигнала, прикладываемого к регулирующему устройству.

Функции регулирующего устройства выполняет мощный транзистор  $T2$ , включенный последовательно в цепь обмотки возбуждения генератора. В исходном состоянии транзистор  $T2$  открыт (см. рис. 94, б),



генератора. Чем больше скорость, тем дольше транзистор остается в закрытом состоянии и, следовательно, тем больше величина сопротивления транзистора, способствующая уменьшению величины тока возбуждения генератора.

### Защита генератора от перегрузок и обратного тока

В процессе работы генератора, включенного, как известно, параллельно с аккумуляторными батареями, может настать момент, когда из-за разряженности батарей, что происходит при большом количестве потребителей, ток в обмотке якоря превысит допустимую величину. Такая перегрузка могла бы вывести из строя генератор, если бы он не был защищен вибрационным ограничителем тока.

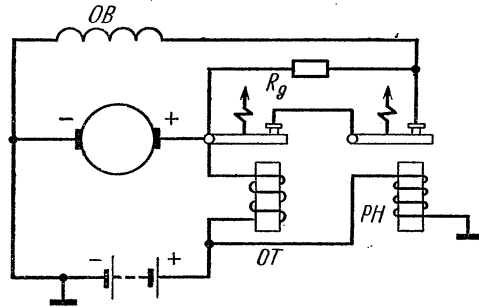


Рис. 95. Принципиальная схема включения ограничителя тока (ОТ) и регулятора напряжения (РН)

Обмотка ограничителя включается последовательно в якорную цепь генератора, и магнитный поток, создаваемый в сердечнике ограничителя, пропорционален току в цепи генератора. Как только этот ток превысит допустимый, контакты ограничителя, включенные так, как показано на рис. 95, разомкнутся и в цепь обмотки возбуждения окажется включенным добавочное сопротивление  $R_d$ . В таком положении контакты будут находиться до тех пор, пока напряжение генератора понизится настолько, что ток в цепи якоря уменьшится до допустимой величины.

Заметим, что действие ограничителя тока согласовано с работой регулятора напряжения. При изменении нагрузки в схеме электрооборудования от нуля до максимально допустимой напряжение генератора корректирует регулятор напряжения. С увеличением нагрузки в работу вступает ограничитель тока.

Очевидно, что генератор, работая параллельно с аккумуляторными батареями, заряжает их лишь тогда, когда его напряжение  $U_2$  превышает э. д. с. аккумуляторных батарей  $E_{а.б}$ . Величина зарядного тока в этом случае определяется по формуле:

$$I_6 = \frac{U_Г - E_{а.б}}{R_6}$$

где  $R_6$  — внутреннее сопротивление аккумуляторных батарей.

Из формулы ясно, что как только напряжение генератора оказывается меньшим э. д. с. аккумуляторных батарей, изменяется знак зарядного тока. Это означает, что аккумуляторы разряжаются и через генератор течет обратный (разрядный) ток. Величина его может быть

значительной, что ставит под угрозу целостность обмотки якоря генератора и пластин аккумуляторных батарей.

Итак, генератор необходимо защищать от обратных токов. Эту функцию выполняет так называемое реле обратного тока (рис. 96, а).

Его сердечник имеет две обмотки: основную *О*, включенную параллельно обмотке якоря генератора, и последовательную *П*, через которую идет весь ток якорной цепи. Когда генератор не работает, контакты реле разомкнуты. Но вот напряжение генератора превысило величину э. д. с. аккумуляторных батарей, и контакты реле замыкаются. Но стоит в цепи якоря генератора появиться обратному току, как контакты под действием последовательной обмотки разомкнутся.

Однокаскадные реле обратного тока применяют в том случае, если ток генератора не превышает 50—60 а. В схемах электрооборудования с более мощными генераторами используются двухкаскадные реле, у которых коммутацию якорной цепи осуществляет контактор, имеющий массивную контактную систему. В таком реле обратного тока (рис. 96, б) первый каскад (собственно реле обратного тока) управляет контактором (исполнительным реле).

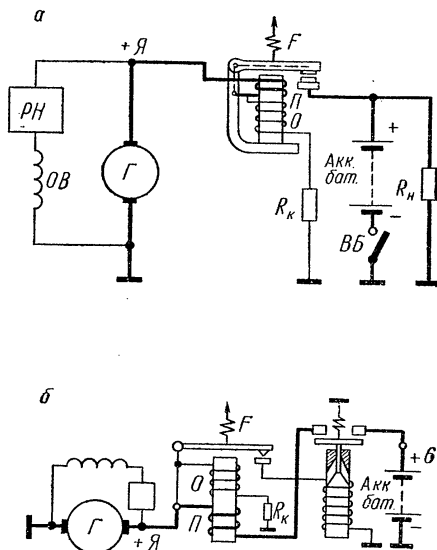


Рис. 96. Схема реле обратного тока:

*а* — однокаскадная; *б* — двухкаскадная; Г — генератор; РН — регулятор напряжения; ОВ — обмотка возбуждения; *F* — сила пружины; П — последовательная обмотка; О — основная обмотка; *R<sub>к</sub>* — сопротивление компенсирующее; *R<sub>н</sub>* — сопротивление нагрузки; К — контактор; ВБ — выключатель батарей

## Реле-регулятор

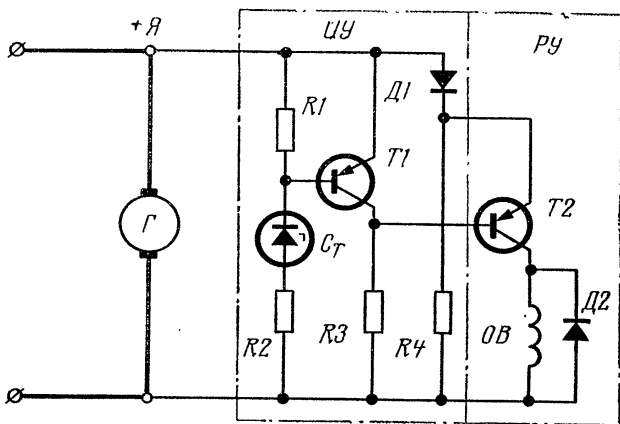
Все приборы, обеспечивающие нормальную совместную работу генератора и аккумуляторных батарей, объединены в один, называемый реле-регулятором. На рис. 97 изображена схема реле-регулятора, имеющего в своем составе два регулятора напряжения, два ограничителя тока, реле обратного тока и фильтр, предназначенный для подавления радиопомех, которые возникают в результате искрения контактов и щеток генератора.

Рассмотрим работу схемы реле-регулятора в основных режимах.

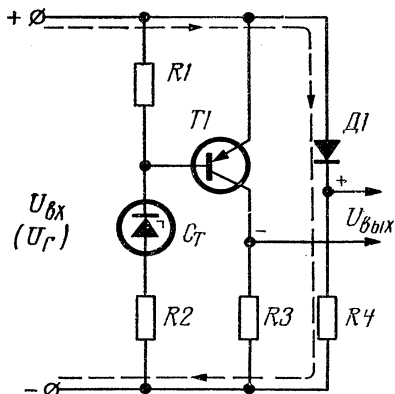
Для первого режима характерна небольшая скорость вращения генератора, а напряжение его меньше э. д. с. аккумуляторных батарей.

В исходном положении контакты регуляторов напряжения и ограничителей тока замкнуты, контакты реле обратного тока разомк-

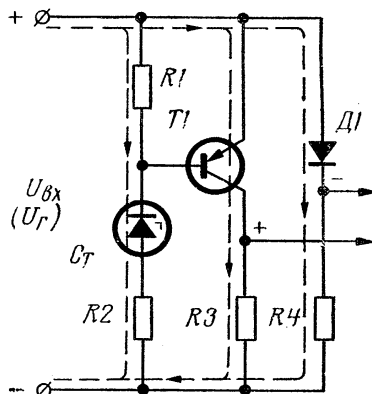
ибо к нему приложено напряжение, открывающее транзистор (плюс — к эмиттеру, минус — к базе). Сопротивление транзистора минимально, что обеспечивает самовозбуждение генератора. Регули-



а



б



в

Рис. 94. Бесконтактный регулятор напряжения:

а — принципиальная схема; Г — генератор; ИУ — измерительное устройство; РУ — регулирующее устройство; R — сопротивление; Д — диод; Т — транзистор; ОВ — обмотка возбуждения генератора; Ст — стабилитрон; б — работа измерительного устройства бесконтактного регулятора, когда напряжение генератора меньше напряжения пробоя стабилитрона; в — то же, когда напряжение генератора равно напряжению пробоя стабилитрона

рование же напряжения генератора осуществляется благодаря периодическому изменению полярности напряжения на выходе измерительного устройства схемы.

Соотношение времени пребывания транзистора Т2 в открытом и закрытом состояниях изменяется в зависимости от скорости вращения

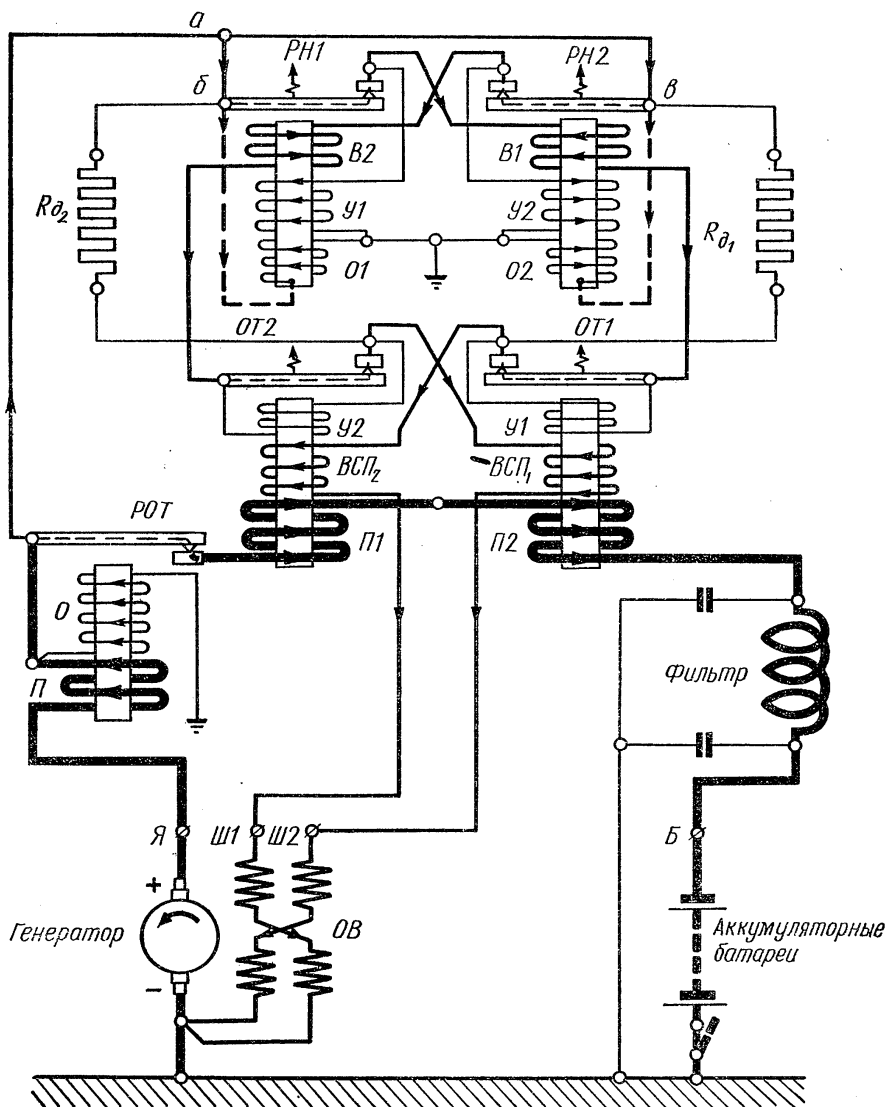


Рис. 97. Схема реле-регулятора:

Я — якорь; П — последовательная обмотка; О — основная обмотка; РОТ — реле обратного тока; R<sub>д</sub> — добавочное сопротивление; РН — регулятор напряжения; В — вспомогательная обмотка; У — ускоряющая обмотка; ОТ — ограничитель тока; ВСП — вспомогательная обмотка; ОБ — обмотка возбуждения

нуты. С началом вращения генератор самовозбуждается. Ток от зажима Я генератора через обмотку П реле РОТ подходит к точке а и разветвляется; часть его поступает к якорьку регулятора напряжения РН1 (точка б). Затем через его замкнутые контакты, обмотку В1 замкнутые контакты реле ОТ1, обмотку ВСП2, зажим генератора Ш1 и первую ветвь обмотки возбуждения ток уходит на массу. Заметим, что часть тока, после обмотки П реле РОТ течет по его основной обмотке 0 и поступает на массу. Другая часть тока от точек б и в идет в обмотки 01 и 02 регуляторов напряжения (пунктирные линии на схеме) и потом тоже уходит на массу.

При втором режиме работы реле-регулятора скорость генератора достигает номинальной, напряжение его превышает э. д. с. аккумуляторной батареи. В этом случае магнитный поток, создаваемый обмотками П и 0 в сердечнике РОТ, преодолевает силу натяжения пружины, и контакты реле замыкаются. Зарядный ток от зажима Я генератора через обмотку П, якорек, замкнутые контакты, последовательные обмотки П1 и П2, ограничителей тока ОТ1 и ОТ2, индуктивность фильтра поступает на аккумуляторные батареи.

Особенность третьего режима в том, что напряжение генератора превышает номинальную величину.

Ток в цепи возбуждения возрастает. Магнитные потоки, создаваемые в сердечниках РН1 и РН2 обмотками 01 и 02 преодолевают силу натяжения пружин и контакты регуляторов размыкаются. Ток возбуждения идет через добавочное сопротивление  $R_{д1}$  и  $R_{д2}$ .

Периодическое размыкание и замыкание (вибрация) контактов регуляторов напряжения продолжается до тех пор, пока напряжение на зажимах генератора становится нормальным.

Несколько слов о работе ускоряющих обмоток У1 и У2 регуляторов напряжения. Включены эти обмотки параллельно ветвям обмотки возбуждения генератора. Пока контакты регуляторов напряжения замкнуты, через ускоряющие обмотки течет небольшая часть тока возбуждения, дополнительно намагничивающего сердечники в том же направлении, что и ток в основных обмотках регуляторов. Но как только контакты разомкнутся, в цепь обмотки возбуждения включаются дополнительные сопротивления. Ток возбуждения и магнитный поток генератора начинают падать. Вследствие этого в витках обмотки возбуждения индуктируется э. д. с. самоиндукции. Эта э. д. с. создает ток, часть которого протекает через ускоряющие обмотки. Однако импульс этого тока имеет обратное направление и ведет к быстрому размагничиванию сердечника. Ускоряющие обмотки, кроме того, способствуют и более быстрому намагничиванию сердечника после замыкания контактов.

Теперь предположим, что ток в цепи генератора превысил номинальную величину.

Обмотки П1 и П2 ограничителей тока создают магнитный поток, достаточный для размыкания контактов. В результате в цепи обмоток

возбуждения включаются добавочные сопротивления  $R_{д1}$  и  $R_{д2}$ . Напряжение генератора, а следовательно и ток в его цепи, уменьшается.

Ограничители тока снабжены ускоряющими обмотками У1 и У2. Включены они параллельно контактам. При замкнутых контактах ток в ускоряющих обмотках равен нулю. При размыкании контактов в ускоряющие обмотки, которые намотаны навстречу обмоткам П1 и П2, устремляется часть тока возбуждения. В итоге сердечник быстрее размагничивается и контакты замыкаются вновь. Применение ускоряющей обмотки увеличивает частоту колебаний якорька более чем в десять раз.

Каждый ограничитель тока помимо ускоряющей обмотки имеет вспомогательные ВСП1 и ВСП2. Они включены в цепь обмоток возбуждения генератора и перекрещены, что обеспечивает одновременное действие обоих ограничителей тока.

Если же напряжение генератора оказалось меньше э. д. с. аккумуляторных батарей, обратный ток, протекающий в этом случае по обмотке П реле РОТ, резко уменьшает величину магнитного потока, удерживающего якорек в замкнутом состоянии. В результате контакты реле обратного тока размыкаются.

### 3. СРЕДСТВА ЭЛЕКТРИЧЕСКОГО ЗАПУСКА ДВИГАТЕЛЯ

Для того, чтобы осуществить запуск дизельного двигателя, теоретически достаточно заставить коленчатый вал сделать два оборота. За это время в цилиндрах происходит полный рабочий цикл: три подготовительных и один рабочий такт. После этого двигатель способен продолжать работу самостоятельно.

Как известно, у дизельного двигателя воспламенение рабочей смеси происходит лишь тогда, когда температура в цилиндрах в конце такта сжатия превысит температуру самовоспламенения. Следовательно, скорость проворачивания коленчатого вала должна быть такой, чтобы рабочая смесь не успевала охлаждаться от соприкосновения со стенками цилиндра и поршнем. Наивыгоднейшая скорость проворачивания коленчатого вала находится в пределах 80—150 об/мин. Такая скорость необходима и для того, чтобы топливоподающая аппаратура обеспечила наиболее полный впрыск и хорошее распыливание топлива в цилиндрах.

Мощность, затрачиваемая на проворачивание коленчатого вала при запуске двигателя, пропорциональна моменту его сопротивления. Величина этого момента довольно большая, что обусловлено значительным сопротивлением трения в цилиндрах, инерцией массивных деталей кривошипно-шатунного механизма, сопротивлением сжимаемого в цилиндрах воздуха, и, наконец, сопротивлением, которое создает

топливная аппаратура. С понижением температуры окружающей среды вследствие повышения вязкости смазочного масла момент сопротивления значительно увеличивается.

Для запуска дизельного двигателя на каждые 100 л. с. его мощности необходимо затратить около 3 л. с. Так что запустить танковый двигатель, скажем, с помощью заводной рукоятки просто невозможно. Для этого созданы специальные системы. Наибольшее распространение среди них получили электрические системы запуска — стартеры.

### Электрический стартер прямого действия

Стартер (рис. 98) представляет собой электрический двигатель, якорь которого с помощью специального механизма сцепляется с зубчатым венцом, установленным на главном фрикционе. Обмотка возбуждения стартера включается последовательно с обмоткой якоря. Такой двигатель называют серийным. Его крутящий момент увеличивается

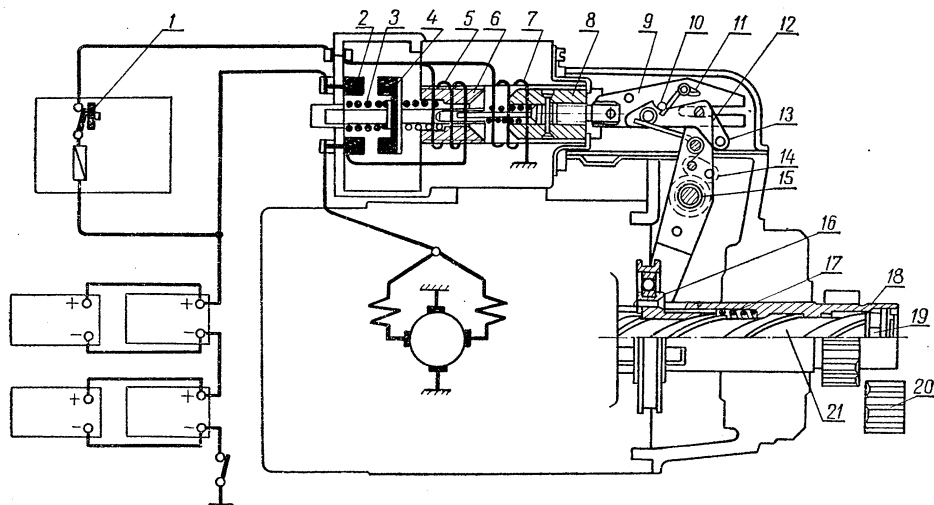


Рис. 98. Электрическая схема включения стартера:

1 — кнопка стартера; 2 — неподвижные контакты; 3 — возвратная пружина; 4 — подвижные контакты; 5 — втягивающая обмотка; 6 — подпятник; 7 — удерживающая обмотка; 8 — якорь реле; 9 — серьга; 10 — штифт; 11 — пружина; 12 — крючок; 13 — рычаг привода; 14 — пружина; 15 — ось; 16 — поводок; 17 — буферная пружина; 18 — хвостовик с шестерней; 19 — упорная гайка; 20 — зубчатый венец; 21 — вал

по мере того, как падает число оборотов. Происходит это потому, что с уменьшением оборотов якоря уменьшается и противоэлектродвижущая сила в его обмотке. Сила тока в якоря и обмотке возбуждения возрастает, растет и величина крутящего момента до тех пор, пока не преодолееет возросшее сопротивление.

Во время запуска двигателя сила тока в цепи стартера достигает 2000 а. Осуществлять коммутацию (переключение) в цепи с та-

ким током можно лишь прибором, имеющим специальную мощную контактную систему. Таким прибором является реле привода. Оно выполняет две функции: вводит шестерню стартера в зацепление с венцом маховика и включает обмотки стартера под напряжение.

Управление стартером осуществляется дистанционно (см. рис. 98) нажатием на кнопку 1. Ток от положительного зажима аккумуляторных батарей поступает на последовательную (втягивающую) 5 и параллельную (удерживающую) 7 обмотки реле привода. Создаваемый этими обмотками магнитный поток начинает втягивать якорь 8, который тянет за собой и серьгу 9. Штифт 10, находящийся в пазах серьги, воздействует на крючок 12, шарнирно соединенный с рычагом включения 13. Поворачиваясь на оси 15, рычаг сообщает поступательное движение поводку 16 и тот, воздействуя на хвостовик с шестерней стартера 18, начинает перемещать его к зубчатому венцу 20. Заметим, что сопротивление возвратной пружины 14 приводит к тому, что поворот рычага 13 начинается тогда, когда штифт 10 займет нижнее положение в пазах серьги.

Ленточная нарезка 21 на валу якоря стартера, который пока что не вращается, ибо контакты реле пуска еще не замкнуты, заставляет хвостовик с шестерней 18 перемещаться вперед и одновременно проворачиваться вокруг продольной оси. Это облегчает сцепление шестерни стартера с зубчатым венцом 20. Но если все же произойдет утыкание зубьев сопрягаемых шестерен, движение хвостовика прекратится. Поводок 16, перемещаясь в пазах хвостовика и сжимая буферную пружину 17, совершает поступательно-вращательное движение по виткам вала стартера и проворачивает хвостовик до зацепления шестерни стартера с венцом.

Движение якоря реле 8 прекращается, как только шестерня входит в частичное зацепление с зубчатым венцом. В этот же момент якорь стартера, включенный на полное напряжение аккумуляторных батарей контактами 4 и 2, начинает вращаться. Хвостовик свинчивается по резьбе вала 21 и упирается в упорную гайку 19. Шестерня стартера полностью сцепляется с зубчатым венцом и прокручивает коленчатый вал двигателя. Якорь реле привода 8 удерживается во втянутом положении обмоткой 7. Вместе с хвостовиком свинчивается и поводок 16. При этом он поворачивает вокруг оси 15 рычаг привода 13. Крючок 12, перемещаясь влево, освобождает штифт 10, который под воздействием пружины 11 перемещается по пазам серьги в верхнее положение. Крючок расцепляется с серьгой, и рычаг привода 13 под воздействием пружины 14 вместе с поводком 16 занимает исходное положение.

Как только произойдет запуск двигателя, шестерня стартера начнет вращаться со скоростью, значительно превышающей скорость вращения вала стартера. Вследствие этого хвостовик свинчивается по винтовым шлицам вала стартера и шестерня стартера выходит из



зацепления. Пружина 14 удерживает хвостовик в этом положении, а стартер работает вхолостую, пока кнопка стартера остается нажатой. После отпускания кнопки якорь реле стартера, возвращаясь в исходное положение, сдвигает серьгу 9 назад. Штифт 10 вновь входит в зацепление с крючком 12. Стартер готов к новому включению.

## Стартер-генератор

Любая электрическая машина в принципе обладает свойством обратимости: может работать как в генераторном, так и в двигательном режимах. Использовано это свойство для создания единой машины, выполняющей функции генератора и стартера, было после того, как появилась потребность в танковом генераторе, мощность которого соизмерима с мощностью стартера.

Как всякая электрическая машина, стартер-генератор состоит из корпуса, четырех основных полюсов с обмотками параллельного и последовательного возбуждения и двух полюсов с дополнительной обмоткой, якоря, размещенного на общем валу с коллектором, щеткодержателями с щетками и вентилятора.

Оригинальность конструкции привода стартера-генератора заключается в том, что он осуществляет передачу крутящего момента от вала якоря стартера-генератора, работающего в стартерном режиме, к коленчатому валу двигателя. Но как только двигатель запустился, привод автоматически переключается и передает крутящий момент от коленчатого вала двигателя к валу якоря стартера-генератора.

Кинематическая схема привода стартера-генератора показана на рис. 99. При запуске двигателя танка крутящий момент от вала якоря стартера-генератора 9 передается к коленчатому валу двигателя через эластичную муфту 8, шестерни 4 и 2 (последняя является ведущей частью центробежной храповиковой муфты свободного хода), ведомую часть 3 центробежной муфты, пару шестерен 10 и 1. Но вот двигатель запустился, скорость вращения его коленчатого вала увеличилась, и кулачки 11 центробежной муфты повертываются на своих осях 12 и разобщают ведомую часть муфты 3 от ведущей 2. Муфта выключается, и крутящий момент от коленчатого вала передается через пару шестерен 1 и 10 на шестерню 5, которая пружинным демпфером

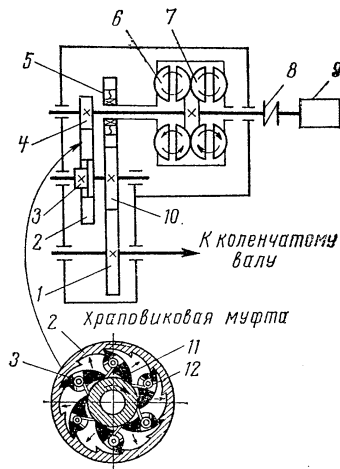


Рис. 99. Кинематическая схема привода стартера-генератора:

1 — шестерня привода; 2 — шестерня центробежной муфты; 3 — центробежная храповиковая муфта свободного хода; 4 — ведущая шестерня; 5 — шестерня; 6 — насос (корпус гидромуфты); 7 — турбина; 8 — эластичная муфта; 9 — стартер-генератор; 10 — шестерня; 11 — кулачки; 12 — ось кулачка

соединена с полым валом гидромуфты. При достижении определенной скорости вращения начинает работать гидромуфта и крутящий момент через эластичную муфту 8 поступает на вал стартера-генератора, который к этому времени благодаря электрическим переключениям, реч о которых пойдет ниже, уже работает в генераторном режиме.

Из кинематической схемы видно, что передаточное отношение привода стартера-генератора, работающего в стартерном режиме, в не-

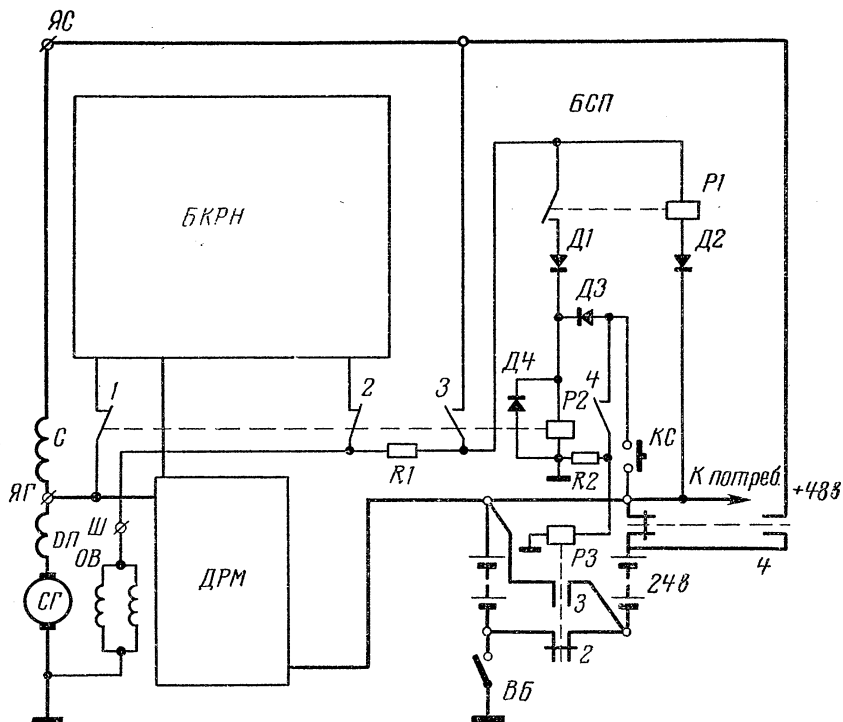


Рис. 100. Схема включения стартера-генератора:

СГ — стартер-генератор; БКРН — бесконтактный регулятор напряжения; БСП — блок стартерного переключения; ДРМ — дифференциальное минимальное реле; ВБ — выключатель батареи; КС — кнопка стартера

сколько раз выше, чем при работе его в генераторном режиме. Такие элементы привода, как эластичная, гидравлическая и центробежная муфты надежно предохраняют стартер-генератор от динамических перегрузок и разноса.

Электрическая схема, обеспечивающая функционирование стартера-генератора, показана на рис 100. Когда стартер-генератор работает в генераторном режиме, включается лишь обмотка параллельного возбуждения ОВ. Состоит она из двух параллельных ветвей, в каждой из которых имеется две катушки, соединенных последовательно. Регулирует напряжение бесконтактный регулятор напряжения,

БКРН, а защиту генератора от перегрузок и обратных токов обеспечивает специальный прибор — дифференциальное минимальное реле ДРМ. Оба эти прибора объединены в один — танковый реле-регулятор ТРР.

В стартерном режиме под напряжением находятся как параллельные ОВ так и последовательные С обмотки возбуждения. Переключение в этот режим осуществляет блок стартерного переключения БСП, а коммутацию силовой цепи — реле стартер-генератор РЗ.

В момент переключения стартера-генератора в стартерный режим контактные кнопки стартера КС замыкаются и в обмотку реле Р2 поступает напряжение от аккумуляторных батарей. Реле срабатывает и его контакты 1 и 2 отключают БКРН. Контакт 3 замыкается и подготавливает обмотку возбуждения ОВ к переходу в стартерный режим. Контакт 4 подает питание на обмотку реле РЗ. В результате срабатывания этого реле его контакты 1, 2, 3 и 4 переключают аккумуляторные батареи с 24 на 48 в\*. Напряжение 48 в через замкнутые контакты 4 реле РЗ поступает на обмотку якоря стартера, а через контакты 3 реле Р2 и гасящее сопротивление R1 — на обмотку возбуждения ОВ. Стартер-генератор начинает работать в стартерном режиме.

Одновременно с этими процессами срабатывает реле Р1 и подключает реле Р2 на разность напряжений 48 и 24 в. Это позволяет сохранить напряжение 24 в на обмотке реле Р2, несмотря на коммутацию силовой цепи, которую производит реле РЗ.

Отпускание кнопки КС приводит к тому, что разрывается цепь обмотки реле РЗ. Обмотка реле Р2 продолжает находиться под напряжением и регулятор напряжения БКРН остается отключенным от стартера-генератора до тех пор, пока контакты 1—4 реле РЗ не завершат переключения силовой цепи с 48 на 24 в. Лишь тогда размыкается цепь реле Р1 и обесточивается обмотка реле Р2. Контакты последнего возвращаются в исходное положение и снова подключают БКРН к СГ.

#### 4. ВСПОМОГАТЕЛЬНЫЕ ПРИБОРЫ И ОБОРУДОВАНИЕ

##### Контрольно-измерительные приборы

В ходе эксплуатации танка механик-водитель постоянно контролирует состояние двигателя, его систем, а также источников электроэнергии. В этом ему помогают контрольно-измерительные приборы.

Их отличительное свойство — способность дистанционного измерения как электрических, так и неэлектрических величин.

Датчик любого дистанционного прибора размещается в точке измерения, и электрические сигналы от него по соединительным

\* В схемах электрооборудования танков, в которых используется стартер-генератор, напряжение каждой аккумуляторной батареи равно 24 в.

проводам поступают к измерителю — прибору, по шкале которого производится отсчет в соответствующих единицах.

В комплект танковых контрольно-измерительных приборов входит всего один прибор, измеряющий электрические величины. Это вольтамперметр (рис. 101) — комбинированный прибор, непрерывно измеряющий ток и периодически, по мере надобности, — напряжение. Состоит он из измерителя магнитоэлектрического типа, датчика-шунта, последовательно включаемого в разрыв цепи для измерения тока, и соединительных проводов.

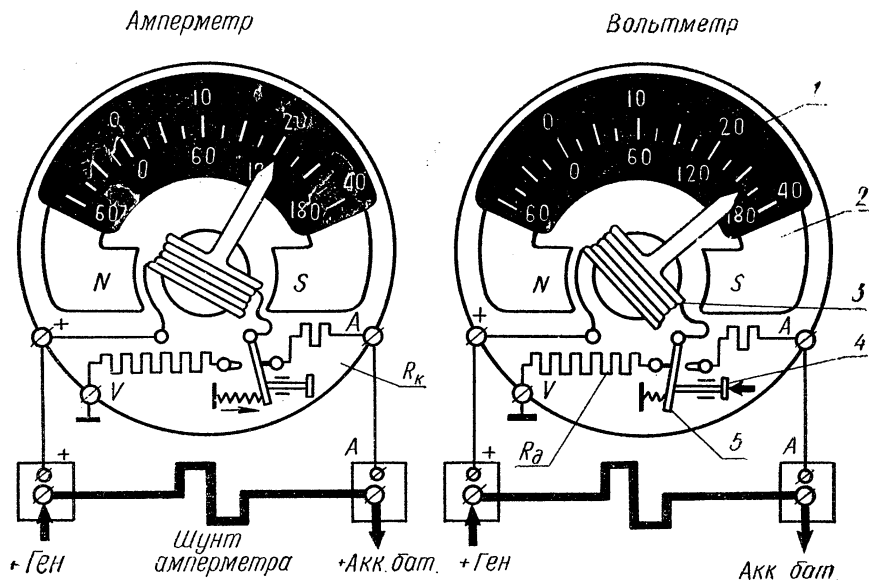


Рис. 101. Вольтамперметр;

1 — шкала; 2 — постоянный магнит; 3 — рамка с катушкой; 4 — кнопка; 5 — переключатель;  $R_d$  — добавочное сопротивление;  $R_k$  — компенсационное сопротивление

Катушка измерителя изготовлена из тонкой проволоки, рассчитанной на сотые доли ампера. Поэтому большие токи удастся измерять благодаря применению шунта, имеющего весьма малое сопротивление. Большая часть тока течет через шунт, меньшая — через катушку. В результате взаимодействия магнитных полей, создаваемых постоянными магнитами и катушкой, стрелка прибора отклоняется на угол, величина которого пропорциональна силе тока.

Направление поворота катушки в магнитном поле зависит от направления тока. Следовательно, прибор позволяет измерять величину как зарядного тока, идущего от генератора, так и тока разряда аккумуляторных батарей. Чтобы измерить напряжение бортовой сети, необходимо нажать расположенную на измерителе кнопку: катушка через добавочное сопротивление включится параллельно источникам питания.

Приборы для измерения температуры, давления и других неэлектрических величин питаются электрической энергией от бортовой сети танка. Однако стабильность напряжения в этой сети не обеспечивает необходимой точности показаний. Поэтому применяют так называемую логометрическую измерительную схему.

Логометр (рис. 102) имеет две неподвижные катушки I и II, установленные под углом одна к другой. На оси укреплены вращающийся постоянный магнит и стрелка. Магнит постоянно стремится занять такое положение, чтобы направление его магнитной оси совпадало с направлением результирующей силы  $\Phi$  магнитных потоков  $\Phi_1$  и  $\Phi_2$ . Если величина измеряемого сопротивления датчика  $R_d$ , включенного в одну из катушек, изменится, то изменится величина тока в ее цепи, а следовательно, и величина магнитного потока. Магнит займет новое положение, а стрелка прибора отклонится. В схеме логометра имеется и неподвижный постоянный магнит и стрелку прибора в исходное, нулевое положение.

На точность показаний логометра совершенно не влияют колебания напряжения в бортовой сети. Обеспечивается это благодаря тому, что поворот подвижного магнита происходит в результате взаимодействия магнитных потоков катушек I и II. Если напряжение в сети изменяется, то пропорционально ему изменяется и ток в обеих катушках. Соотношение этих токов меняется лишь в результате уменьшения или увеличения сопротивления датчика.

В качестве датчика электрического термометра используют чувствительный элемент, представляющий собой спираль из никелевой проволоки. При изменении температуры на один градус сопротивление такой проволоки изменяется всего лишь на 0,0044 ома.

Более сложен по конструкции датчик электрического манометра (рис. 103). Принцип его работы основан на преобразовании изменения давления в электрический сигнал. Через отверстие в штуцере 2 масло поступает в герметическую полость датчика. При увеличении давления масла гофрированная мембрана 1 прогибается и нажимает на шток 13. Он поворачивает рычаг-качалку 8, которая, воздействуя на поводок 9, поворачивает его на оси 11. Движок (щетка) прибора 4 перемещается по реостату 5. Сопротивление этого реостата изменяется — изменяется и ток в одной из катушек логометра.

Дистанционное измерение скорости вращения коленчатого вала осуществляет электрический тахометр. В качестве датчика в нем

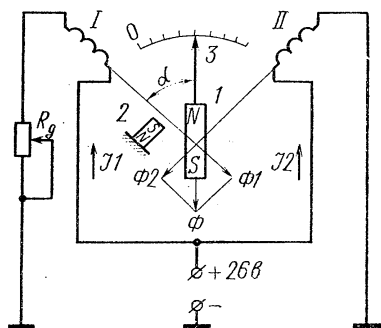


Рис. 102. Схема логометра:

1 — подвижный магнит; 2 — неподвижный магнит; 3 — стрелка измерителя;  $R_d$  — сопротивление датчика; I и II — катушки логометра

использован трехфазный генератор переменного тока (рис. 104). Ротор генератора 1 представляет собой четырехполюсный постоянный магнит. Через специальную передачу он приводится во вращение от коленчатого вала двигателя. В обмотке статора датчика 2 под воздействием магнитного поля ротора индуктируется э.д.с., частота которой пропорциональна скорости вращения ротора и, следовательно, коленчатого вала двигателя.

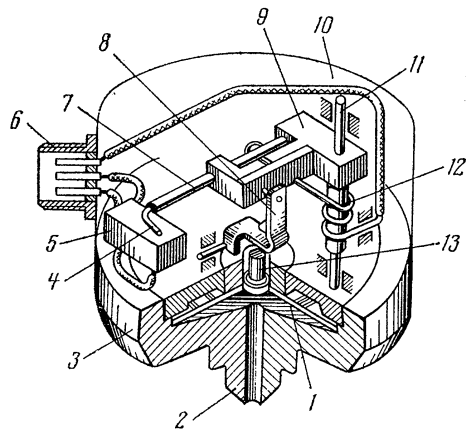


Рис. 103. Датчик давления электрического манометра:

1 — мембрана; 2 — штуцер; 3 — основание; 4 — движок (щетка); 5 — реостат; 6 — штепсельный разъем; 7 — щеткодержатель; 8 — рычаг-качалка; 9 — поводок; 10 — корпус; 11 — ось; 12 — возвратная пружина; 13 — шток

асинхронного пуска 5. Вихревые токи, наводимые в нем магнитным потоком статора, порождают свой магнитный поток. В результате

По соединительным проводам эта э.д.с. передается на статор синхронного электродвигателя 4, установленного в измерителе. Обмотка статора создает магнитный поток, вращающийся со скоростью, пропорциональной числу оборотов ротора датчика, а, следовательно, и коленчатого вала двигателя танка. Под действием вращающегося магнитного потока статора начинает вращаться ротор 3, изготовленный из постоянного магнита. Чтобы он в силу своей инерционности не отставал от магнитного потока, на валу ротора установлен диск

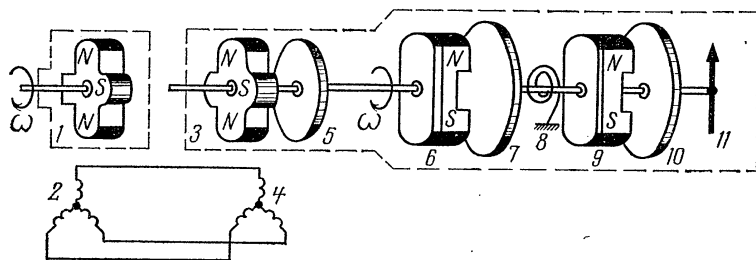


Рис. 104. Принципиальная схема электрического тахометра:

1 — ротор генератора; 2 — обмотка статора генератора; 3 — ротор синхронного электродвигателя; 4 — обмотка статора синхронного электродвигателя; 5 — диск асинхронного пуска; 6 — постоянный магнит асинхронной муфты; 7 — диск асинхронной муфты; 8 — пружина; 9 — магнит демпфера; 10 — диск демпфера; 11 — стрелка тахометра

взаимодействия этих двух потоков создается момент, и диск 5 начинает вращаться, быстро разгоняя ротор до скорости, равной скорости вращения магнитного потока статора. Если ротор вращается синх-

ронно с магнитным потоком статора, то в диске 5 вихревые токи не индуцируются.

На конце вала ротора электродвигателя укреплен постоянный магнит асинхронной муфты 6. Вращаясь, этот магнит наводит в диске

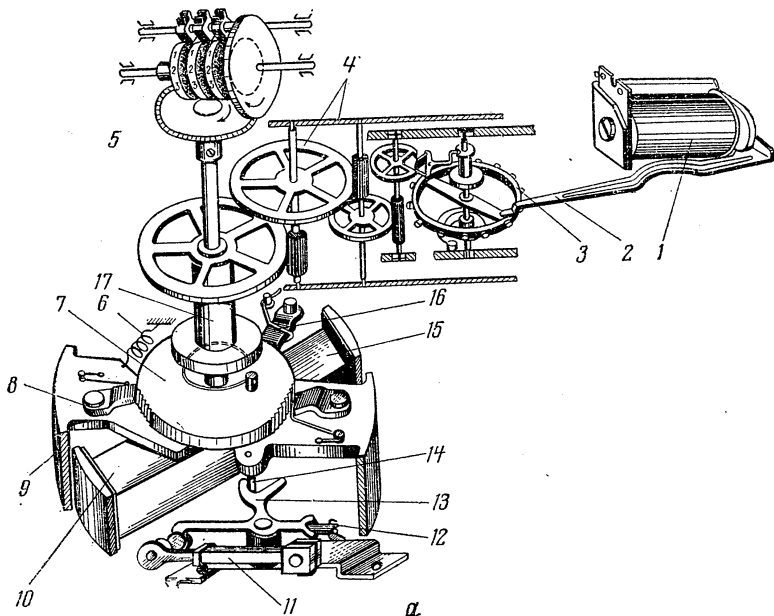
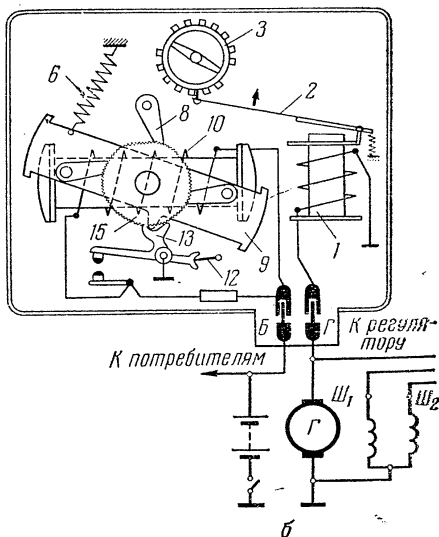


Рис. 105. Счетчик моточасов:

а — кинематическая схема; б — схема включения; 1 — электромагнит пускового и стопорного устройств; 2 — рычаг пускового и стопорного устройств; 3 — баланси́р; 4 — часовой механизм; 5 — счетный механизм; 6 — тяговая пружина часового механизма; 7 — пружина подзавода; 8 — ведущие собачки; 9 — якорь электромагнита подзавода; 10 — катушка электромагнита подзавода; 11 — контактное устройство; 12 — пластинчатая пружина; 13 — рычаг; 14 — штифт якоря; 15 — храповое колесо; 16 — удерживающая собачка; 17 — центральная ось часового механизма



асинхронной муфты 7 вихревые токи. Взаимодействуя с магнитным потоком магнита 6, эти токи создают момент, который поворачивает диск 7 на определенный угол (величина его определяется скоростью вращения ротора электродвигателя 3, и, следовательно, коленчатого вала двигателя танка). Вместе с диском 7 перемещается и стрелка измерителя 11, а пружина 8 создает уравновешивающий момент.

Постоянный магнит 9, укрепленный в корпусе измерителя неподвижно, и диск демфера 10, установленный на оси стрелки, предна-

значены для быстрого гашения колебаний (успокоения) подвижной системы измерителя. Процесс гашения колебаний происходит в результате взаимодействия магнитных потоков магнита 9 и создаваемых вихревыми токами в диске демпфера 10.

Время работы танкового двигателя до очередного ремонта строго регламентировано. Поэтому экипаж танка должен точно знать, сколько моточасов отработал двигатель. Для этого, собственно, и создан специальный счетчик моточасов. Принцип его работы нетрудно уяснить по кинематической схеме и схеме включения прибора в электрическую сеть танка, изображенных на рис. 105.

При пуске двигателя, как только напряжение танкового генератора достигнет 8 в, срабатывает электромагнит пускового и стопорного устройства 1. Рычаг 2 этого механизма освобождает балансир 3 часового механизма. Под воздействием натянутой пружины 6 якорь 9 электромагнита подзавода начинает поворачивать ведущие собачки 8, а те — храповое колесо 15. Оно в свою очередь воздействует на пластинчатую пружину подзавода 7, и центральная ось 17 часового механизма поворачивается, а вместе с ней и барабаны счетного механизма 5, ведущего отсчет времени работы двигателя в часах.

Как только якорь электромагнита подзавода 9 дойдет до определенного положения, его штифт, воздействуя на рычаг 13, замыкает контакты 11. На обмотку катушки электромагнита подзавода 10 подается напряжение аккумуляторных батарей. Под воздействием магнитного потока, создаваемого катушкой, якорь электромагнита подзавода 9 перемещается против часовой стрелки. Тяговая пружина 6 растягивается (заводится). В конце хода якоря штифт 14, воздействуя на рычаг 13, размыкает контакты 11. Обмотка катушки электромагнита подзавода обесточивается. Периодический подзавод осуществляется через 2—3 мин. работы двигателя.

Счетчик моточасов останавливается одновременно с двигателем танка, когда обесточивается обмотка электромагнита 1 и рычаг 2 застопоривает балансир 3. Состоит счетный механизм 5 из четырех цифровых барабанов. Правый показывает десятые доли часа, следующие за ним единицы, десятки и сотни часов. В движение барабаны приводятся системой шестерен часового механизма 4. Емкость счетчика составляет 1000 часов.

### **Приборы освещения**

Для освещения местности во время движения ночью, а также обозначения габаритов танка применяются наружные осветительные приборы: фары и габаритные огни. Пользоваться агрегатами, механизмами и приборами танка как ночью, так и днем при закрытых люках экипажу позволяют приборы внутреннего освещения: плафоны, створчатые фонари, переносная лампа.

На танках применяются фары различных типов. Одни предна-



значены для работы в режиме видимого света без светомаскировки, другие — в режиме видимого света со светомаскировкой, третьи — для работы с инфракрасными приборами ночного видения. Конструктивно они мало чем отличаются от обычных автомобильных фар и состоят из корпуса, оптической системы, а также (в зависимости от типа) светомаскировочного устройства и инфракрасного фильтра.

Передние габаритные фонари имеют зеленый, а задние — красный светофильтр. Они облегчают экипажу танка совершать марши и маневрировать на местности в темное время суток.

Во всех отделениях танка и у места каждого члена экипажа установлены плафоны, рассеиватели света которых изготовлены из матового стекла. Шкалы приборов и прицелов, чтобы исключить ослепление членов экипажа, подсвечиваются створчатыми фонарями. Яркость света и направление его пучка регулируются створкой путем изменения величины щели. При осмотре и ремонте агрегатов и узлов, расположенных как внутри, так и снаружи танка, пользуются переносной лампой.

### Приборы сигнализации

Электрический электромагнитный звуковой сигнал вибрационного типа (рис. 106), устанавливаемый в танке, подобен тем, что применяются на автомобилях. Основа прибора — электромагнит. Напряжение на его катушку подается нажатием кнопки. Под воздействием магнитного потока якорь электромагнита притягивается, через стержень тянет за собой мембрану и она прогибается. Продвигаясь влево, якорь размыкает контакты в цепи обмотки электромагнита. Магнитный поток исчезает, и под действием плоской пружины якорь возвращается в исходное положение. При этом контакты замыкаются и процесс повторяется вновь. Резонатор усиливает звук, возникший в результате колебаний мембраны. Тембр и сила звучания сигнала регулируются специальным винтом. Конденсатор, включенный параллельно контактам, сохраняет их от подгорания.

Для передачи световых сигналов от командира танка к механику-водителю применено несложное устройство: около места командира размещен сигнальный пульт, а на щитке механика-водителя две сигнальные лампы.

Кнопки на сигнальном пульте сдвоены. С нажатием на центральную малую кнопку замыкается верхняя пара контактов и на щитке механика-водителя вполнакала загорается

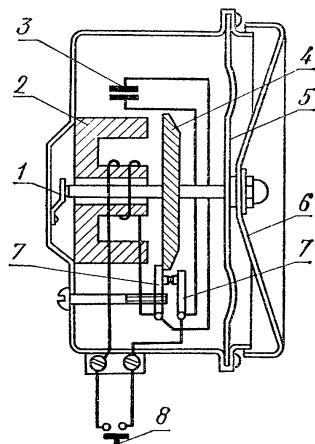


Рис. 106. Электрический звуковой сигнал:

1 — плоская пружина; 2 — электромагнит; 3 — конденсатор; 4 — якорь электромагнита; 5 — мембрана; 6 — резонатор, 7 — контакты; 8 — кнопка стартера

соответствующая лампа, так как ток проходит через добавочное сопротивление. С нажатием большой кнопки замыкается нижняя пара контактов и лампа горит полным накалом.

Значение сигналов заранее установлено: свечение левой или правой лампы указывает, в какую сторону надо повернуть танк. Яркость света означает скорость, с которой следует совершить поворот. Загорелись обе лампы — значит нужно изменить скорость движения.

Справа и слева от механика-водителя расположены лампы, включение которых говорит о том, что ствол танковой пушки вышел за габариты корпуса танка. Включаются эти лампы автоматически, специальным переключателем.

## 5. РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ЭНЕРГИИ В ТАНКЕ

Источники и потребители электрической энергии в танке размещены в различных местах корпуса и башни. Все они включены в единую электрическую бортовую сеть, номинальное напряжение которой равно  $26 \pm 4$  в.

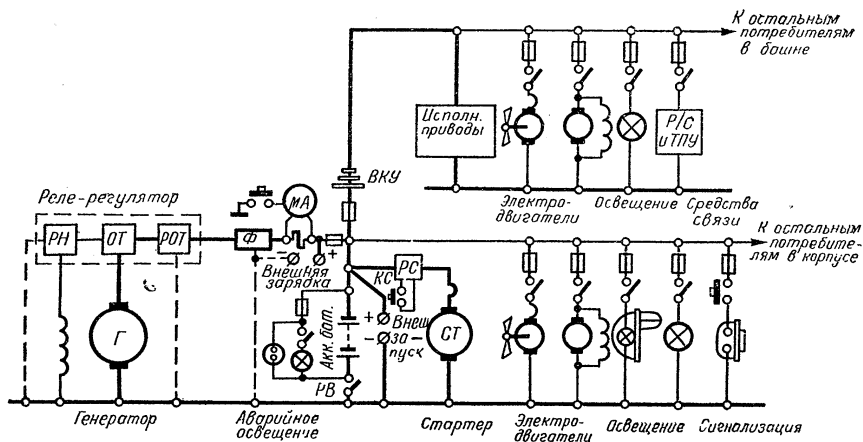


Рис. 107. Принципиальная схема электрооборудования танка

Электрическая сеть выполнена по однопроводной системе. Минусовым проводом служит корпус танка — «масса», благодаря чему почти вдвое уменьшается количество проводов, повышается надежность и ремонтпригодность электрической сети (рис. 107).

Все потребители электрической энергии подсоединены к источникам тока через приборы индивидуальной или групповой защиты (плавкие предохранители и автоматы защиты), размещенные на распределительных щитках. Кроме приборов защиты, на щитках размещена коммутационная аппаратура: выключатели, переключатели, кнопки,

переходные и соединительные колодки, штепсельные разъемы и розетки.

Роль главного рубильника — прибора, включающего аккумуляторные батареи в бортовую сеть, выполняет выключатель батарей ВВ. Когда он выключен, ни один из потребителей не получает питания, за исключением так называемого аварийного освещения, выполненного по двухпроводной системе и действующего в любом положении выключателя.

Контактная система выключателя батарей рассчитана на ток, достигающий 1500 а. Разъединение и соединение главных контактов происходит без искрения. Обеспечивают это малые, искрогасительные контакты. При включении батарей они первыми замыкают цепь, а при выключении — последними размыкаются.

Передача электрической энергии в башню танка, где размещено немало достаточно мощных потребителей, осуществляется с помощью вращающегося контактного устройства (ВКУ). Состоит оно из двух пластмассовых ступенчатых дисков. Нижний, неподвижный, укреплен на днище танка. Верхний, подвижный, вращается вместе с башней. На нем — семь токонесущих латунных дисков и одна щетка. На нижнем имеется одно токонесущее кольцо и семь щеток. Подвижный и неподвижный диски соединены стяжным болтом, который одновременно является токонесущей частью наиболее мощной силовой цепи.

В схеме электрооборудования танка применяются гибкие многожильные медные провода, переносящие тряску и вибрации. Их сечение зависит от величины тока, проходящего по тому или иному участку схемы. Так, в цепи стартера сечение проводов равно 95 мм<sup>2</sup>. Сечение проводов для освещения, электрического сигнала и других маломощных потребителей выбирают исходя из механической прочности проводов. На некоторых участках электрической сети использованы специальные кабели.

Провода состоят из медной жилы, свитой из необходимого количества нитей медной проволоки, и многослойной изоляционной оболочки. Оболочка может иметь слой вулканизированной резины, полистиролвиниловой изоляции, хлопчатобумажной, покрытой лаком, пряжи, хлопчатобумажной оплетки и оплетки из медной луженой проволоки, экранирующей провод и уменьшающей радиопомехи.

Монтаж проводов на танке выполняется весьма тщательно. Провода крепятся специальными хомутиками и маркируются (обозначаются номерами в соответствии со схемой электрооборудования).

## 6. СТАБИЛИЗАТОРЫ ТАНКОВОГО ВООРУЖЕНИЯ

Корпус движущегося танка под воздействием толчков, воспринимаемых гусеничным движителем, постоянно колеблется — совершает линейные и угловые перемещения в пространстве. Что касается линейных перемещений: продольных (подергивание), вертикальных

(подпрыгивание) и поперечных (сползание или занос), то их амплитуды и скорости сравнительно невелики и существенного влияния на действительность стрельбы из танка не оказывают.

Другое дело угловые колебания, которые бывают продольными, горизонтальными и поперечными. От продольных меняется угол возвышения орудия. При стрельбе на дальность 1000 м, например, вероятность смещения средней точки попадания равна почти 30 м по вертикали. При горизонтальных угловых колебаниях («рыскание» по курсу) нарушается точность горизонтальной наводки орудия и пулемета, что ведет к увеличению рассеивания снарядов и пуль. Лишь угловые поперечные колебания приводят к незначительным ошибкам в стрельбе. Но и тут надо учитывать, что на рассеивание снарядов отрицательно влияют еще и колебания самой пушки возникающие при увеличении люфтов в механизмах наведения и в шариковом погоне башни.

И все же советские танкисты умели стрелять с ходу. Наводчик выбирал наиболее выгодный момент для производства выстрела — когда колебания танка гасли. В этом ему помогал механик-водитель. В ходе боя он выбирал более или менее ровные участки местности и своевременно информировал об этом наводчика. И чем слаженнее действовали они, тем результативнее был огонь танка.

Определенные результаты давал и метод упреждения. Смысл его заключается в следующем. Наводчик, зная закономерность колебаний танка, нажимал на спусковой механизм за несколько мгновений до того, как центральная марка прицела, совершающего колебания вместе с танком, совместится с целью.

И все-таки, несмотря на высокую выучку экипажей танков, действительность огня при стрельбе с ходу была значительно меньшей, чем это требовалось. Поэтому конструкторы стремились найти способы улучшить условия ведения огня из движущегося танка. В частности, они улучшали характеристики ходовой части с тем, чтобы добиться плавности хода, а также разрабатывали специальные устройства, позволяющие стабилизировать прицельные приспособления или целиком все орудие.

В зависимости от назначения и конструктивных схем различают стабилизаторы линии прицеливания и линии выстрела.

Стабилизатор линии прицеливания сохраняет неизменным однажды заданное положение оптической оси прицела в пространстве. Орудие же, связанное с башней и корпусом танка, совершает колебательные движения. Выстрел происходит лишь в тот момент, когда направление оси канала ствола орудия оказывается параллельным оптической оси прицела. Следовательно, от момента нажатия на спусковой механизм до момента выстрела проходит какое-то время, называемое временем ожидания выстрела. Для сокращения этого времени применяется силовой привод, который принудительно приводит орудие в нужное положение.

Следует сказать, что впервые отечественный прицел со стабилизатором линии прицеливания в вертикальной плоскости, получивший название ТОС (танковый оптический стабилизированный), был разработан советскими конструкторами еще в 30-х годах. Его применяли для 45-мм пушки, устанавливаемой в танках Т-26 и БТ.

Стабилизатор линии выстрела предназначается для наведения и удержания в заданном направлении танковой пушки, спаренного с ней пулемета и оптического прицела, объективная часть (головка) которого жестко связана с орудием. Заметим, что стабилизировать таким образом можно пушку в вертикальной плоскости, а башню и вместе с нею и вооружение — в горизонтальной плоскости. Для этого предназначены два комплекта стабилизирующих устройств. Принцип работы стабилизаторов в вертикальной и горизонтальной плоскостях идентичен.

Стабилизаторы линии выстрела, исходя из принципа использования датчиков положения орудия — гироскопов, подразделяют на силовые, индикаторные и смешанные.

Казенная часть орудия позволяет установить достаточно мощный гироскоп, ось внутренней рамки которого параллельна оси канала ствола. Так силовая стабилизация орудия осуществлялась бы благодаря непосредственному использованию момента гироскопа. Однако такая система из-за крайней громоздкости применения на танках не получила.

В стабилизаторах индикаторного типа используются гироскопы малых размеров. Они выполняют роль гироскопических датчиков, измеряющих угловое положение объекта стабилизации и скорости его изменения. Удержание же орудия в заданном направлении обеспечивают силовые приводы, работой которых управляют сигналы гироскопических датчиков. Стабилизаторы такого типа имеют сравнительно малые габариты, они надежны и удобны в эксплуатации. Это и обусловило их преимущественное применение.

### **Элементы стабилизаторов**

Основными элементами стабилизаторов являются гироскопические датчики положения стабилизируемого объекта и исполнительные приводы, а также усилители и преобразователи электрических сигналов, механические редукторы, схемы ограничения движения стабилизируемого объекта.

Гироскопические датчики задают определенное положение стабилизируемому объекту, а в последующем фиксируют величину отклонения объекта от этого положения и скорость, с которой происходят эти отклонения.

Широко применяющийся в технике гироскоп\* представляет

\* Гироскоп (от греческого: гирос — круг, скопео — вижу). Дословно — прибор для наблюдения вращения.

собой массивное быстро вращающееся тело (ротор). Положение его оси вращения сохраняется неизменным, несмотря на толчки, удары и наклон основания, на котором он вращается. В ответ на воздействие внешней силы, прикладываемой к его оси (рис. 108), гироскоп в зависимости от направления вращения отклоняется влево или вправо, но обязательно перпендикулярно направлению действия внешней силы. Это явление называется прецессией.

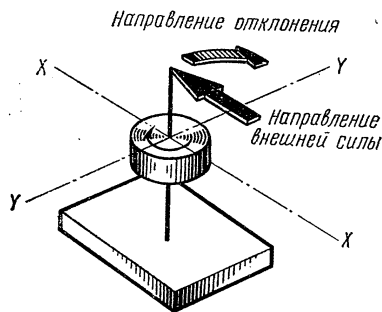
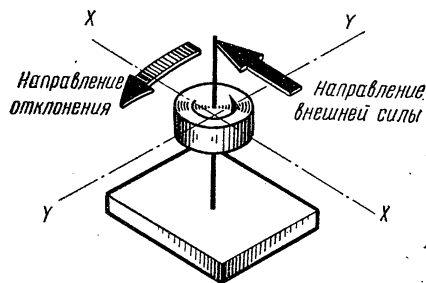


Рис. 108. Прецессия гироскопа

Вращающийся вокруг собственной оси ротор имеет одну степень свободы. Установив ось ротора  $ZZ$  в кольце, которое в свою очередь поворачивается относительно собственной оси  $YY$  (рис. 109, а), мы получим гироскоп с двумя степенями свободы (двухстепенный гироскоп).

Если основание двухстепенного гироскопа вращать вокруг оси  $X-X$ , то в силу прецессии его рамка будет стремиться повернуться вокруг оси  $Y-Y$ . Причем скорость прецессии пропорциональна скорости вращения основания гироскопа. Это позволяет использовать двухстепенный гироскоп для измерения угловой скорости поворота объекта, на котором он установлен. К оси рамки прикреплен торсион — металлический стержень, работающий на скручивание. Второй конец торсиона закреплен неподвижно. Чем больше скорость вращения двухстепенного гироскопа вокруг оси

$X-X$ , тем большим будет угол закрутки торсиона.

Гироскопический измеритель угловых скоростей движения стабилизируемого объекта — гиротаксметр — состоит из двухстепенного гироскопа и вращающегося трансформатора, ротор которого закреплен на оси рамки гироскопа, а статор — на основании (рис. 109, б).

Основание гиротаксметра крепится к орудию так, чтобы ось  $X-X$  была параллельна оси цапф орудия. При повороте орудия в цапфах, рамка гироскопа отклоняется на угол  $\alpha$ , пропорциональный угловой скорости поворота  $\omega$ . На такой же угол поворачивается и ротор вращающегося трансформатора. Величина амплитуды э. д. с., возникающей в обмотке статора трансформатора, пропорциональна скорости поворота орудия, а фаза указывает направление изменения этой скорости.

Если такой двухстепенный гироскоп снабдить третьим кольцом (рис. 110), то ротор сможет вращаться, во-первых, вокруг собствен-

ной оси  $Z - Z$ ; во-вторых, вместе с внутренним кольцом вокруг его оси  $Y - Y$  на подшипниках, укрепленных во внешнем кольце и, в-третьих, вместе с обоими кольцами вокруг оси внешнего кольца  $X - X$ . Трехстепенный гироскоп тоже обладает свойством устойчивости. Он противодействует изменению заданного положения главной оси в пространстве, в каком бы направлении не наклонялось основание гироскопа.

Свойство устойчивости трехстепенного гироскопа дает возможность использовать его в качестве гироскопического датчика, непрерывно измеряющего угловые отклонения того или иного объекта от заданного направления. Основными его частями (рис. 110, б) являются трехстепенный гироскоп (датчик угла) и вращающийся трансформатор (измеритель отклонений).

На орудии датчик угла устанавливают так, чтобы ось наружной рамки  $X - X$  была параллельна оси цапф, на которых поворачивается орудие в вертикальной плоскости, а ось внутренней рамки  $Y - Y$  параллельна оси канала ствола.

Ротор вращающегося трансформатора соединен с осью наружной рамки, а статор — с основанием гироскопа, то есть с орудием. При повороте орудия в цапфах гироскоп и, следовательно, его наружная рамка в силу присущей им устойчивости останутся неподвижными. Значит, статор трансформатора повернется относительно неподвижного ротора. В обмотке статора индуцируется э. д. с., амплитуда которой пропорциональна углу поворота, а фаза указывает направление поворота (вверх или вниз от горизонтального положения).

Используя прецессию трехстепенного гироскопа, датчик угла применяют для наведения орудия. С этой целью принудительно изменяют положение главной оси  $Z - Z$  гироскопа — повертывают

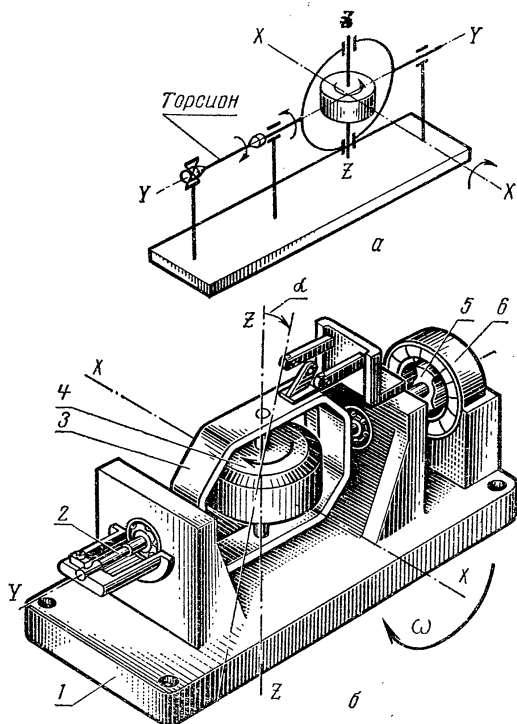


Рис. 109. Датчик угловой скорости:

а — схема двухстепенного гироскопа; б — принцип устройства датчика угловой скорости: 1 — основание; 2 — торсион; 3 — рамка гироскопа; 4 — ротор гироскопа; 5 — ротор вращающегося трансформатора; 6 — статор вращающегося трансформатора

внутреннюю рамку на определенный угол и тем самым вызывают прецессию наружной рамки.

Датчик угла снабжен системой наведения (рис. 110, в). На оси внутренней рамки крепятся роторы реверсивных электромагнитов постоянного тока, создающих момент наведения. Статорами магнитов служат плечи наружной рамки гироскопа. Управляют электромаг-

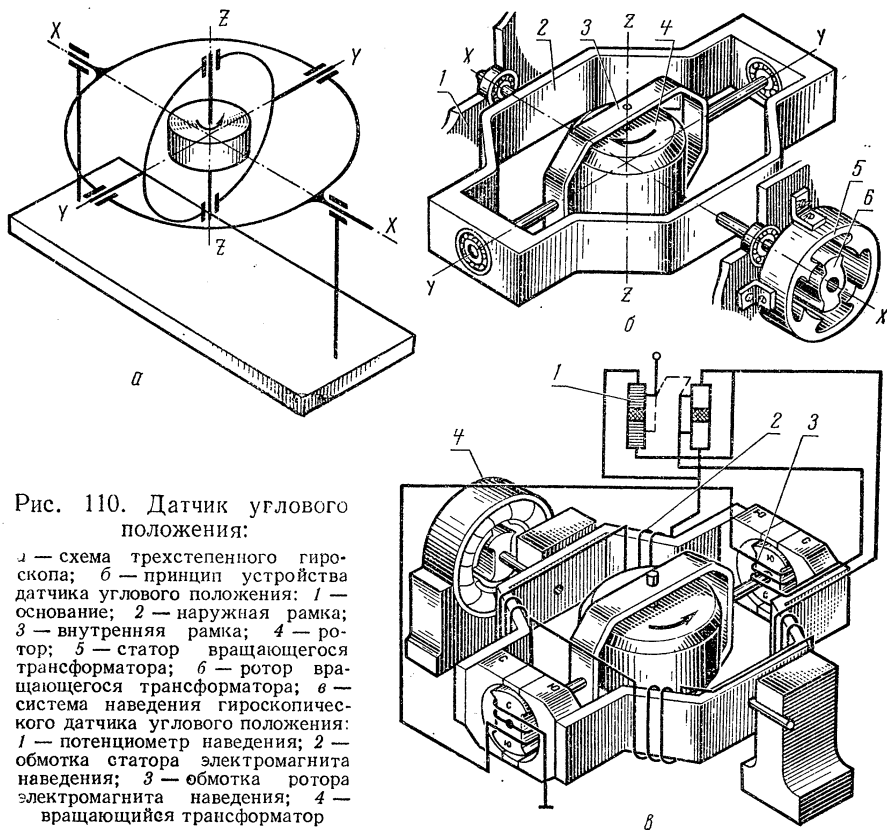


Рис. 110. Датчик углового положения:

а — схема трехстепенного гироскопа; б — принцип устройства датчика углового положения: 1 — основание; 2 — наружная рамка; 3 — внутренняя рамка; 4 — ротор; 5 — статор вращающегося трансформатора; 6 — ротор вращающегося трансформатора; в — система наведения гироскопического датчика углового положения: 1 — потенциометр наведения; 2 — обмотка статора электромагнита наведения; 3 — обмотка ротора электромагнита наведения; 4 — вращающийся трансформатор

нитами с помощью потенциометров наведения. Когда движки потенциометров находятся в нейтральном положении, обмотки статора и ротора магнита обесточены. При повороте движка обмотки подключаются к источнику питания. Величина напряжения, приложенного к обмоткам, становится пропорциональной углу поворота движка.

Чем больше напряжение, тем большей оказывается величина крутящего момента, прикладываемого к осям внутренней рамки, а следовательно, и скорость ее поворота. В результате поворота этой оси и происходит прецессия наружной рамки. Отклоняясь, она поворачивает ротор вращающегося трансформатора. В его обмотке возникает сигнал, который после усиления подается к исполнительному



приводу наведения, поворачивающему ствол орудия на соответствующий угол.

Наведение орудия прекратится, как только движок потенциометра будет возвращен в нейтральное положение.

### **Исполнительные приводы**

Автоматизированный силовой исполнительный привод наведения танкового вооружения с дистанционным управлением работает в двух режимах: стабилизации и наведения. В режиме стабилизации орудия привод по сигналам гироскопических датчиков постоянно ликвидирует («отрабатывает») рассогласования, возникающие вследствие колебаний корпуса движущегося танка. В режиме наведения привод позволяет изменять положение орудия. Управляющий сигнал, определяющий направление и скорость поворота, формирует наводчик, воздействуя на пульт управления.

В существующих приводах диапазон скоростей наведения сравнительно велик. Так, минимальная скорость наведения орудия в горизонтальной и вертикальной плоскостях равна скорости движения секундной стрелки часов. Максимальная скорость наведения орудия (башни) в горизонтальной плоскости дает возможность быстро произвести прицельный выстрел по цели, обнаруженной в пределах угла  $180^\circ$ . Максимальная же скорость в вертикальной плоскости в несколько раз меньше.

Закон распределения скоростей в зависимости от угла, на который отклоняются рукоятки пульта управления (движок потенциометра), имеет переменный характер. Участок плавного изменения скорости весьма растянут, что позволяет наводчику довольно точно и плавно сопровождать движущиеся цели. При максимальном отклонении рукояток начинается диапазон грубого наведения, когда незначительное отклонение рукояток наведения дает значительное изменение скорости наведения.

В схемах стабилизаторов широкое применение получил электропривод, работающий на постоянном токе. Такой привод состоит из исполнительного двигателя, который через редуктор оказывает воздействие на орудие или башню, источника электрической энергии, питающего исполнительный двигатель, и схемы регулирования скорости исполнительного двигателя.

Как правило, электропривод наведения танкового вооружения строится по схеме Г—Д (генератор — двигатель). Исполнительный двигатель (рис. 111) подключают к генератору постоянного тока. Напряжение генератора регулируется в широких пределах путем изменения тока в обмотке возбуждения с помощью реостата. Якорь генератора приводится во вращение специальным двигателем. Изменение напряжения, питающего исполнительный двигатель, при постоянном токе в его обмотке возбуждения позволяет достаточно

**точно** регулировать скорость вращения объекта в широком диапазоне.

Существуют также схемы приводов (рис. 112), в которых в качестве

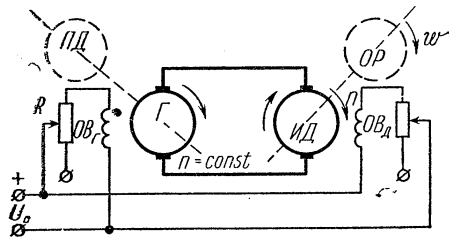


Рис. 111. Принципиальная схема электропривода при регулировании скорости по системе Г — Д:

ИД — исполнительный двигатель; Г — генератор постоянного тока;  $OB_G$  — обмотка возбуждения генератора;  $OB_D$  — обмотка возбуждения двигателя; ПД — приводной двигатель; ОР — объект регулирования; R — реостат

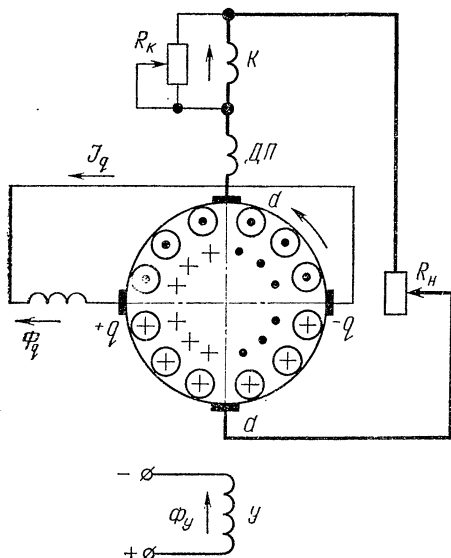


Рис. 112. Принципиальная электрическая схема электромашинного усилителя:

У — обмотка управления; Я — якорь ЭМУ;  $a - a$  — продольные полюса;  $q - q$  — поперечные полюса; K — компенсационная обмотка;  $R_H$  — нагрузка

генератора постоянного тока применен электромашинный усилитель (ЭМУ), представляющий собой электрическую машину, работающую в режиме усиления мощности, вырабатываемая ЭМУ, во много раз превышает мощность, потребляемую цепью возбуждения (цепью управления).

В ЭМУ поступает ток крайне малой величины (несколько миллиампер). Он протекает по обмотке управления У и создает небольшой магнитный поток управления  $\Phi_U$ . Под его воздействием в обмотке якоря, приводимого во вращение от приводного двигателя, который находится в одном корпусе с якорем, индуцируется э. д. с. незначительной величины (ее направление показано на схеме точками и крестиками внутри кружков, обозначающих провода). Поперечные щетки  $qq$  замкнуты накоротко, поэтому в поперечной цепи, имеющей малое сопротивление, создается ток  $I_q$  значительной величины (несколько десятков ампер). Этот ток порождает сильный поперечный магнитный поток  $\Phi_q$ . Под его влиянием в обмотке якоря индуцируется э. д. с. (направление ее показано точками и крестиками рядом с изображением проводов), которая суммируется на щетках  $d - d$  и достигает нескольких десятков вольт.

На схеме изображена компенсационная обмотка K. Ее назначение — компенсировать размагничивающий поток, который появляется в якоря при подключении к щеткам  $d - d$  нагрузки. Величина потока, создаваемого этой обмоткой, регулируется

сопротивлением компенсации  $R_k$ . Если правильно подобрать величину потока, ток нагрузки и его изменение не оказывает влияния на величину Э. д. с.

Высокий коэффициент усиления мощности, достигающей 5000—10 000, это основное, но не единственное достоинство ЭМУ. Он обладает еще одним замечательным свойством — быстродействием: практически мгновенно возбуждается и развозбуждается. А это весьма существенно для генератора, работающего в схеме электропривода наведения (рис. 113). Не трудно заметить, что в данной схеме, выполненной по схеме Г—Д с электромашинным усилителем в качестве генератора, скорость питающего его исполнительного двигателя регулируется так же, как и в схеме, приведенной на рис. 111.

В момент смещения движка потенциометра управления ПУ с нейтрального положения на обмотку управления поступает напряжение, величина и полярность которого определяются величиной и направлением смещения движка. Ток, протекающий в обмотке управления, возбуждает ЭМУ, и напряжение с него подается на исполнительный двигатель. Кстати говоря, с изменением полярности напряжения ЭМУ изменяется и направление вращения двигателя.

Применение ЭМУ дает возможность не только существенно уменьшить мощность приборов электропривода, что в свою очередь ведет к снижению веса и габаритов привода, но и улучшить характеристики работы привода. Значительного эффекта можно добиться, применив, например, так называемую жесткую отрицательную обратную связь по скорости вращения исполнительного двигателя. Для этого можно использовать тахогенератор — небольшой генератор постоянного тока, поток возбуждения в котором создается постоянным магнитом. Тахогенератор соединяют с валом исполнительного двигателя, чтобы напряжение на зажимах этого генератора было пропорционально скорости вращения исполнительного двигателя.

К потенциометру же управления тахогенератор подключают так, что величина напряжения, прикладываемого к обмотке управления, становится равной разности напряжения потенциометра и напряжения тахогенератора (на рис. 113 показано пунктиром). Если в какой-то момент нагрузка на валу исполнительного двигателя возрастет, скорость его вращения уменьшится. Соответственно уменьшится и напряжение тахогенератора. Следовательно, управляющее

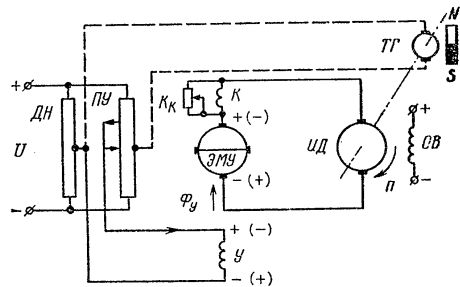


Рис. 113. Принципиальная схема электропривода с электромашинным усилителем в качестве генератора: ЭМУ — электромашинный усилитель; ПУ — потенциометр управления; ДН — делитель напряжения; У — обмотка управления; ТГ — тахогенератор; ИД — исполнительный двигатель; ОВ — обмотка возбуждения ИД

напряжение возрастет, что приведет к повышению напряжения ЭМУ, а значит и скорости исполнительного двигателя. Таким образом, благодаря жесткой отрицательной обратной связи автоматически поддерживается постоянная скорость вращения исполнительного двигателя, повышается жесткость его механических характеристик при неизменном положении движка потенциометра.

Приведенная нами схема электропривода с ЭМУ лишь иллюстрирует принципиальные возможности подобных схем. Схемы реальных электроприводов более сложные. В них введены не только жесткие, но и гибкие обратные связи, значительно повышающие жесткость

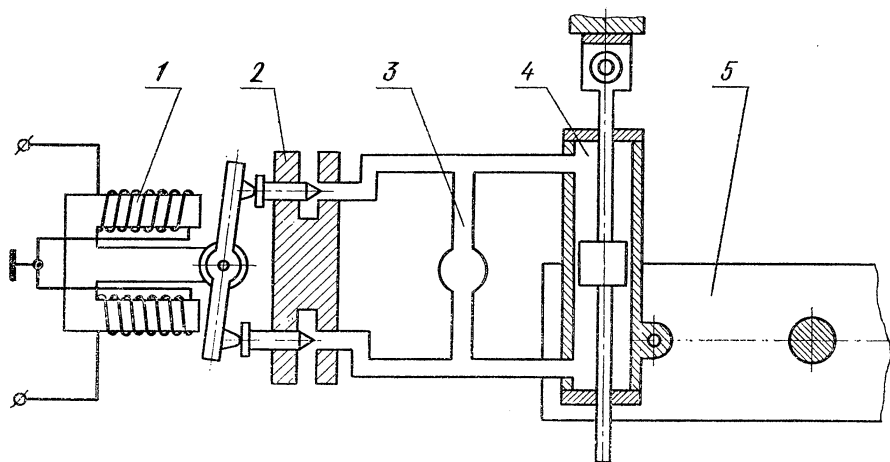


Рис. 114. Принципиальная схема электрогидравлического привода:

1 — электромагнит; 2 — клапанный регулятор; 3 — насос; 4 — исполнительный гидравлический двигатель; 5 — орудие

характеристик привода, его быстродействие и точность регулирования.

Электрические приводы наведения надежны и просты в эксплуатации. Они сравнительно несложные и дешевые в производстве. Их удобно размещать в танке. Однако по быстродействию, точности регулирования, габаритам и весу они уступают электрогидравлическим приводам.

Аппаратура электрогидравлического привода обеспечивает преобразование энергии первичного электрического двигателя сначала в кинетическую энергию потока жидкости, а затем в механическую энергию, используемую для наведения орудия в цель. Основные элементы такого привода — насосы, система регулирования и исполнительный гидравлический двигатель (рис. 114).

Насос, приводимый во вращение электрическим двигателем, преобразует его энергию в энергию потока жидкости, проходящего по трубопроводам. Работой привода управляет электромагнит, кото-

рый воздействует на клапанный регулятор, перекрывающий отверстие для слива жидкости. Роль гидравлического двигателя выполняет силовой цилиндр. Корпус его связан с орудием, а шток — с крышкой башни танка.

В гидравлических приводах стабилизаторов танкового вооружения используются либо шестеренные, либо поршневые насосы постоянной производительности.

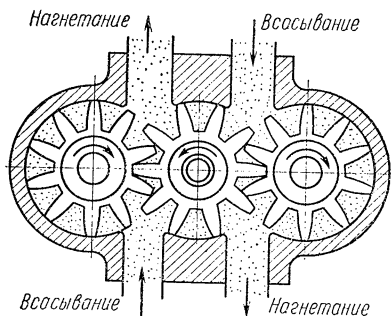
Шестеренный насос (рис. 115, а) состоит из одной или большего количества пар шестерен. Одна шестерня каждой пары связана с валом приводного электродвигателя. Во время вращения шестерен жидкость всасывается, когда зубья выходят из зацепления, и переносится зубцовыми впадинами (нагнетается), когда зубья вступают в зацепление.

Роторно-поршневой насос (рис. 115, б) отличается большей производительностью: он способен создать в системе более высокое давление. В днище насоса сделаны отверстия для входных и выходных трубопроводов. Внутри корпуса вращается блок цилиндров или ротор. В теле ротора по окружности размещены поршневые насосы. Штоки поршней упираются в наклонную шайбу, которая приводится во вращение от приводного электродвигателя. В начале вращения ведущего вала поршни совершают возвратно-поступательные движения, попеременно

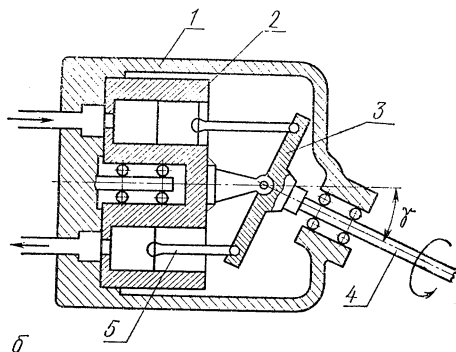
то всасывая, то нагнетая жидкость.

Производительность роторно-поршневого насоса можно менять, изменяя угол наклона шайбы. В насосах постоянной производительности этот угол равен  $30^\circ$ .

Регулирование скорости и направления перемещения поршня гидродвигателя осуществляется с помощью различного типа гидравлических регуляторов. В схеме гидропривода, показанного на рис. 114, применен клапанный регулятор. Он состоит из двух электромагнитов управления и игольчатых клапанов, которые попеременно, в зависимости от положения коромысла, могут перекрывать отверстия



а



б

Рис. 115. Насосы электрогидроприводов: а — шестеренный насос постоянной производительности; б — роторно-поршневой насос: 1 — корпус; 2 — ротор; 3 — шайба; 4 — ведущий вал; 5 — поршень со штоком

для слива жидкости. Когда коромысло находится в среднем (нейтральном) положении, сечения проходных отверстий под всеми клапанами регулятора одинаковы. Давление  $P_1$  и  $P_2$  в трубопроводах и рабочих полостях гидродвигателя также одинаково.

Если же коромысло повернется на некоторый угол, то одна из игл (в данном случае — верхняя) подойдет к седлу и проходное сечение перекрываемого ею отверстия уменьшится. Одновременно проходное сечение, перекрываемое второй иглой, увеличится. В результате давление  $P_1$  окажется больше  $P_2$  и корпус гидродвигателя начнет перемещаться относительно поршня вверх, поворачивая орудие вокруг цапф. Скорость поворота орудия будет пропорциональна разности давления в рабочих полостях гидродвигателя.

Гидравлический привод по сравнению с электрическим имеет значительно меньшую инерционность, высокие точность регулирования и быстродействие, а также гораздо большую мощность. Этими положительными качествами наряду со сравнительно малыми размерами и весом обусловлено широкое применение электрогидравлических приводов наведения в системах стабилизации.

### **Схемы стабилизаторов**

Функциональная схема одноплоскостного стабилизатора (рис. 116) представляет собой замкнутую цепь прохождения сигналов и состоит из звеньев, по которым воздействие распространяется лишь

в прямом направлении.

Регулируемую величину — угол возвышения орудия  $\varphi_3$  задает наводчик, отклоняя рукоятки пульта управления. В обмотках электромагнитов наведения, трехстепенного гироскопа — датчика угла, появляется ток, создающий момент, отклоняющий внутреннюю рамку гироскопа (см. рис. 110, в). Возникающая при этом прецессия наружной рамки влечет за собой появление тока в обмотках вращающегося трансформатора. Этот ток после усиления поступает на исполнительный привод, который поворачивает орудие до тех пор, пока наводчик не установит рукоятки пульта в исходное положение. Как видим, процесс задания регулируемой величины является в то же время и процессом полуавтоматического наведения орудия в цель.

Предположим, что во время движения танка орудие отклонилось от заданного направления. Величина истинного угла положения орудия по каналу жесткой отрицательной обратной связи передается в измерительный блок датчика угла. Здесь производится сравнение истинного  $\varphi$  и заданного  $\varphi_3$  углов положения орудия. Их разность и представляет собой угловое рассогласование  $\Delta\varphi$ , в соответствии с величиной которого вращающийся трансформатор вырабатывает электрический сигнал. После усиления этот сигнал поступает на исполнительный привод, поворачивает орудие в сторону ликвидации угла рассогласования. Как только истинное положение ствола ору-

для совпадет с заданным, сигнал на выходе вращающегося трансформатора станет равным нулю.

В процессе стабилизации ствол орудия постоянно колеблется вокруг заданного положения. Но это и необходимо, ибо стабилизатор как система автоматического регулирования реагирует лишь на рассогласование системы. Амплитуда этих колебаний зависит от характеристик датчика угла, а также точности схемы стабилизатора и ее быстродействия.

В рассматриваемой схеме стабилизатора амплитуда колебаний может быть значительной, а точность стабилизации малой. Причина здесь кроется в том, что схема реагирует на уже возникшее рассогласование с некоторым запаздыванием, которое усугубляется инер-

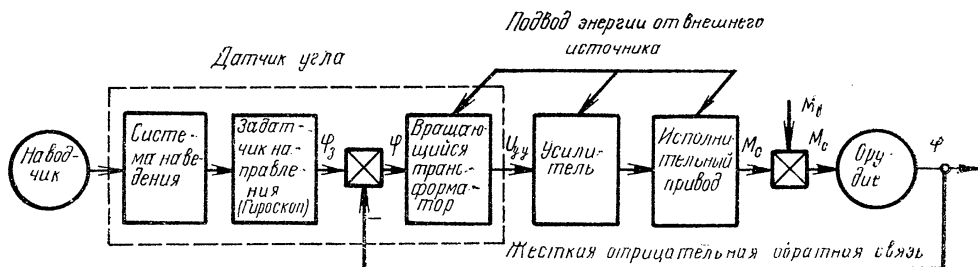


Рис. 116. Схема простейшего стабилизатора индикаторного типа с жесткой отрицательной обратной связью

цией орудия. Кроме того, в крайних положениях угол отклонения стабилизируемого орудия максимальный, а скорость перемещения равна нулю. В среднем же, близком к заданному положению, скорость оказывается максимальной. В определенных условиях колебания орудия вокруг заданного положения могли бы превратиться в незатухающие, если бы в схеме не было стабилизатора сигнала, пропорционального скорости перемещения орудия.

В качестве датчика такого стабилизатора используется двухстепенный гироскоп — гиротаксометр. Укрепленный на орудии, он формирует сигнал, пропорциональный скорости его перемещения. Этот сигнал — сигнал гибкой обратной связи — способствует уменьшению скорости перемещения орудия при его подходе к заданному положению, а также обеспечивает более быструю остановку пушки, когда она движется в сторону увеличения угла рассогласования.

Таким образом, гибкая обратная связь повышает быстродействие системы стабилизации и уменьшает ее колебательность. Регулируя величину сигналов жесткой и гибкой обратных связей, добиваются наиболее выгодного режима работы системы, при котором орудие стабилизируется в пространстве после минимального количества колебаний вокруг заданного положения.

На рис. 117 изображена принципиальная схема одноплоскостного стабилизатора индикаторного типа с электрогидравлическим исполнительным приводом.

Рассмотрение ее работы начнем с предположения, что рассогласование между истинным и заданным положением ствола орудия отсутствует, суммарный сигнал  $U_z$  на выходе гироблока 14 будет равен нулю, а токи  $I_1$  и  $I_2$  на выходе фазочувствительного усилителя 13 равны. Одинаковые токи создают одинаковые магнитные потоки

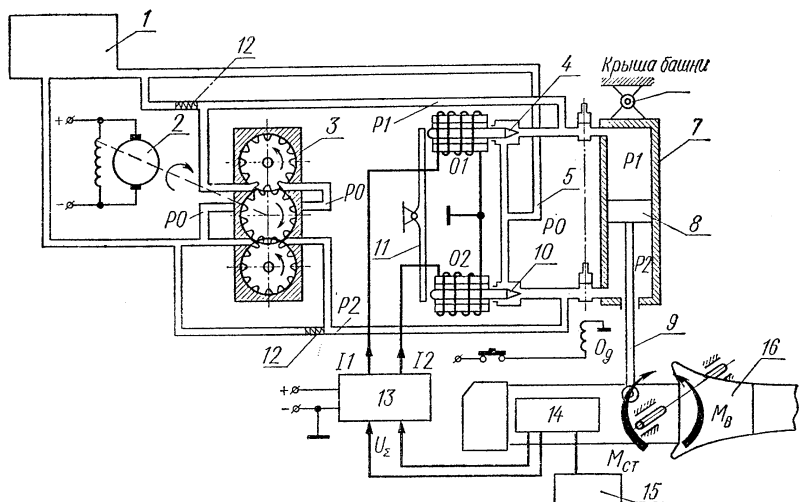


Рис. 117. Схема одноплоскостного стабилизатора индикаторного типа с электрогидравлическим исполнительным приводом:

1 — дополнительный бак; 2 — приводной двигатель шестеренного насоса; 3 — шестеренный насос; 4 и 10 — управляемые игольчатые клапаны регулятора; 5 — сливной трубопровод; 6 — шарнир; 7 — исполнительный цилиндр; 8 — поршень; 9 — шток; 11 — коромысло; 12 — предохранительные клапаны; 13 — фазочувствительный усилитель; 14 — гироблок; 15 — пульт управления; 16 — орудие

в обмотках  $O_1$  и  $O_2$ . Следовательно, оба игольчатых клапана 4—10 в одинаковой степени будут перекрывать отверстия, перепуская жидкость, нагнетаемую шестеренным насосом 3 через трубопровод 5 в дополнительный бак 1. Давление  $P_1$  и  $P_2$ , создаваемое жидкостью в верхней и нижней полостях исполнительного цилиндра 7, уравниваются, а поршень 8 останется неподвижным.

Предположим, что вследствие колебаний корпуса танка возник внешний возмущающий момент  $M_B$ , вызывавший поворот орудия в цапфах. Гироскопические датчики, расположенные в гироблоке, формируют суммарный сигнал  $U_z$ , пропорциональный углу отклонения орудия и скорости изменения этого угла. В результате происходит изменение токов  $I_1$  и  $I_2$ , а также магнитных потоков в обмотках электромагнитов  $O_1$  и  $O_2$ . В соответствии с направлением действия возмущающего момента  $M_B$  (см. рис. 117) ток  $I_2$  оказывается больше

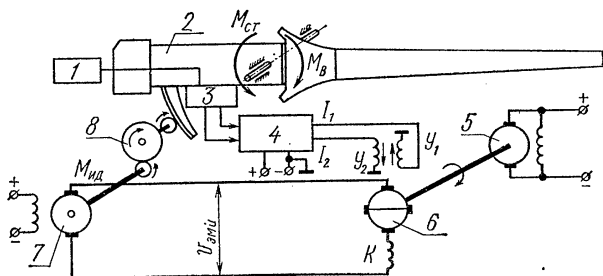


$I_1$ . Поэтому под клапаном 10 уменьшается проходное сечение отверстия, а под клапаном 5 увеличивается. Но вот сила электромагнитов уравновесилась силой давления жидкости. Давление  $P1$  в верхней полости исполнительного цилиндра уменьшается, давление  $P2$  возрастает. Поршень 8, естественно, перемещается вверх и, воздействуя на орудие через шток 9, создает стабилизирующий момент  $M_{ст}$ , компенсирующий влияние  $M_B$ .

Величина  $M_{ст}$  зависит от давления, создаваемого насосом 3 в системе. Клапаны 12 являются предохранительными. Они срабатывают, если давление в трубопроводах и цилиндре превышает допустимое значение. Само собой разумеется, что процессы, происходящие в стабилизаторе при наведении орудия в цель, протекают идентично

Рис. 118. Принципиальная схема одноплоскостного стабилизатора индикаторного типа с электромашинным исполнительным приводом:

1 — пульт управления; 2 — орудие; 3 — гироблок; 4 — фазочувствительный усилитель; 5 — приводной двигатель ЭМУ; 6 — ЭМУ; 7 — исполнительный двигатель; 8 — редуктор



после того, как на выходе гироблока появится сигнал, пропорциональный углу поворота рукояток пульта управления.

На рис. 118 изображена принципиальная схема одноплоскостного стабилизатора индикаторного типа с электромашинным исполнительным приводом, которая отличается от только что рассмотренной лишь типом привода.

Как же работает эта схема. В случае, когда положение ствола орудия соответствует заданному, токи  $I_1$  и  $I_2$  на выходе фазочувствительного усилителя 4 равны. Встречно направленные в управляющих обмотках  $U_1$  и  $U_2$  электромашинного усилителя они не возбуждают последний. Следовательно, исполнительный двигатель остается неподвижным.

Но вот под воздействием внешнего возмущающего момента  $M_B$  орудие отклонилось от заданного положения. Датчики, расположенные в гироблоке 3, формируют сигналы определенной фазы и амплитуды. В соответствии с этими сигналами происходит перераспределение величин токов  $I_1$  и  $I_2$  на выходе усилителя 4. Реагируя на суммарный магнитный поток обмоток управления  $U_1$  и  $U_2$ , электромашинный усилитель 6 возбуждается. Величина и полярность напряжения  $U_{эму}$  на его выходе определяется разностью токов в обмотках управления. Так как обмотка возбуждения исполнительного двигателя 7 питается от бортовой сети, то и направление вращения двигателя определяется полярностью напряжения  $U_{эму}$ . Момент от двигателя  $M_{ид}$  через

редуктор  $\delta$  подъемного механизма орудия прикладывается к орудию, на котором появляется стабилизирующий момент  $M_{ст}$ , компенсирующий возмущающий момент  $M_{в}$ .

В рассматриваемой схеме поворот орудия при его наведении от пульта управления осуществляется так же, как в схеме с электрогидравлическим приводом.

## **Глава XI. СРЕДСТВА СВЯЗИ. ПРОТИВОПОЖАРНОЕ ОБОРУДОВАНИЕ. СРЕДСТВА ДЫМОПУСКА**

### **1. ТАНКОВАЯ РАДИОСТАНЦИЯ**

Танк как боевая единица успешно действует в составе подразделения благодаря тому, что оснащен средством внешней связи — радиостанцией. Пользуясь ею, командир имеет возможность получать команды от старшего начальника и поддерживать связь с экипажами других боевых машин.

Конструкция танковых радиостанций такова, что они надежно работают в условиях вибрации и тряски. Их кожух достаточно герметичен, хорошо предохраняет аппаратуру от пыли. А пыль, особенно в условиях повышенной влажности, способствует ухудшению изоляции, интенсивному износу деталей.

Казалось бы, для танковых радиостанций лишние два-три килограмма не имеют никакого значения. Однако это не так. При компоновке боевых машин конструкторам приходится бороться за каждый кубический сантиметр внутреннего объема, за каждый килограмм веса. Уменьшить вес и размеры аппаратуры связи дает возможность применение малогабаритных деталей, миниатюрных радиоламп, полупроводниковых приборов.

Сравнительно малые размеры танковых радиостанций удалось получить и потому, что для их работы выбран диапазон ультракоротких радиоволн. С уменьшением длины волны резко уменьшаются габариты ламповых генераторов, антенных устройств и других элементов передатчиков и приемников.

Однако ультракороткие волны (УКВ) избраны не только и даже не столько в целях получения минимальных размеров аппаратуры. В условиях высокой насыщенности поля боя радиосредствами частоты или, как иногда говорят, каналы связи должны быть распределены так, чтобы работающие радиостанции не создавали взаимных помех. Наилучшим образом это оказалось возможным сделать именно в диапазоне УКВ. Так, на волнах длиной от 10 до 1 м одновременно может работать около 45 тыс. радиостанций — больше, чем в диапазонах коротких, длинных и средних волн вместе взятых. Немаловажно и то, что

в этом диапазоне возникает гораздо меньше помех радиоприему от разного рода энергоустановок, систем зажигания карбюраторных двигателей. А ведь на поле боя подобных источников помех великое множество и на средних и длинных волнах они весьма ощутимы.

Как известно, радиоволны распространяются либо вдоль земной поверхности, либо в направлении верхних слоев атмосферы. Энергия радиоволн, распространяющихся вдоль земной поверхности, постепенно уменьшается — рассеивается и поглощается. Чем длиннее волна, тем лучше она огибает различные предметы, неровности земной поверхности и местные предметы.

Ультракороткие волны обладают весьма плохой способностью огибать местные предметы и распространяются практически прямолинейно. По этой причине дальность радиосвязи на УКВ в условиях слабопересеченной местности составляет 20—30 километров, а на сильно пересеченной, в лесу и населенных пунктах и того меньше. Однако такие дальности для танковых радиостанций в большинстве случаев вполне достаточны. Ведь их главная задача — обеспечить связь между отдельными танками в радиосети подразделения (взвод, рота). А с точки зрения незначительности взаимных помех и скрытности связи небольшая дальность действия танковых радиостанций оказывается даже выгодной.

Танковые радиостанции просты в эксплуатации, ими могут пользоваться люди без особой специальной подготовки. Это очень важно и по другой причине. В боевой обстановке командир танка не имеет возможности совершать сложные манипуляции: все его внимание сосредоточено на наблюдении за полем боя и управлении подчиненными.

Любая танковая приемопередающая радиостанция работает в линии радиосвязи, то есть с другой станцией, расположенной от нее на некотором расстоянии. Каждая из них (рис. 119) имеет в своем составе антенну, передатчик, приемник, источники питания, а также вспомогательные приборы и устройства: ларингофон, телеграфный ключ и телефоны.

Передатчик, настроенный на ту или иную частоту, генерирует энергию переменного тока высокой частоты. Эта энергия (радиоволны определенной длины) поступает затем в антенну и излучается ею в пространство.

Некоторые танковые радиостанции могут работать как в радиотелеграфном, так и в радиотелефонном режиме. В первом случае пользуются телеграфным ключом, во втором — микрофоном, то есть устройствами, управляющими колебаниями токов высокой частоты.

Телеграфным ключом передают радиограммы по телеграфному коду, который представляет собой определенные сочетания коротких и длинных посылок — импульсов радиоволн (рис. 119, а). Точке соответствует короткая, тире — длинная серия радиоволн. Нажимая и отпуская ключ, включают и выключают передатчик на различные

промежутки времени. Когда ключ нажат, в антенну поступает ток высокой частоты и в пространство излучаются электромагнитные волны. Стоит отпустить ключ, и излучение прекращается. Управление передачей с помощью ключа называется манипуляцией.

Микрофон преобразует звуковую энергию в электрическую. Чаще всего используется угольный микрофон (рис. 119, б), отличающийся высокой чувствительностью и весьма слабым звуком. Действие такого микрофона основано на свойстве угольного порошка изменять собственное сопротивление электрическому току в зависимости от силы сжатия

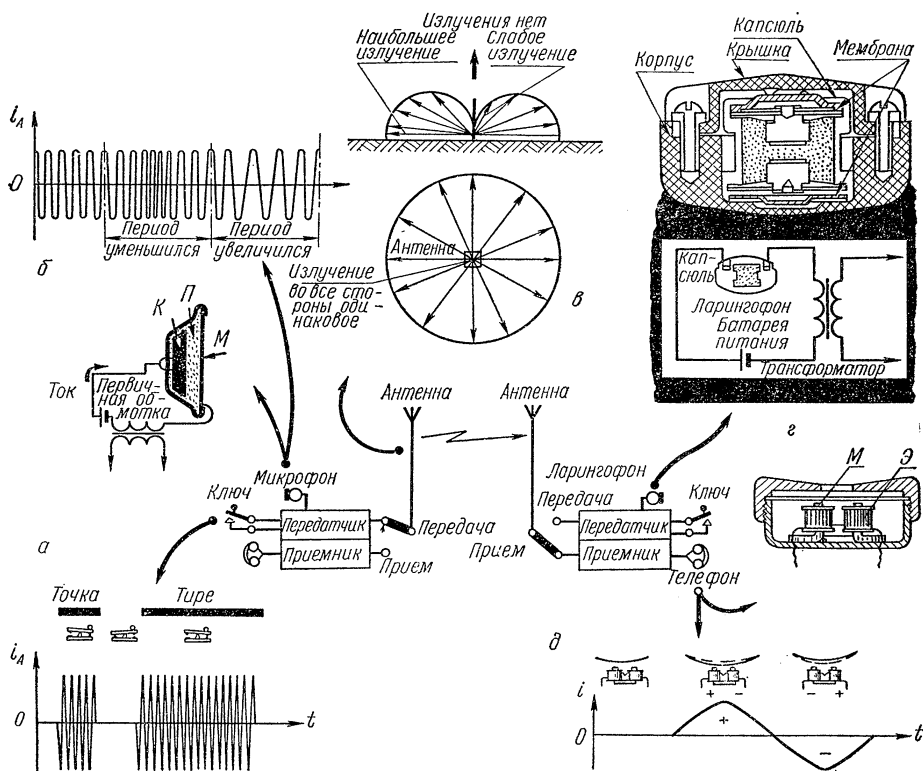


Рис. 119. Состав аппаратуры танковой радиостанции:

а — телеграфный ключ и характер изменения тока высокой частоты в антенне при передаче телеграфным кодом буквы А (· —); б — микрофон и характер изменения тока высокой частоты в антенне (частотная модуляция); К — колодка, П — порошок угольный; М — мембрана; в — излучение штыревой антенны; г — ларингофон; д — телефон и принцип его работы; М — мембрана; Э — электромагниты

зерен. Угольный порошок помещен между угольной колодкой и мембраной — тонким, упругим диском, закрепленным по окружности. Когда через эту систему проходит электрический ток, мембрана колеблется под воздействием звуковых волн и с различной силой сжимает порошок. Сопротивление, а следовательно и ток в первичной

цепи микрофона изменяются в такт речи. На вторичной обмотке микрофонного трансформатора тоже в такт с речью возникают низкочастотные колебания, которые и управляют колебаниями высокой частоты передатчика.

Этот процесс называется модуляцией. Она бывает амплитудной и частотной. При амплитудной в такт с напряжением звуковой частоты меняется амплитуда тока высокой частоты. В радиостанциях, работающих в диапазоне УКВ, чаще используется частотная модуляция, при которой в такт с низкочастотными колебаниями микрофона изменяется не амплитуда, а частота высокочастотных колебаний.

Во время движения танка в боевых условиях пользоваться микрофоном практически невозможно. Шумы, воздействуя на микрофон, создают сильные акустические помехи. Поэтому в танковых радиостанциях применяется ларингофон (рис. 119, з), который по принципу действия подобен микрофону. Разница заключается в том, что на мембрану ларингофона воздействуют не звуковые, а механические колебания гортани.

В корпусе ларингофона помещен капсюль, наполненный угольным порошком, и две мембраны. Два ларингофона, соединенные последовательно, закрепляются по обеим сторонам горла. Когда радист говорит, мембраны колеблются и воздействуют на угольный порошок. В остальном ларингофон работает так же, как микрофон.

Антенна предназначена не только для излучения в пространство электромагнитной энергии, поступающей от передатчика. Она улавливает энергию проходящих радиоволн и передает ее в приемник. Это свойство и позволило иметь на передвижных радиостанциях одну, приемо-передающую антенну.

Для связи в диапазоне УКВ на малые расстояния применяют, как правило, вертикальные штыревые антенны. Они портативны и поэтому очень удобны. Более того, такие антенны создают максимальное излучение вдоль поверхности земли, которое во все стороны распространяется одинаково (рис. 119, в).

Пересекая антенну, радиоволны наводят в ней переменную электродвижущую силу. Та в свою очередь создает в цепи антенны весьма слабый переменный ток, частота которого равна частоте принятой радиоволны, то есть частоте тока в антенне передатчика.

Так как на антенну воздействуют радиоволны множества передатчиков, в ней возникает соответствующее число колебаний высокой частоты. Выбор сигнала, излучаемого определенной станцией, обеспечивает приемник. Он же и усиливает принятый сигнал.

Приемник танковой радиостанции чувствителен к слабым сигналам и хорошо отстраивается от мешающих станций благодаря тому, что собран по так называемой супергетеродинной схеме. В этой схеме принимаемые сигналы после небольшого усиления изменяются по частоте, а затем усиливаются до необходимого уровня. Частота принятых колебаний при этом несколько понижается, что облегчает

отстройку от мешающих станций и усиление сигнала. Все это в конечном итоге повышает чувствительность приемника и его избирательность. Кроме того, приемник превращает высокочастотные колебания в низкочастотные, которые с помощью телефона преобразуются в звуковые.

В корпусе телефона (рис. 119, д) установлены постоянные магниты с электромагнитными катушками. Если тока в катушках нет, то мембрана неподвижна. Она только слегка прогибается, притягиваемая постоянными магнитами. Когда в катушках проходит переменный ток, сила притяжения магнитов меняется и мембрана колеблется в такт с низкочастотными колебаниями, возникающими на выходе детектирующих блоков приемника. Колебания мембраны порождают звуковую волну, воспринимаемую человеком.

В танковых радиостанциях приемник и передатчик построены по трансиверной\* схеме: для приемника и передатчика использованы общие лампы, генераторные и усилительные каскады. Это способствует уменьшению размеров и веса радиостанции, а также потребляемой ею энергии.

Важной особенностью трансиверной схемы является то, что приемная и передающая часть одновременно настраиваются на одну и ту же волну. Это, с одной стороны, в значительной мере упрощает работу на танковых радиостанциях. Действительно, настроив приемник на определенную частоту, можно быть уверенным в том, что и передатчик настроен на ту же частоту. С другой стороны, трансиверная схема позволяет обеспечить симплексную\*\* связь, то есть работу двух радиостанций на одной и той же волне. Как одна, так и другая может включаться на прием и на передачу попеременно.

Танковые радиостанции обеспечивают и дуплексную\*\*\* связь: два радиста, не пользуясь переключателями, ведут разговор одновременно и слышат друг друга (как по телефону). Такая связь увеличивает оперативность работы — ускоряет обмен информацией.

Надо сказать, что чисто дуплексная связь ведется на двух волнах: одна используется для передачи, другая — для приема. В противном случае корреспонденты будут «забывать» друг друга. По этой причине в ряде случаев применяют полудуплексную связь. По сути дела это симплексная связь, но с очень быстрым переходом с приема на передачу. Такой переход осуществляется либо механическим способом (нажатием на рычаг в тот момент, когда корреспондент начинает говорить), либо системой автоматического управления, срабатывающей от голоса корреспондента (автоматический симплекс). Как только корреспондент начинает говорить, радиостанция автоматически в течение

---

\* Трансивер — приемопередатчик, от английских слов транмиттер (передатчик) и ресивер (приемник).

\*\* Симплексная связь — простая связь, от английского слова «симплекс» — простой.

\*\*\* Дуплексная связь — сложная (двойная), от английского слова «дуплекс» — двойной.

0,03 секунды переключается на передачу. С прекращением разговора станция также автоматически примерно за 0,4 секунды переходит на прием.

Как уже говорилось, радиостанция может работать в определенном диапазоне волн. Широко известен способ плавной настройки на заданную волну. Однако в боевых условиях это заняло бы много времени. Поэтому предпочтительным считают беспойсковое вхождение в связь и бесподстроечную работу станции.

Бесподстроечная связь осуществляется благодаря определенному количеству фиксированных частот (волн). Поворотом рукоятки управления приемопередатчик включают на ту или иную частоту, стабильность которой поддерживается специальными схемами.

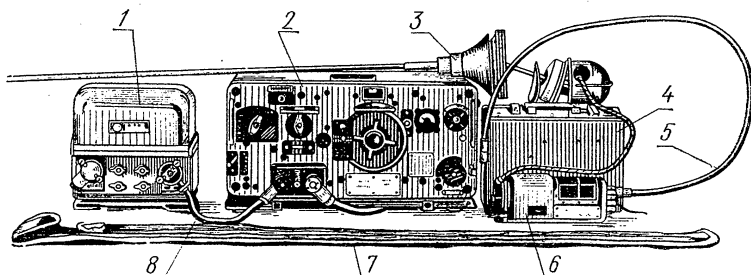


Рис. 120. Комплект танковой радиостанции:

- 1 — блок питания; 2 — приемопередатчик; 3 — антенное устройство;
- 4 — ящик с запасным имуществом; 5 — высокочастотный кабель;
- 6 — блок настройки антенны; 7 — запасная штыревая антенна в чехле;
- 8 — соединительный кабель

В танковых радиостанциях применяется кварцево-бескварцевая стабилизация частоты передатчика и кварцевая приемника. Кварцевая стабилизация обеспечивается кварцевым генератором, обладающим необходимыми для этого свойствами, а бескварцевая стабилизация — за счет резкого улучшения качества деталей колебательных контуров и их герметизации.

На танках Т-54 и ПТ-76 устанавливается ультракоротковолновая, телефонная, приемопередающая станция Р-113 (рис. 120). Она имеет 96 жестко фиксированных рабочих частот, на любой из которых обеспечено беспойсковое вхождение в связь и бесподстроечная работа. С ее помощью осуществляется телефонная симплексная связь с ручным переключением на передачу и прием и дуплексная с автоматическим управлением, а также дежурный прием (длительная работа только на прием). Антенна радиостанции штыревая. Высота ее в зависимости от количества колен равна 1—4 м. Можно пользоваться и аварийной антенной — куском изолированного провода длиной 2,5 м. К радиостанции подключаются два электромагнитных ларингофона и два низкоомных телефона. Закреплены они в шлемофоне каждого члена экипажа. Шлем предохраняет голову от ударов,

которые может получить танкист вследствие тряски, а также от акустических шумов. Отсюда и его название «шлемофон».

Приемопередатчик радиостанции установлен слева от командира танка (на плавающем танке — на борту боевого отделения, на среднем — в башне) и укреплен с помощью амортизационного устройства. Левее размещен блок питания и тоже на амортизационном устройстве. Антенное устройство укреплено в башне, а неподалеку от него — блок настройки антенны. Конструкция антенного устройства позволяет производить замену поврежденной антенны из танка. Все блоки радиостанции соединены кабелями, которые крепятся к броне специальными скобами.

Перед вхождением в связь станцию осматривают и проверяют ее работоспособность. В процессе работы на радиостанции необходимо строго соблюдать правила радиообмена, то есть обеспечивать должную дисциплину в эфире и правильную эксплуатацию аппаратуры. Особенно строгой дисциплины требует работа в дуплексном режиме, так как при каждом, не относящемся к работе на связь слове, радиостанция переключается на передачу и оно идет в эфир.

## 2. ТАНКОВОЕ ПЕРЕГОВОРНОЕ УСТРОЙСТВО

Во время движения и при ведении огня уровень шумов внутри танка достигает весьма высокой величины — 120 и более децибелл. В таких условиях членам экипажа невозможно обмениваться информацией, а командиру отдавать распоряжения голосом. Вот почему на танках применяют переговорные устройства, обеспечивающие внутреннюю телефонную связь между всеми членами экипажа и с командиром десанта, находящимся на танке.

Схема танкового переговорного устройства (ТПУ) построена таким образом, что разговор любого члена экипажа могут слышать все остальные. Один или два члена экипажа через ТПУ могут работать на радиостанции. Кроме того, любой член экипажа, как только возникает необходимость привлечь внимание остальных, может с помощью нагрудного переключателя произвести циркулярный вызов голосом. При этом абоненты, работающие на радиостанциях, автоматически переключаются на внутреннюю связь.

Комплект ТПУ среднего танка (без соединительных кабелей) показан на рис. 121. Состоит он из аппарата командира танка А-1, аппарата наводчика А-2, двух аппаратов А-3 механика-водителя и заряжающего, розетки, установленной на танке снаружи (для командира десанта), шлемофонов с ларинго-телефонной гарнитурой и нагрудных переключателей со шнурами. С помощью этих переключателей абоненты ТПУ включаются в сеть.

В аппарате командира танка смонтирован трехламповый усилитель напряжения, поступающего с электромагнитных ларингофонов и усиливаемого до уровня, обеспечивающего необходимую громкость



в телефонах абонентов. Вращая рукоятку, установленную на корпусе аппарата, громкость можно плавно регулировать.

Трехпозиционный переключатель, расположенный на лицевой панели корпуса аппарата, дает возможность командиру танка либо говорить с членами экипажа (внутренняя связь), либо переключаться для работы на радиостанциях (линейные танки оснащены одной радиостанцией типа Р-113, а на командирских машинах может быть установлена еще одна типа Р-112).

К верхней части корпуса аппарата А-1, к колодке разъема подключается шлемофон командира. На нижней части сделаны отверстия для соединительных кабелей и смонтирован выключатель ТПУ.

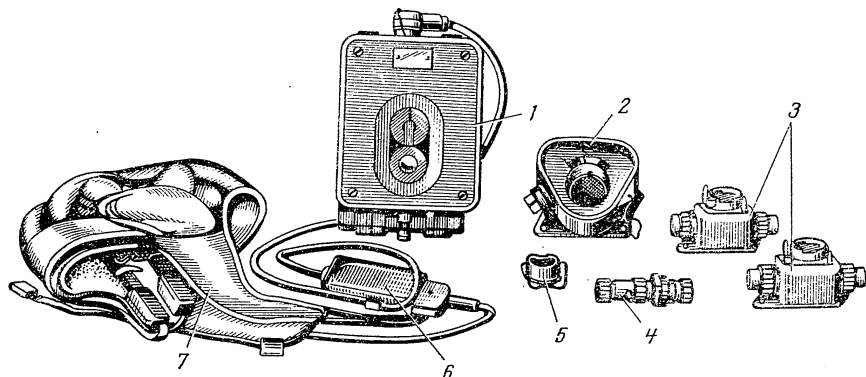


Рис. 121. Комплект аппаратуры танкового переговорного устройства:  
1 — аппарат А-1 командира танка; 2 — аппарат А-2 наводчика; 3 — аппараты А-3 механика-водителя и заряжающего; 4 — штепсельный разъем; 5 — розетка командира десанта; 6 — нагрудный переключатель со шнуром; 7 — шлемофон с ларингофонной гарнитурой

Аппарат А-2 позволяет вести внутренние переговоры с членами экипажа, а также выходить на внешнюю связь через одну из радиостанций. Означенные переключения совершаются с помощью трехпозиционного переключателя, установленного на корпусе аппарата.

Аппараты А-2 и А-3, размещенные у рабочих мест членов экипажа танка, и розетка командира десанта позволяют включаться в сеть ТПУ. Нагрудный переключатель дает возможность командиру танка и наводчику во время работы на радиостанции переключать ее с приема на передачу, а также осуществлять циркулярный вызов.

### 3. ПРОТИВОПОЖАРНОЕ ОБОРУДОВАНИЕ

Пожар в танке весьма опасен для членов экипажа. Немедленно после его возникновения очень быстро выходят из строя все системы боевой машины, начинают взрываться боеприпасы. Бороться с очагами пожара внутри танка нелегко. Во-первых, доступ к ним, как правило, затруднен, а, во-вторых, горящее дизельное топливо, масло,

резину потушить трудно. Потому-то на танках и используется специальное противопожарное оборудование — ручные огнетушители, а также полуавтоматические и автоматические противопожарные установки.

Пожар тушат жидкой углекислотой и образующимся при ее испарении углекислым газом. Вытекая из баллонов, углекислота благодаря большой удельной теплоемкости и низкой температуре замерзания превращается в снег и способствует сильному понижению температуры в зоне истечения. Углекислый газ, образующийся при испарении углекислоты, не горит сам и не поддерживает горения. Смешиваясь с воздухом, он резко уменьшает содержание кислорода в заполняемом объеме. В результате прекращается доступ кислорода к очагу пожара и огонь гаснет.

Углекислый газ не вызывает коррозии металлов и отравления людей даже в случае высокой концентрации. Однако он тяжелее воздуха и скапливается в нижней части танка, вытесняя кислород. Поэтому немедленно, как только затушен пожар, необходимо провентилировать машину.

### Ручной огнетушитель

Для ликвидации незначительных очагов пожара в отделениях управления, боевом и силовом, а также снаружи танка применяется ручной огнетушитель. Размещается он в боевом отделении. Его стальной двухлитровый баллон (рис. 122) наполнен (1,4—1,5 кг) углекислотой. В горловине баллона — отверстие с конусной резьбой.

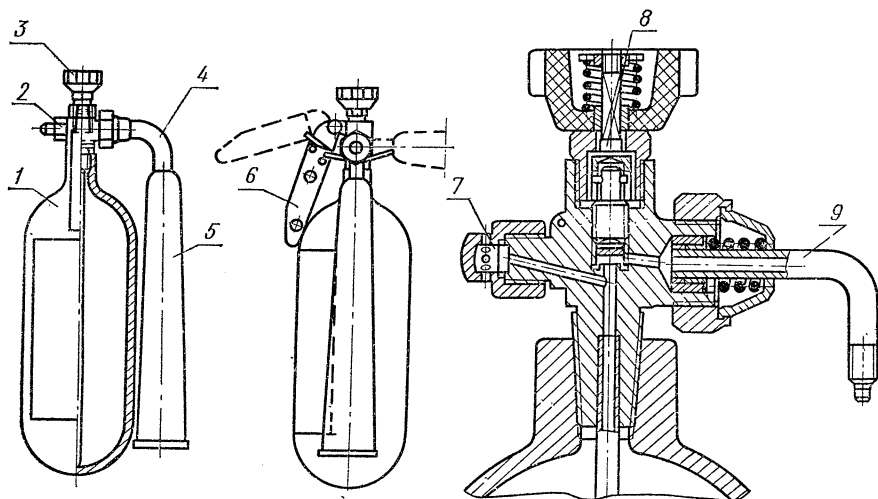


Рис. 122. Ручной углекислотный огнетушитель:

1 — баллон; 2 — предохранительный клапан; 3 — маховичек запорного вентиля; 4 — соединительная трубка; 5 — растроб; 6 — рукоятка; 7 — предохранительная мембрана; 8 — клапан; 9 — трубка

В него плотно ввертывается нижним штуцером корпус запорного вентиля.

Кроме нижнего на корпусе вентиля есть еще три штуцера. В верхнем установлен запорный клапан, перекрывающий доступ углекислоте в правый штуцер, из которого выбрасывается углекислота при тушении пожара. В левом штуцере находится предохранительное устройство, состоящее из пробки с шестью отверстиями и мембраны. Как только давление внутри баллона достигнет 160—180 кг/см<sup>2</sup>, мембрана разрывается.

К правому штуцеру накидной гайкой укреплен раструб. Его направляют в сторону очага пожара. Огнетушитель при этом держат вентилем вверх и с помощью маховичка открывают доступ углекислоте. Разряжается огнетушитель в течение 25 секунд.

### Полуавтоматическая противопожарная установка

Практически мгновенное обнаружение и эффективное тушение пожара, прежде всего в силовом отделении танка, а также в отделении управления и боевом отделении обеспечивает полуавтоматическое про-

тивопожарное оборудование (ППО). В него входят несколько баллонов с углекислотой, разветвленная система трубопроводов, под-

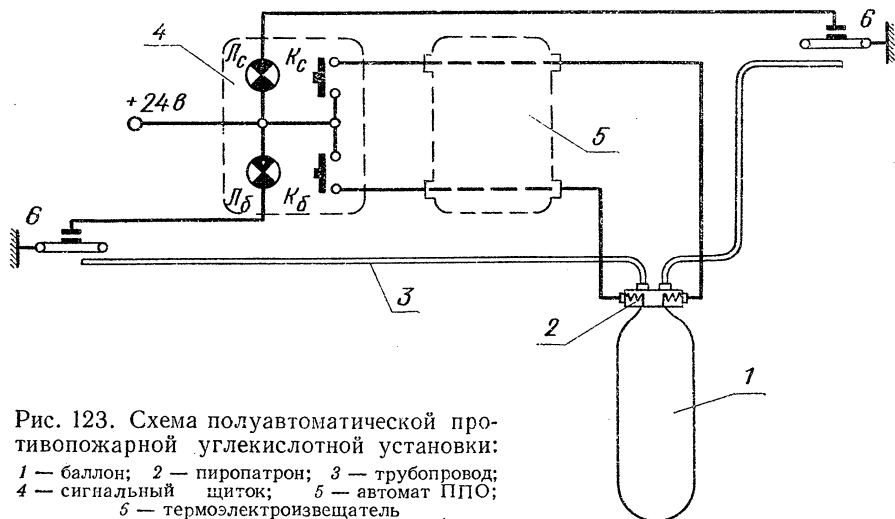


Рис. 123. Схема полуавтоматической противопожарной углекислотной установки:  
1 — баллон; 2 — пиропатрон; 3 — трубопровод;  
4 — сигнальный щиток; 5 — автомат ППО;  
6 — термоэлектронизвещатель

веденных в наиболее труднодоступные места, а также система дистанционного автоматического извещения о пожаре и ручного включения ППО в действие.

Принципиальная схема полуавтоматической установки ППО с сигнально-кнопочным управлением показана на рис. 123. Работает она следующим образом. В случае возникновения пожара, например,

в боевом отделении, срабатывает установленный здесь термоэлектронизвещатель, представляющий собой контактную систему, включенную в разрыв электрической цепи. Его основная деталь — биметаллическая (двухслойная) пластина. Изготовлена она из слоя инвара (сплав железа с никелем, почти не расширяющийся при нагревании) и слоя стали. При повышении температуры в зоне, где установлен термоэлектронизвещатель, пластина изгибается, замыкает контакты и на сигнальном щитке загорается лампочка. Этот сигнал говорит о том, что необходимо нажать на кнопку, которая включает электрозапал пиропатрона, установленного в головке одного из баллонов с углекислотой. От взрыва пиропатрона разрушается мембрана и углекислота по трубопроводу устремляется к месту пожара.

На танке Т-54, например, система ППО имеет в своем составе три пятилитровых баллона с углекислотой. Система трубопроводов от них подведена к планетарным механизмам поворота и средним топливным бакам в силовом отделении, проходит через боевое отделение к переднему топливному баку, что находится в отделении управления. Сигнальный щиток с лампами и кнопками для приведения ППО в действие установлен перед механиком-водителем. Одна кнопка как дублирующая имеется на месте заряжающего.

В составе аппаратуры полуавтоматического ППО есть специальный прибор — автомат ППО. Он отключает сработавшие баллоны, готовит к работе очередные баллоны и ведет счет сработавших баллонов.

### **Автоматическая противопожарная установка**

На некоторых танках, в том числе и на ПТ-76, применяется автоматическая установка ППО, предназначенная для тушения пожара в силовом отделении танка. От полуавтоматической она отличается тем, что срабатывание происходит без вмешательства человека, по сигналу от термоэлектрозамыкателей. Однако установка может действовать и от кнопки. Для этого ее переключают на ручную работу.

Принципиальная электрическая схема автоматической установки ППО показана на рис. 124. При возникновении пожара срабатывает один (или несколько) термоэлектрозамыкатель. В результате включаются реле автомата-переключателя и загораются сигнальная лампа и лампа, освещающая цифровой диск на автомате-переключателе. Реле втягивает сердечник и поворачивает храповик. Ползунок, жестко скрепленный с храповиком, замыкает электрическую цепь электрозапала очередного баллона. Срабатывает пиропатрон и углекислота по трубопроводам поступает в зону пожара.

Пожар прекратился и термоэлектрозамыкатель охлаждается. Цепь автомата ППО размыкается. Сердечник реле под действием пружины возвращается в исходное положение, собачка заскакивает за следующим зуб храповика. Установка готова к очередному срабатыванию.

Если при возникновении пожара автомат не сработал, надо переключить установку на ручную работу и нажать на кнопку ручного включения. Электрическая цепь замкнется помимо термоэлектрозамыкателей. Сработает очередной баллон установки.

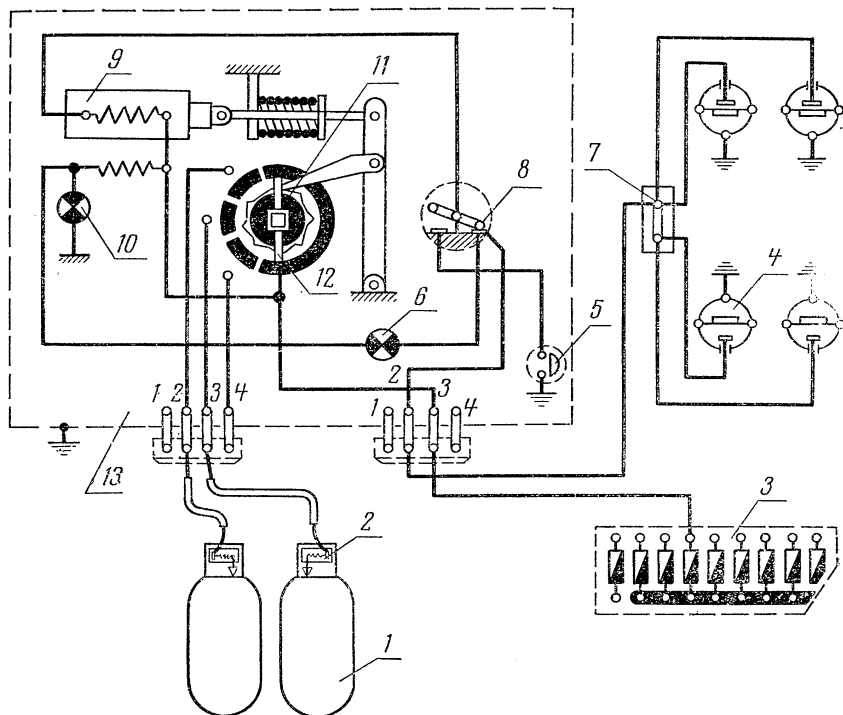


Рис. 124. Схема автоматической противопожарной углекислотной установки:

1 — баллон; 2 — пиропатрон; 3 — распределительный щиток; 4 — термоэлектрозамыкатель; 5 — кнопка ручного включения; 6 — сигнальная лампа; 7 — переходная коробка; 8 — переключатель ручной и автоматической работы; 9 — реле; 10 — лампа освещения цифрового диска; 11 — храповик; 12 — ползунок; 13 — автомат-переключатель

#### 4. СРЕДСТВА ДЫМОПУСКА

В ходе боя может возникнуть необходимость скрыть танк от визуального наблюдения. В этом случае прибегают к дымовым завесам, для чего используют либо дымовые шашки, либо специальную термокомпенсационную дымовую аппаратуру многократного действия.

На кормовом листе корпуса танка Т-54 устанавливают две дымовые шашки, заполненные специальным составом, выделяющим при горении густой белый дым. Воспламеняются они от электрозапалов. В действие такие запалы приводятся нажатием кнопок, расположен-

ных на специальном щитке, укрепленном в боевом отделении. Зажигает шашки командир танка или наводчик.

Если нужно сбросить использованные шашки или необходимо уйти, прикрываясь дымом, делают это, не выходя из танка — с помощью рукояток, расположенных в боевом отделении на правом и левом бортах танка.

На некоторых танках, в том числе на ПТ-76, для дымовых завес предназначена система дымопуска — термокомпенсационная дымовая аппаратура (ТДА). В ней в качестве дымообразующего вещества используется дизельное топливо из системы питания двигателя, которое, попав в зону высоких температур, способно интенсивно испаряться. При этом образуется парогазовая смесь, выбрасываемая в виде клуба дыма белого или светло-серого цвета. Чтобы обеспечить испарение дизельного топлива, его впрыскивают с помощью форсунок в поток отработавших газов, выбрасываемых двигателем.

Наибольшая эффективность ТДА обеспечивается в том случае, когда двигатель танка работает при максимальной нагрузке. Это повышает количество и температуру отработавших газов, выбрасываемых в выпускную трубу двигателя. Продолжительность каждого дымопуска не должна превышать 10 минут. Система ТДА позволяет многократно ставить дымовые завесы без всякой к тому подготовки.

---

# БОЕВОЕ ПРИМЕНЕНИЕ И ЭКСПЛУАТАЦИЯ ТАНКОВ

Танк создан для боя. В этом убеждает общее устройство этих боевых машин: их вооружение, приборы и специальная аппаратура, различные агрегаты и узлы, обеспечивающие высокую огневую мощь, надежную защищенность и подвижность танков на поле боя. Но в полном смысле боевой машиной танк становится лишь в руках воинов, в полной мере овладевших боевым мастерством.

Основа боевой мощи танков — огонь. Это требует прежде всего научиться правильно применять вооружение танка, знать правила стрельбы с тем, чтобы добиваться поражения противника первым же выстрелом. Огонь дополняется маневром. Следовательно, член экипажа танка, управляющий боевой машиной, должен обладать подлинным искусством в преодолении естественных и созданных противником препятствий, умением на высоких скоростях водить танк по любой местности.

Успех применения танков в конечном счете определяется его технической исправностью, готовностью к немедленным действиям. Следовательно, все члены экипажа танка должны в совершенстве знать свою машину, научиться правильно ее эксплуатировать, умело обслуживать и ремонтировать.

Одним словом, боевая выучка танкиста должна быть весьма высокой. Это тем более необходимо, если учесть, что в современном бою танки будут зачастую действовать в отрыве от основных сил. Значит каждый танкист должен обладать большим мужеством, исключительной смелостью и мастерски выполнять боевые задачи в самых трудных условиях.

## Глава X. ТАНКИ В БОЮ

### 1. ХАРАКТЕР СОВРЕМЕННОГО БОЯ

Бой — организованное вооруженное столкновение подразделений и частей воюющих сторон — ведется с целью уничтожения или пленения противника, лишения его в конечном счете способности к дальнейшему сопротивлению. Бой является единственным средством достижения победы.

На протяжении веков характер боя и способы его ведения непрерывно менялись. Наиболее революционизирующее влияние на характер боя, на тактику действий войск всегда оказывало и продолжает оказывать развитие средств вооруженной борьбы. На эту зависимость впервые указал Ф. Энгельс. Позднее В. И. Ленин сформулировал высказанную Энгельсом мысль еще более четко и лаконично: «Военная тактика, — писал он, — зависит от уровня военной техники». Иначе говоря, боевые свойства оружия и военной техники, а также в целом техническое оснащение войск являются первостепенными факторами, которые определяют способы ведения боя, а следовательно, и его характер.

В условиях, когда вооруженная борьба велась холодным оружием, бой носил, как правило, характер короткого столкновения сравнительно небольших масс войск. Противники, расположившись на избранной для сражения местности, сходились затем в плотных построениях пехоты и конницы. Маневр войск на поле боя, за исключением прямолинейного их передвижения, отсутствовал.

С появлением огнестрельного оружия важнейшим элементом боя стал огонь, который позволял поражать противника на значительном расстоянии. И в характере боя, в способах его ведения произошли коренные изменения. Возросло количество участвующих в нем родов войск. Большое значение приобрел маневр силами и средствами на поле боя.

В годы Великой Отечественной войны советские войска прорывали подготовленную оборону противника, развивали тактический, а затем оперативный успех. Сокрушали с ходу промежуточные оборонительные рубежи в оперативной глубине, преследовали противника, окружали и уничтожали его группировки. Всего этого добивались благодаря высокой подвижности подразделений и частей всех родов войск, тесного взаимодействия между ними. Основными элементами общевойскового боя были огонь, маневр и стремительный удар по войскам противника.

Современный общевойсковой бой приобрел новые характерные черты, существенно отличающие его от боя минувшей войны. И это опять-таки обусловлено тем, что войска ныне оснащены значительно более совершенной техникой, новыми средствами борьбы, среди которых главное место занимает ядерное оружие. Мощность ядерных боеприпасов чрезвычайно велика. При их взрыве живая сила и боевая техника, расположенные на большой площади, подвергаются поражению ударной волной, световым излучением и проникающей радиацией. Применение ядерного оружия может оказать сильное моральное воздействие на личный состав.

В качестве носителей ядерных боеприпасов используются ракеты и авиация. Благодаря этому ядерные удары могут наноситься на большую дальность, достигающую сотен километров.



Разрушительная сила ядерного оружия огромна. Например, если в период минувшей войны для подавления подготовленного в инженерном отношении ротного района обороны требовалось около сотни орудий и минометов, несколько тысяч артиллерийских снарядов и мин, то теперь для выполнения этой задачи потребуется только один ядерный боеприпас соответствующей мощности.

Появление ракетно-ядерного оружия оказало революционизирующее влияние на развитие и совершенствование всех родов войск и видов Вооруженных Сил. В частности, претерпели существенные организационные изменения сухопутные войска. В их составе значительно возросло количество танков, бронетранспортеров и других бронированных машин. Это повысило ударную силу частей и соединений, их маневренность, способность к стремительным боевым действиям.

Каким же стал бой, в чем проявляются его новые черты в связи с оснащением войск современным оружием и новейшей боевой техникой?

Прежде всего, применение ядерного оружия дает возможность в кратчайшие сроки наносить огромные потери противнику путем уничтожения его живой силы и боевой техники, а также разрушения оборонительных сооружений на большой глубине. В этих условиях перед сухопутными войсками стоит важная задача — как можно полнее реализовать результаты наносимых по противнику ядерных ударов, действовать в бою быстро, смело и решительно. Используя образовавшиеся бреши и разрывы в боевом построении противника, они могут совершать смелые охваты, глубокие обходы, наносить удары во фланг и тыл, стремительно продвигаться вперед с тем, чтобы не дать ему опомниться и восстановить нарушенную боеспособность. Нынешние сухопутные войска, полностью моторизованные и механизированные, способны совершать стремительные марши, быстро развертываться для боя, а в процессе наступления чередовать действия в боевых и предбоевых порядках, умело сочетая огонь и движение.

Применение противником оружия массового поражения, а также высокая подвижность войск неизбежно будут приводить к резким изменениям обстановки. Это потребует от них в короткие сроки переходить от одного вида боевых действий к другим, например, от наступления к обороне, от обороны к наступлению.

Современный бой потребует от воинов высокого напряжения, находчивости, инициативы. Исход боя будут решать решительные, смелые действия личного состава подразделений. Поэтому в современном бою, как никогда раньше, возрастает роль и значение мелких подразделений и даже отдельных экипажей боевых машин и воинов.

Современные боевые действия предъявляют высокие требования к боевой выучке, а также к морально-психологической подготовке и физической закалке воинов. Но боевые качества не приходят сами собой. Необходимо настойчиво изучать военное дело, оружие и бое-

вую технику, приобретать твердые навыки владения ими. Каждый воин должен воспитывать и развивать в себе смелость, мужество, физическую выносливость и непреклонную волю к достижению победы над противником.

## 2. РОЛЬ ТАНКОВ В БОЮ

Без участия танков в годы Великой Отечественной войны не обходилась, по существу, ни одна операция. Обладая большой огневой мощью и ударной силой, они решительно атаковали противника, уничтожали его живую силу, бронированные машины, огневые средства и другую боевую технику. Они обеспечивали стремительное продвижение атакующих стрелковых подразделений. Завершив совместно с пехотой прорыв обороны, танки вырывались на оперативный простор, смело обходили встречавшиеся узлы сопротивления противника, громили его резервы, нарушали управление, перехватывали пути отхода вражеских войск, первыми, как правило, замыкали кольцо окружения группировок и принимали активное участие в их окончательном разгроме.

В современных условиях роль танков значительно возросла. Сейчас нет, пожалуй, других боевых машин, которые обладали бы столь высокой устойчивостью к воздействию ядерного оружия, столь высокой живучестью и боеспособностью. Броня надежно предохраняет экипажи от ударной волны, светового излучения и проникающей радиации. На танках можно успешно преодолевать участки местности, зараженные радиоактивными веществами, а также разрушения, которые возникнут в результате ядерных ударов. Это позволяет современным танкам переходить в атаку непосредственно за нанесением ядерных ударов и с наибольшей эффективностью использовать их результаты. Стремительное и смелое продвижение вперед в этих условиях не даст противнику возможности восстановить нарушенную боеспособность и позволит завершить его разгром в короткие сроки.

Когда боевые действия частей и подразделений будут вестись без применения ядерного оружия, и тогда роль танков на поле боя не уменьшится. Наоборот, она возрастет. Во взаимодействии с поддерживающей авиацией, артиллерией и другими средствами они могут уничтожать живую силу и огневые средства противника, отражать контратаки его резервов и, продвигаясь в высоком темпе, расчленять его обороняющиеся войска, создавать условия для их окружения и полного уничтожения.

Танки являются мощным средством не только наступления, но и обороны. Они придают обороне большую устойчивость, обеспечивают ее высокую активность. Метким огнем с места и внезапными контратаками они способны разгромить численно превосходящего противника и обеспечить прочное удержание занимаемых рубежей.

Особое значение в современном бою приобретает организация взаимодействия — согласование действий танков с действиями мотострелковых подразделений, артиллерии, авиации и других родов войск с целью успешного выполнения поставленной боевой задачи. Это согласование намечается по целям, месту и времени. В таком же порядке танки согласовывают действия и между собой, то есть внутри танковых подразделений.

Для осуществления взаимодействия экипажам танков и личному составу других подразделений указываются единые ориентиры, сигналы, а также порядок поддержания связи. Для взаимного целеуказания между танками и боевыми средствами других родов войск применяются трассирующие пули и снаряды, дымовые шашки и гранаты, сигнальные патроны (ракеты), радиосвязь. Для своевременного предупреждения о появлении воздушного противника, о радиоактивном, химическом и бактериологическом заражении, применяются сигналы оповещения. Весь личный состав экипажей танков обязан твердо знать установленные сигналы целеуказания и оповещения.

Взаимодействие организуется до начала боя и поддерживается непрерывно в ходе его ведения. Танки, действуя совместно с мотострелковыми подразделениями, обычно в интересах их успешного продвижения, уничтожают пулеметы, минометы и другие огневые средства противника. Мотострелки в свою очередь помогают танкам преодолевать противотанковые препятствия, уничтожают гранатометчиков и расчеты других противотанковых средств, особенно ближнего боя. Артиллерия сопровождает атаку танков и мотострелков и своим огнем уничтожает живую силу врага, его артиллерию.

Немалую опасность для танков представляют противотанковые управляемые реактивные снаряды. Артиллерия и другие огневые средства должны уничтожать их в первую очередь. Большую помощь танкам в бою оказывают подразделения инженерных войск. Они помогают преодолевать минные поля и другие противотанковые препятствия, прокладывают колонные пути, специальными землеройными машинами отрывают укрытия для танков. Личный состав подразделений химической защиты содействует танкистам в ведении радиационной и химической разведки, преодолении участков, зараженных радиоактивными и химическими веществами, в дегазации и дезактивации техники и оружия, в санитарной обработке личного состава.

Возрастание роли и значения танков в современном бою обусловило увеличение их удельного веса в наших сухопутных войсках. Если в годы Великой Отечественной войны танки не входили организационно в состав стрелковых соединений и частей, а только придавались им для выполнения наиболее важных задач (например, на период прорыва обороны противника, развития наступления), то в настоящее время танковые подразделения организационно входят в состав мотострелковых частей и используются для непосредственной поддержки мотострелковых подразделений, что значительно повышает не только их

огневую, но и ударную силу. В ряде случаев танки могут выполнять самостоятельные задачи.

Опыт боевого применения убедительно доказывает, что танк силен тогда, когда полностью используются его маневренные качества. Поэтому перед началом боевых действий экипажи обязаны хорошо изучить местность, выявить наиболее опасные участки, на которых танк может застрять, и наметить пути возможного их обхода или преодоления с помощью подручных средств.

В этой связи вспоминается эпизод периода минувшей войны.

Произошел он в 1943 году, когда немецко-фашистские войска, потерпев поражение под Белгородом и Харьковом, откатывались на запад. Но на каждом выгодном для обороны рубеже они оказывали ожесточенное сопротивление. Особенно упорно обороняли шоссе Валки—Коломак. Всеми силами пытались задержать продвижение наших войск, чтобы не дать отсечь свою валковскую группировку, отходившую на Коломак, Полтаву.

В один из сентябрьских дней наши танкисты совместно с пехотой готовились к наступлению на хутор Казачий. Местность в основном оказалась благоприятной для действий танков. Только вот сразу за хутором ее разрезал глубокий овраг, по юго-западному склону которого и проходила вражеская линия обороны.

Преодолеть препятствие и обеспечить другим танкам выход на юго-западный склон оврага — такую задачу получил экипаж танка, где механиком-водителем был старшина П. Хрипков. Он тщательно изучил местность. Овраг оказался труднопроходимым — очень извилистым, глубоким и с топким дном. Но старшина П. Хрипков хорошо знал возможности своей боевой машины, в совершенстве владел мастерством вождения, да и боевой опыт за его плечами был уже немалый. Было решено преодолеть препятствие по дну оврага в направлении высокой кручи, а затем, прижимаясь к этой круче, совершить обходный маневр и внезапно обрушиться на противника в том месте, где танки не могли преодолеть овраг напрямую. За первым танком тот же путь проделали и остальные. Задачу танкисты решили успешно, и противник в короткий срок был разгромлен.

Внезапность — один из важнейших факторов успешного применения танков в бою. Нанести по противнику неожиданный удар, застичь его врасплох и заставить вести бой в невыгодных для него условиях — это значит парализовать волю врага, лишить его возможности оказывать организованное сопротивление. Для того, чтобы обеспечить внезапность, необходимо ввести противника в заблуждение о своих намерениях и действиях, сохранять в тайне замысел предстоящих действий, скрытно подготовиться к бою, жестко выполнять требования маскировки.

Высокоманевренные и стремительные действия танков создают благоприятные условия для достижения внезапности в бою. Танки, совершив скрытный и быстрый маневр, могут атаковать противника

с фланга или с тыла. Укрываясь за складками местности и за местными предметами, они могут внезапно открыть огонь по противнику. Особенно благоприятные возможности для нанесения неожиданного удара создаются при действиях в туман, дождь, снегопад и ночью. Уметь внезапно и неожиданно действовать в бою должен каждый танкист, проявляя при этом активность, инициативу, находчивость. Однако всякая полезная инициатива может проявляться только на основе глубоких и твердых знаний военного дела, боевых свойств и возможностей бронетанковой техники, умелого ее использования в бою, а также личной смелости и отваги. Ну и, безусловно, внезапные действия немислимы без знания обстановки. Надо постоянно вести наблюдение за противником, по видимым признакам определять его расположение, примерные силы и возможные намерения.

Противник в бою тоже будет стремиться к внезапности. Поэтому каждый воин должен проявлять строжайшую бдительность, полностью выполнять требования скрытного расположения и маскировки.

Боевая деятельность танков широка и многообразна. Они участвуют в ведении разведки. Им часто приходится совершать стремительные марши, упреждая противника, с ходу вступать во встречный бой. В наступлении они первыми устремляются в атаку вслед за ядерными или огневыми ударами, совместно с мотострелковыми подразделениями или самостоятельно прорывают вражескую оборону и в высоких темпах развивают наступление в оперативную глубину, с ходу форсируют водные преграды, преодолевают участки радиоактивного и химического заражения, ведут борьбу с выдвигающимися резервами противника, отражают их контратаки, а при неблагоприятной обстановке переходят к обороне и прочно удерживают занимаемые районы.

### **3. ТАНК В РАЗВЕДКЕ**

Разведка — важнейший вид обеспечения боевых действий. Она ведется с целью сбора сведений о противнике и районе предстоящих боевых действий.

Однако разведка только в том случае обеспечит успех, если ведется активно, непрерывно и целеустремленно. Активность разведки заключается в том, что личный состав экипажей танков настойчиво стремится любыми способами добыть необходимые данные, проявляя при этом находчивость, инициативу и дерзость. Непрерывность разведки означает, что она должна вестись постоянно — днем и ночью и во всех видах боевой деятельности — на марше, перед боем, в бою и после боя.

Каждый танкист, ведущий разведку, должен помнить, что ценность добытых сведений будет только тогда высокой, когда они достоверны и своевременно переданы или доставлены командиру. Несвоевременно переданные сведения, хотя и очень важные, теряют всякую ценность.

Еще хуже, когда сведения недостоверны. Они могут ввести в заблуждение командира, и он примет решение, не отвечающее действительной обстановке. А это, как правило, приводит к серьезным неудачам и излишним потерям в бою.

Танковый взвод или рота могут назначаться для ведения разведки в качестве разведывательных групп. Что касается отдельных танков, то они, действуя в составе ведущих разведку подразделений, могут находиться в основных силах (в ядре) разведывательного органа или выделяться для действий в качестве дозорной машины.

Дозорный танк высылается для осмотра местности и местных предметов с целью выявления противника. От ядра разведывательной группы он следует обычно на удалении зрительной связи с тем, чтобы можно было наблюдать за его действиями, а при необходимости поддерживать огнем. Связь с ядром осуществляется с помощью установленных сигналов, подаваемых по радио, флажками или другими сигнальными средствами, например, ракетами, а ночью, кроме того, фонарями и т. д. Однако световые сигнальные средства следует применять в исключительных случаях, чтобы не демаскировать свои действия.

Экипаж танка, действующего в дозоре, ведет разведку, как правило, наблюдением и стремится остаться незамеченным. Огонь открывает лишь при внезапной встрече с противником.

Готовясь в разведку, экипаж производит тщательный технический осмотр танка и его вооружения, устраняет обнаруженные неисправности, пополняет танк боеприпасами, горючими и смазочными материалами, запасными частями, инструментом, сигнальными средствами. Пополняются также запасы продовольствия, содержимое санитарной аптечки, проверяется состояние средств противохимической защиты, приборов радиационной и химической разведки.

К разведке готовится и каждый член экипажа в отдельности. Командир танка берет с собой бинокль, полевую книжку, карандаш, нож, компас, часы, электрический фонарь, спички, а также карту или схему с обозначенным и рассчитанным маршрутом. Никакие другие пометки, относящиеся к расположению и действиям своих войск, на эту карту не наносятся. Наводчик орудия проверяет работу приборов наблюдения и стрельбы, особенно предназначенные для ведения огня в ночных условиях, средства связи, переговорные таблицы и сигналы. Механик-водитель убеждается, что на танке хорошо закреплен шанцевый инструмент. Нанесенные на танк знаки, раскрывающие принадлежность к определенной части, закрашиваются. Все личные и служебные документы членов экипажа: письма, дневники, записные и солдатские книжки, формуляры машины и оружия — сдаются на хранение в штаб. Каждый член экипажа танка, выступающего в разведку, обязан быть особенно бдительным, сохранять военную тайну и всегда помнить о важности выполняемой задачи.

Задача экипажу на разведку ставится командиром разведывательного органа после прохождения танком исходного пункта. В задаче

указываются общие сведения о противнике, что и где надо разведать или установить. Затем сообщается допустимое удаление танка от ядра, скорость движения, маршрут и порядок движения до встречи с противником и при встрече с ним, способы поддержания связи и сигналы, а также что делать в случае, если танк выйдет из строя. При необходимости могут сообщаться направления действий соседних разведывательных органов и способы взаимного опознавания. Кроме того, всему личному составу называется пропуск, кто назначен заместителем командира.

До рубежа вероятной встречи с противником дозорный танк, чтобы выиграть время, движется по дорогам на максимальной скорости и без остановок. Наблюдение за впереди лежащей местностью и за местными предметами экипаж танка ведет на ходу через открытые люки.

После прохождения возможного рубежа встречи с противником танк, как правило, продвигается по дороге от одного удобного для наблюдения пункта к другому, не задерживая движения позади идущего подразделения. Особенно тщательно разведчики осматривают места, удобные для скрытного расположения противника и его внезапного нападения из засад.

Экипаж дозорного танка должен действовать так, чтобы все видеть, а самому оставаться невидимым для противника. Для этого надо прежде всего умело использовать местность. Когда танк достиг, например, наиболее удобного для наблюдения пункта, командир подает команду механику-водителю остановить танк. И тот останавливает машину с таким расчетом, чтобы она оказалась укрытой в складках местности или местными предметами и в то же время обеспечивалась ее маскировка и возможность наблюдения из башни. Осмотрев впереди лежащую местность сначала бегло, а затем более подробно и убедившись в отсутствии противника, командир дозорного танка подает сигнал «Путь свободен».

В дальнейшем он действует в зависимости от указаний командира подразделения, ведущего разведку. Если нет опасности встретиться с противником, дозорный танк продолжает движение к следующему удобному для наблюдения пункту. Если же есть такая опасность, то он обычно начинает движение только после того, как к нему подойдут основные силы (ядро) разведывательной группы. Такой порядок движения требует от экипажа сноровки в наблюдении и слаженности в действиях.

В процессе ведения разведки приходится осматривать населенные пункты, рощи, леса, овраги, высоты, переправы через водные преграды и т. д. Следует твердо знать приемы осмотра этих местных предметов.

При разведке населенного пункта экипаж дозорного танка предварительно осматривает его издали с удобного и укрытого пункта наблюдения и определяет, занят или не занят он противником. Если противник не обнаружен, командир дозорного танка сигналом извещает об этом командира разведывательной группы и она, приблизив-

шись к дозорному танку, располагается в укрытии. После этого дозорный танк продолжает движение, стремясь на большой скорости пройти через населенный пункт. Экипаж, в свою очередь, ведет усиленное наблюдение и готов открыть огонь. Ядро разведывательного органа в любой момент готово своим огнем поддержать действия дозорного танка (рис. 125). Выйдя на противоположную окраину населенного пункта и не обнаружив противника, командир дозорного танка подает сигнал «Путь свободен» и продолжает выполнять задачу. Вслед за ним быстро проходит через населенный пункт ядро разведыв-

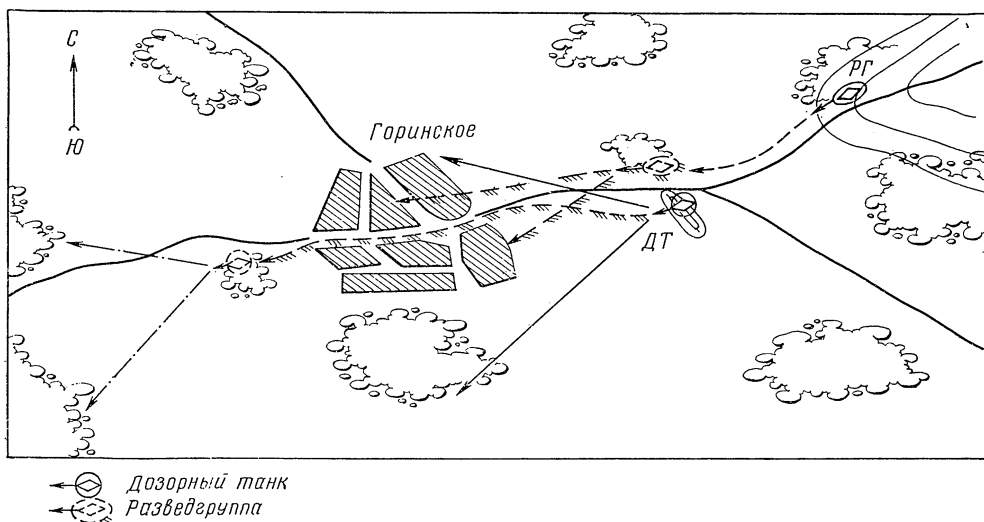


Рис. 125. Схема действия дозорного танка и ядра разведгруппы при разведке населенного пункта

вательного органа. Крупный населенный пункт осматривается аналогичным образом, но несколькими дозорными машинами.

Разведка леса начинается с осмотра опушки дозорным танком. В это время ядро разведывательного органа, располагаясь в укрытии, находится в готовности поддержать действия дозора. Если противник не обнаружен, экипаж продолжает движение по дороге или просеке. Наблюдение ведет вперед и в стороны. Особенно тщательно осматривает входы и выходы из оврагов и лощин, мосты и другие места, где возможны засады противника. По лесу ядро разведывательного органа следует за дозорным танком на сокращенной дистанции в готовности поддержать его своим огнем. Выйдя на противоположную опушку леса, дозорная машина съезжает с дороги, останавливается и экипаж осматривает впереди лежащую местность.

Разведку высот экипаж дозорного танка ведет путем наблюдения из ближайшего укрытия. При отсутствии признаков, указывающих



на наличие противника, он выдвигается вперед и, обходя высоту справа или слева, тщательно осматривает ее.

Овраги и лощины дозорный танк осматривает на ходу, не останавливаясь. Двигается по краю оврага, чтобы видеть противоположный край и просматривать овраг в глубину. Разведку теснины, гати, заболоченного участка также ведет на ходу, двигаясь по самой теснине или по ближайшим обходным путям. Ядро разведывательного органа останавливается в укрытии перед входом в теснину и готово в случае надобности поддержать огнем дозорный танк. Получив сигнал «Путь свободен», ядро быстро проходит теснину.

При разведке водной преграды и переправ через нее дозорный танк действует под прикрытием ядра разведывательного органа. Осмотр водной преграды или переправы через нее экипаж начинает с предварительного наблюдения из ближайшего укрытия. Потом один из членов экипажа выходит из машины, скрытно приближается к реке и определяет ее ширину, скорость течения, характер грунта дна, крутизну берегов, наличие заграждений на берегу и в воде, удобные места для переправы вброд. Если сохранился мост, то устанавливается его ширина и длина, грузоподъемность и состояние настила, не заминирован ли он, не подпилены ли сваи над водой и под водой.

Осмотрев реку (переправу), дозорный танк выдвигается на противоположный берег по мосту или вброд и занимает там удобный пункт для наблюдения и обстрела. В этот момент экипаж танка должен быть готов в любую минуту поддержать огнем основной состав разведывательного органа.

Во время осмотра местных предметов дозорный танк может обнаружить противника. Об этом командир танка немедленно доносит установленным сигналом командиру подразделения, не прекращая наблюдения за противником и местностью.

Внезапно столкнувшись с небольшими силами противника или захватив его врасплох, экипаж дозорного танка уничтожает или захватывает его в плен. При встрече с крупными силами, особенно с танками и мотопехотой, командир дозорного танка доносит об этом своему непосредственному командиру. Стремясь остаться незамеченным, экипаж уклоняется от встречи с противником и устанавливает за ним непрерывное наблюдение. Если противник обнаружил дозорный танк и предпринял атаку, то танк отходит к ядру, но так, чтобы увлечь за собой противника и подвести его под фланговый огонь и удар сил и средств ядра разведывательного органа.

В ходе боевых действий зачастую возникает необходимость уточнить места расположения огневых точек противника, слабо прикрытые промежулки в его боевом порядке, вскрыть замаскированные орудия, находящиеся в засаде танки и т. д. В этом случае старший командир может высылать боевой разведывательный дозор и тот выполняет свою задачу не только наблюдением, но и боем.

Действующий в составе боевого разведывательного дозора танк,

маневрируя на поле боя и умело используя складки местности, скрытно сближается с противником (рис. 126) и ведет огонь с ходу или коротких остановок по обнаруженным целям или по предполагаемым местам их нахождения. Действует смело и решительно, стремится вызвать на себя огонь противотанковых орудий и танков врага. Об обнаруженных огневых точках командир танка немедленно доносит командиру взвода и уничтожает некоторые из них своим огнем. Обнаружившие себя цели могут уничтожаться танковыми подразделениями, атакующими вслед за боевым разведывательным дозором.

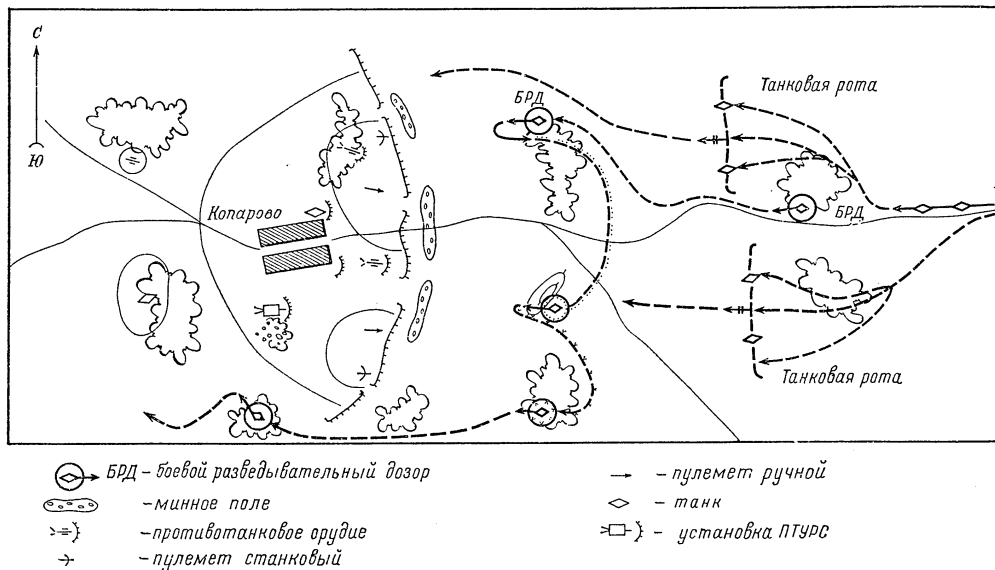


Рис. 126. Схема действия боевого разведывательного дозора

Действия в боевом разведывательном дозоре требуют от членов экипажей умело вести наблюдение за полем боя, хорошо ориентироваться на местности, проявлять смелость, инициативу и решительность. От этого зависит успех не только разведки, но и ведения боя танковым подразделением.

Походный порядок танкового взвода, действующего в составе разведывательной группы, состоит обычно из одной колонны. Дистанции между танками в колонне устанавливаются в пределах 25—50 м, в зависимости от скорости движения и условий видимости. При движении по пыльным дорогам, в гололедицу, по дорогам, имеющим крутые подъемы, спуски и повороты, а также при движении на повышенных скоростях дистанции между машинами увеличиваются.

#### 4. ТАНК НА МАРШЕ

Исключительная динамичность, маневренность и стремительность боевых действий немислима без частогс совершения войсками маршей.

Марш — это организованное передвижение войск походными колоннами из одного района в другой для выполнения определенной боевой задачи. Главная его цель заключается в том, чтобы подразделение прибыло в назначенный район точно в установленное время и в полной готовности к предстоящим действиям.

Перед маршем экипаж обязан подготовить свой танк так, чтобы были исключены вынужденные остановки и аварии и чтобы прибыть в назначенный район своевременно и в полной боевой готовности.

Получив задачу на марш, командир танка, прежде всего, уясняет ее, изучает маршрут движения, уделяя наибольшее внимание трудным участкам пути, и намечает мероприятия, проведение которых обеспечит необходимую подготовку материальной части и членов экипажа к маршу.

Изучая маршрут, он уясняет длину маршрута, через какие пункты он проходит, характер дорог и колонных путей, намеченных для движения. Изучает особенности маршрута — крутые повороты, спуски, подъемы, а также характер местности (открытая или закрытая), заболоченные участки, реки, которые, возможно, придется преодолевать, места привалов и т. д. В соответствии с этим командир танка определяет меры, которые необходимо предпринять, чтобы обеспечить непрерывное движение и успешное преодоление трудных участков на маршруте движения. Если командир танка не имеет карты, он составляет схему маршрута или записывает название населенных пунктов, через которые проходит путь движения.

После этого командир танка ставит задачу экипажу — указывает порядок подготовки к маршу, определяет сроки выполнения работ.

Экипаж приступает к выполнению своих обязанностей. Механик-водитель осматривает механизмы танка. Особое внимание обращает на состояние ходовой части, тормозов и механизмов управления, устраняет обнаруженные неисправности и с помощью остальных членов экипажа заправляет танк горючим, смазочными материалами и охлаждающей жидкостью. Тщательно изучает маршрут движения. Наводчик и заряжающий проверяют состояние вооружения, приборов наблюдения и стрельбы, устраняют обнаруженные неисправности. Затем убеждаются в полном наличии и исправности инструмента и запасных частей к вооружению, укладывают боеприпасы и подготавливают к действию радиостанцию и приборы внутренней связи.

На танки наносятся хорошо видимые в темноте знаки (обычно светящиеся). Для организованного совершения марша ночью тщательно проверяются также светомаскирующие устройства и приборы ночного видения.

По окончании работ командир танка заслушивает доклад каждого из членов экипажа и лично проверяет подготовку танка к маршу. Убедившись в полной готовности танка и экипажа к выполнению задачи, он докладывает об этом командиру взвода.

Всему личному составу, особенно механикам-водителям, предоставляется перед маршем необходимое время отдыха. Точно в назначенное командиром время все экипажи должны находиться у своих танков в полной готовности к началу движения.

На марше поддерживается установленный порядок и скорость движения. Не допускаются задержки на переправах, в теснинах, на перевалах и в населенных пунктах. Ведется непрерывное круговое наблюдение. Машины идут по правой стороне дороги, оставляя левую свободной для обгона. Ночью используются приборы ночного видения или же светомаскировочные устройства, но устройства эти на время движения по участкам, просматриваемым противником, и в светлые ночи полностью выключаются.

До завязки боя все радиостанции танков работают только в режиме «прием». Сигналы по радио подает командир, ведущий колонну. Это необходимо для того, чтобы противник не мог с помощью радиоразведки обнаружить колонну. Поэтому управление движением колонны осуществляется днем с помощью сигнальных флажков, а ночью — сигнальных фонарей. На привалах (остановках) команды, распоряжения и указания отдаются лично командиром или передаются по колонне.

Получив сигнал оповещения о воздушном противнике, танки обычно продолжают движение. Личный состав закрывает люки и переводит противогазы в положение «наготове». Зенитные пулеметы подготавливаются для ведения огня по низколетящим самолетам (вертолетам, воздушному десанту). Огонь открывается по команде (сигналу) командира взвода и ведется с ходу до отражения налета авиации противника. С получением же сигнала оповещения о радиоактивном, химическом и бактериологическом заражении весь личный состав надевает противогазы. Участки местности, зараженные радиоактивными и отравляющими веществами, преодолеваются на максимальной скорости. При запыленности дорог люки и жалюзи закрываются, а вентиляторы выключаются. По вспышке ядерного взрыва принимаются меры защиты — закрываются люки и жалюзи. Если экипажи находятся не в танке, они быстро занимают имеющиеся поблизости укрытия.

В ходе марша танк может получить повреждение, могут обнаружиться и неисправности. В этом случае экипаж должен машину поставить справа от дороги и, устранив неисправность, догнать колонну. Конечно, в такой ситуации не исключены всякие неожиданности и трудности, но танкисты обязаны сделать все, чтобы задача была выполнена. Именно так поступали советские танкисты в годы Великой Отечественной войны.

В марте 1944 года во время марша неподалеку от танка младшего лейтенанта Сивкова В. А. разорвалась авиабомба. Лопнула правая гусеница, вышла из строя радиостанция. Четыре часа танкисты меляли траки. Наконец командир танка подал долгожданную команду: «Вперед на Явкино! Догонять полк!» Не знал младший лейтенант, что командование корпуса, получив разведывательные данные о скоплении значительных сил противника в селе Явкино, приказало танковому полку не вступать в бой, а обойти село с запада и как можно быстрее продвигаться на юг.

И вот когда танк прошел окраину села, изгороди, первые домишки, противник открыл по нему огонь из автоматов и пулеметов. Только тут Сивков понял, что случилось. Но отступить было некуда. Он решил прорваться через село. Сильнее взревел двигатель. Разбрасывая комья грязи, танк помчался вперед. Грозная машина появлялась то на одной, то на другой улице, круша все на своем пути — автомобили, кухни, повозки, уничтожая огневые точки противника. Сивкову удалось создать видимость налета на село большой группы советских танков. Гитлеровцев охватила паника, и к рассвету они оставили село.

Прежде чем тронуться дальше, надо было выяснить обстановку. Но радиостанцию не удалось исправить. А тут обнаружилось, что фашисты готовятся к атаке. Наши танкисты решили до подхода своих войск удерживать село.

Весь день отбивали атаки немцев. Но боеприпасов оставалось немного. Как только стемнело, танк медленно попятился назад и вдруг сполз вниз, будто куда-то провалился, глухо стукнувшись о камни. Танк угодил в старый, основательно заросший противотанковый ров. Покидать машину танкисты не хотели: были еще пистолеты, несколько гранат и даже две противотанковые. А, главное они надеялись, что вот-вот пройдут наши.

Стойко отбивались герои. Когда боеприпасы были совсем на исходе и гитлеровцы уже кувалдой и ломом били по башне, последней связкой гранат герои-танкисты подорвали танк, а вместе с ним и фашистов...

Трудно танкистам на марше, но дисциплина должна соблюдаться при любых обстоятельствах.

После перехода назначается дневной (ночной) отдых.

Привалы обычно делаются перед трудными участками дороги или после их преодоления. Назначать привалы на хороших участках маршрута, где есть возможность двигаться на максимальной скорости, нецелесообразно, так как во время остановки, подтягивания колонны на сокращенные дистанции, а также при возобновлении движения снижается средняя скорость. Для больших привалов, дневного (ночного) отдыха выбираются районы, удобные с точки зрения маскировки и защиты от ядерного оружия: лес, овраги, лощины и другие складки местности, которые могут быть использованы в качестве укрытий.

На малых привалах построение колонн не нарушается, машины (танки) останавливаются на правой обочине дороги одна от другой

на дистанциях, установленных командиром, но не ближе 10 м. Это необходимо для того, чтобы между двумя соседними машинами могла встать при необходимости еще одна машина — отставшая от колонны, топливозаправочная, ремонтная или обгоняющая колонну, навстречу которой идет другая.

Личный состав выходит из танков только по команде своих командиров и располагается справа от дороги. В танках остаются наблюдатели за сигналами. Механикам-водителям и здесь немало работы. Нужно осмотреть машины, устранить своими силами обнаруженные неисправности, проверить крепление наружных топливных баков, инструмента — словом, произвести осмотр техники.

На большом привале и в районе дневного (ночного) отдыха подразделения располагаются в указанном месте, вдоль маршрута движения, используя защитные свойства местности и не допуская скученности. Командиры подразделений организуют непосредственное охранение, маскировку и техническое обслуживание машин. В районе дневного (ночного) отдыха воины готовят простейшие укрытия (щели), а при необходимости с помощью средств механизации отрывают и укрытия для боевой техники.

По прибытии в назначенный район командир взвода располагает танки, используя складки местности и местные предметы для укрытия и маскировки. Личный состав выполняет техническое обслуживание танков. В первую очередь танки дозаправляются горючим, пополняются боеприпасами, проверяется их вооружение, механизмы и приборы, устраняются выявленные неисправности.

Чтобы танки, совершающие марш, не подверглись внезапному нападению противника, чтобы своевременно предупредить их о воздушной, танковой и химической опасности, не допустить проникновения разведки противника к колонне, создать выгодные условия для ее развертывания и вступления в бой, организуется походное охранение. Танковый взвод, действующий в походном охранении, может быть назначен либо в состав головной, либо боковой, либо тыльной походной заставы или действовать в качестве головного, бокового или тыльного дозора. Танк действует в составе своего взвода или отдельно в качестве дозорного.

Действуя в качестве дозорного, танк движется впереди походной заставы на удалении зрительной связи. Свое движение он соотносит с движением походной заставы. Экипаж его ведет круговое наблюдение и непрерывно поддерживает зрительную связь с командиром походной заставы.

В случае обнаружения противника командир дозорной машины немедленно с помощью установленного сигнала доносит об этом командиру походной заставы и одновременно занимает выгодную позицию для наблюдения и ведения огня. При неожиданной встрече с мелкой группой противника (отдельные мотоциклы, бронетранспортеры, пехота) дозорная машина смело и решительно атакует противника

и уничтожает его своим огнем. При встрече с превосходящими силами огнем с места она сдерживает противника до подхода походной заставы.

С разворачиванием и вступлением в бой головной походной заставы дозорная машина выходит на фланг и действует как прикрытие или занимает место в боевом порядке заставы и ведет бой в составе своего подразделения (рис. 127).

При встрече с противником исключительно большую роль играет быстрота, решительность танкистов. Поучительный в этом отношении эпизод произошел 28 февраля 1944 года недалеко от Днепропетровска. Танковая рота под командованием старшего лейтенанта Изюмова действовала в головной походной заставе и следовала по своему маршруту. Утром, когда рассеялся туман, танкисты вдруг увидели по другую сторону железнодорожного полотна колонну танков и самоходных орудий противника. От неожиданности обе стороны словно замерли на несколько мгновений. Быстрее среагировал советский офицер: «К бою», скомандовал он и сам, быстро наведя пушку, дал выстрел по вражескому танку, который тут же запылал. Пока колонна фашистских машин разворачивалась в боевой порядок, наши танкисты успели подбить еще четыре машины. Замешательство врага было настолько велико, что несмотря на численное превосходство, он понес значительные потери и вынужден был отступить.

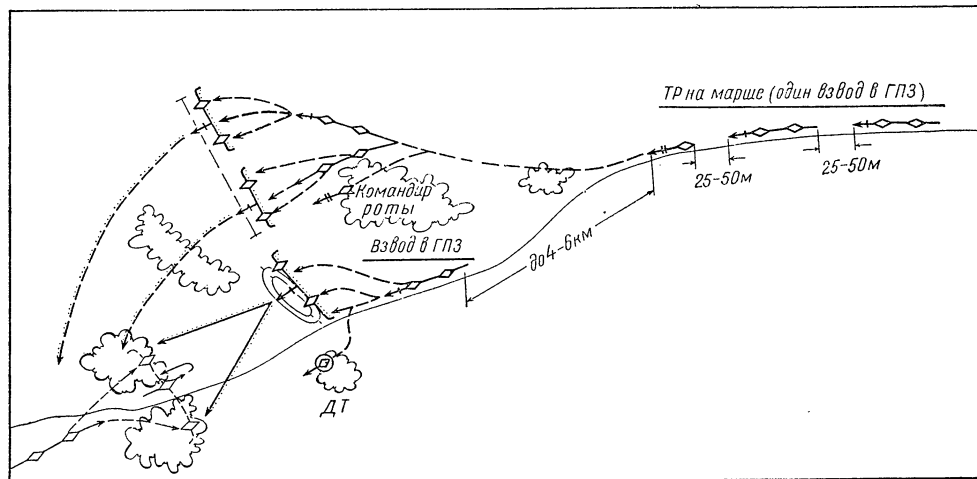


Рис. 127. Схема построения танковой роты на марше и действий при встрече с противником

После уничтожения противника дозорный танк продолжает движение в заданном направлении и выполняет поставленную перед ним задачу. Достигнув назначенного пункта, он занимает выгодную позицию, обеспечивающую наблюдение и ведение огня. Танк маскируют

от воздушного и наземного наблюдения противника. Обязанности между членами экипажа распределяет командир. Он же определяет исходные установки (данные) для ведения огня. Экипаж танка несет службу охранения до получения приказа командира походной заставы об окончании службы или до прибытия смены.

Танки нередко вступают в бой непосредственно с марша и тем самым упреждают действия противника. Такие бои называются встречными. В современных условиях каждый марш организуется и совершается так, что войска в любую минуту готовы к возможной встрече с врагом.

Танковые подразделения, как правило, совершают марш на штатных боевых машинах (рис. 128). Если подразделение, часть необходимо перебросить на большое расстояние, танки и другие гусеничные



Рис. 128. Танки на марше

машины иногда перевозятся на большегрузных автоприцепах. Чтобы обеспечить наилучшую скрытность, войска передвигаются, как правило, ночью или в условиях ограниченной видимости. Но когда того требует обстановка, особенно в ходе уже развернувшихся боевых действий, марш может совершаться и днем.

Маршевые возможности танковых войск характеризуются рядом показателей, основными из которых являются средняя скорость движения, запас хода по горючему, моторесурсам и гусеницам, физические возможности личного состава.

Средняя скорость движения танковых колонн на марше зависит от состояния дорог, времени года и суток, погоды, технического со-



стояния машин, уровня подготовленности механиков-водителей и, безусловно, от степени воздействия противника. Поэтому только танкистам, хорошо подготовленным к действиям в этих трудных условиях, по силам совершать марши и умело преодолевать любые встречающиеся на пути трудности.

Средние скорости движения танковых частей и подразделений в годы Великой Отечественной войны, когда еще на их вооружении состояли танки Т-34, достигали 20—25 км/час. Современные танки более совершенные — они имеют более высокие технические характеристики, а следовательно, и средние скорости движения танковых колонн. Запас хода танков по горючему, моторесурсам и гусеницам — все это также влияет на продолжительность и глубину передвижения и определяется совершенством конструкции, силовой установки, силовой передачи и ходовой части, надежностью их узлов и деталей.

Опыт минувшей войны и послевоенная практика обучения войск показывают, что большое влияние на маршевые возможности войск оказывает физическая подготовленность и обученность личного состава.

Самую большую нагрузку на марше испытывают механики-водители. Им непрерывно нужно следить за дорогой (маршрутом) и управлять машиной в соответствии с дорожной обстановкой. Одно это уже быстро утомляет механиков-водителей. Если же учесть еще то, что им приходится управлять танком в условиях сильной запыленности, в зной или холод, преодолевать различные препятствия, иногда вести машину в притивогазе, то становится ясно, как велико их напряжение во время марша.

На скорость движения колонн, а стало быть и на маршевые возможности войск существенное влияние оказывает уровень подготовленности водительского состава. В одинаковых условиях водители высокой квалификации ведут машины со скоростью, на 25—30 проц. превышающей скорость, с которой их ведут водители низшей квалификации. Вот почему механики-водители должны неустанно совершенствовать свое мастерство вождения боевых машин.

Организованное проведение марша требует строгого соблюдения правил, установленных соответствующими уставами. Так, чтобы обеспечить своевременное начало марша и плановость движения колонн, подразделений указываются исходный пункт и пункты регулирования, которые они должны пройти в установленное время головной колонны.

Для сохранения сил личного состава и прежде всего водителей, для проверки состояния машин, проведения их технического обслуживания и устранения неисправностей назначаются малые и большие привалы, дневной (ночной) отдых; Ночью с целью максимального использования темного времени, а также в сильные морозы, во избежание размораживания системы охлаждения машин и обмораживания личного состава, большие привалы обычно не делаются.

## 5. ТАНК В НАСТУПЛЕНИИ

В наступлении танки являются исключительно грозной боевой силой. Обороняющегося противника они могут атаковать с ходу или после занятия исходного положения.

Подготовка к наступлению начинается с прибытием танков в район сосредоточения. Здесь они располагаются один от другого на удалении 20—30 м и тщательно маскируются, дабы не понести лишних потерь под ударами авиации и от артиллерийского огня. Как правило, для

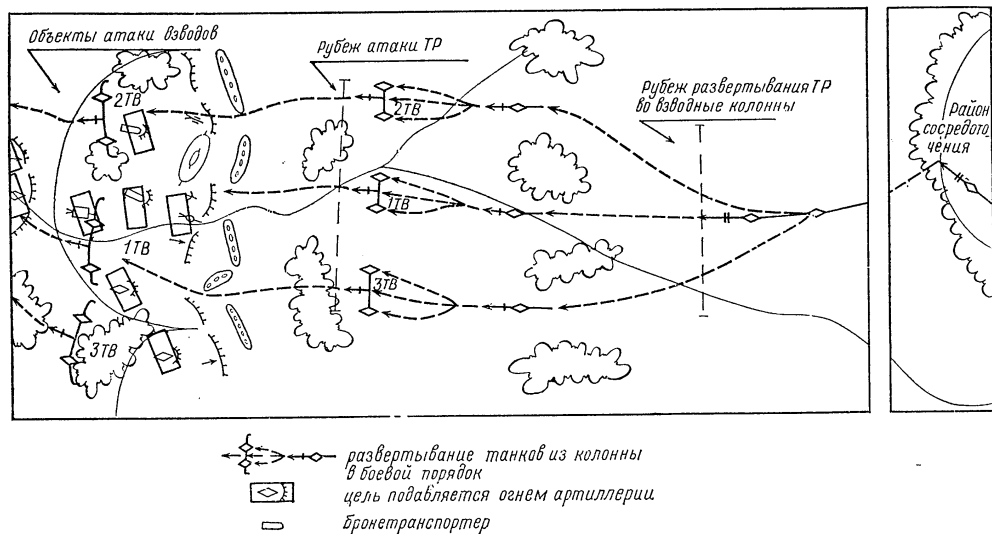


Рис. 129. Схема развертывания танковой роты при наступлении на обороняющегося противника

личного состава отрываются щели, для танков — укрытия. Чтобы противник не обнаружил готовящегося наступления, в этом районе передвижение техники и людей крайне ограничено, радиостанции работают только на прием, строго соблюдаются правила светомаскировки.

Командир танка организует подготовку материальной части и вооружения, пополнение запасов, наблюдение за воздухом и сигналами командира взвода. Задачу на наступление командир танка получает непосредственно на местности, а при наступлении с ходу, когда такая возможность может и не представиться, по крупномасштабной карте или по плану местности, но с выходом на рубеж атаки она уточняется на местности. При постановке задачи экипажу командир танка сообщает сведения о противнике, расположении его огневых средств, задачу взвода, танка и соседей, указывает ориентиры, порядок ведения огня при атаке и преодоления заграждений.

Выдвижение войск к рубежу атаки и атака осуществляются, как правило, при поддержке авиации и артиллерии. Атаке могут предшествовать и ядерные удары. Танки идут к рубежу атаки в ротной колонне, выдерживая определенную скорость движения и дистанции между машинами. С рубежа развертывания во взводные колонны командир взвода самостоятельно или по сигналу командира роты ведет танки в указанном направлении в колонне. Скорость движения взвода должна быть такой, чтобы он вышел к рубежу атаки в назначенное время и одновременно с соседними подразделениями (рис. 129).

При подходе к рубежу атаки взвод принимает боевой порядок, двигаясь на максимально допустимой скорости. После прохождения боевых порядков обороняющихся мотострелковых подразделений экипажи по команде командира взвода или самостоятельно открывают огонь по живой силе и огневым средствам противника.

Минное поле танки преодолевают по заранее проделанным проходам в порядке, установленном командиром взвода. Пока очередной танк, ведя огонь с ходу, на повышенной скорости преодолевает заграждение, остальные танки взвода прикрывают его своим огнем. Миновав минное поле, танки взвода под прикрытием огня артиллерии и других огневых средств врываются на передний край обороны противника и уничтожают его огнем и гусеницами.

Нелегко приходится танкистам в ходе наступления. Ведь чтобы успешно преодолеть современную оборону, насыщенную многочисленными противотанковыми средствами, им нужно зорко следить за полем боя и своевременно уничтожать огневые средства противника. Конечно, танки будут поддерживаться мощным огнем артиллерии, но это еще не дает полной гарантии уничтожения огневых средств противника. Большую помощь наступающим танкам будут оказывать и мотострелковые подразделения, выполняющие общую боевую задачу в тесном взаимодействии с танками (рис. 130). Но танкисты сами всегда должны быть начеку.

Танк — машина маневренная. Но даже самый искусный маневр окажется бесцельным, если он не завершён огневым ударом. Вооружение советского танка позволяет буквально в считанные секунды поражать живую силу, огневые средства и боевую технику противника на различных расстояниях. Высокая эффективность его огня обеспечивается не только при стрельбе с места, но и с ходу, днем и ночью. Однако меткий огонь возможен только в том случае, когда экипажи владеют твердыми навыками в наблюдении за полем боя, умеют быстро обнаруживать цели, выбирать наиболее выгодный момент для открытия огня.

Командир танка постоянно наблюдает за противником и местностью, выбирает наиболее выгодное направление для движения, своевременно указывает наводчику цели, корректирует огонь, поддерживает непрерывную связь с командиром взвода, следит за действиями мотострелковых подразделений. Наводчик вместе с заряжающим

метким огнем поражает живую силу, огневые средства противника, указанные ему командиром и обнаруженные им самостоятельно. Поэтому он также постоянно и зорко наблюдает за полем боя. Механик-водитель, ведя танк в заданном направлении, широко применяет маневр с тем, чтобы противнику трудно было обнаружить танк и уничтожить его прицельным огнем. Во время стрельбы по огневым средствам противника механик-водитель, стараясь обеспечить точность огня, ведет машину плавно, без рывков.

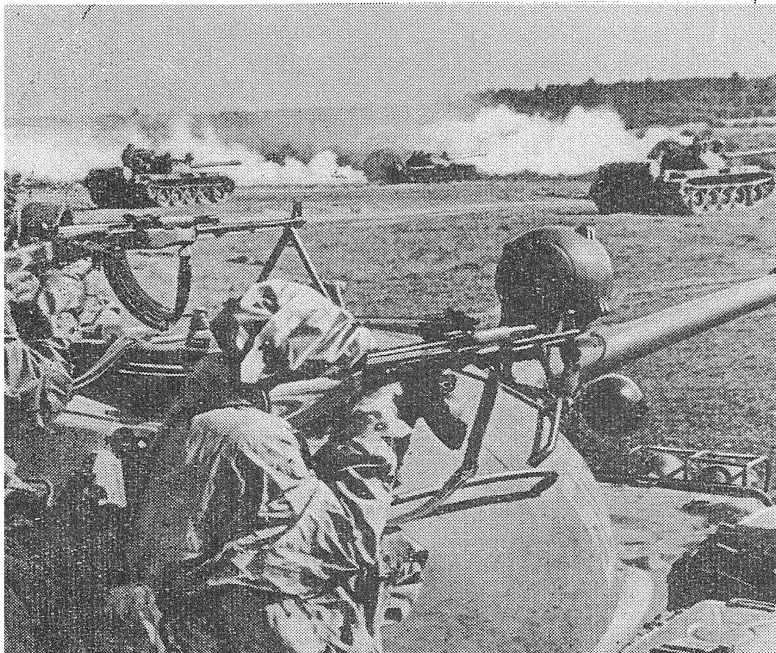


Рис. 130. Атакуют танки

В ходе наступления танкисты в первую очередь уничтожают установки ПТУРС, танки и противотанковые орудия противника, представляющие для танка наибольшую опасность. Танки и другие противотанковые средства противника, произведя несколько выстрелов с одной позиции, переходят, как правило, на запасные позиции. Поэтому экипаж очень внимательно следит за целью, стремится не упустить ее из поля зрения и поразить в удобный момент.

Поучительно в этом отношении действовал танковый взвод лейтенанта Афанасьева в период Великой Отечественной войны.

В бою за хутор противник оказывал упорное сопротивление. Подступы к хутору он контролировал тяжелым танком «тигр»,

который часто менял огневые позиции и вел огонь с места. Лейтенант Афанасьев решил уничтожить этот танк в момент, когда он будет переходить на новую огневую позицию. Для этого он отвел свой танк за высоту, замаскировал его и установил за танком противника наблюдение. Двум танкам лейтенант приказал вести огонь по вражескому танку с коротких остановок, применяясь к местности. Спустя несколько минут, танк противника, переходя на новую огневую позицию, подставил свой борт под огонь танка лейтенанта Афанасьева и с первого же выстрела был поражен.

Для успешной борьбы с противотанковыми средствами противника часто бывает необходимо сосредоточить огонь всего взвода по одной цели. Живая сила и огневые средства уничтожаются экипажами самостоятельно или по команде командира взвода.

Опорные пункты, в которых противник оказывает сопротивление, танки обычно обходят и во взаимодействии с соседями атакуют их во фланг и тыл. Для обхода используются складки местности, открытые фланги, промежутки, а также учитывается успешное продвижение вперед соседних подразделений. Если обход невозможен, противник уничтожается огнем и решительной атакой с фронта. Успех хотя бы одного танка или соседних подразделений немедленно используется для быстрого продвижения вперед.

Чтобы вести наступление в высоких темпах, танкисты должны уметь использовать результаты ядерных ударов и огня артиллерии. Если наступление будет развиваться в направлении нанесения ядерного удара, то танки во взводной колонне должны преодолеть район ядерного взрыва до подхода подразделений противника. Там, где противник надежно подавлен огнем артиллерии и где он не оказывает сопротивления, танки действуют также во взводной колонне, быстро продвигаясь вперед. При встрече с противником взвод разворачивается в боевой порядок, атакует и уничтожает его. В случае обнаружения средств ядерного нападения противника танки должны стремительно, используя скрытые подступы, выйти к этим средствам и уничтожить их сосредоточенным огнем и решительной атакой с ходу.

На своем пути танки в глубине обороны противника могут встретить различные заграждения. Минно-взрывные заграждения, завалы и другие труднопроходимые участки взвод обычно обходит. Если же обход невозможен, то танки огнем прикрывают действия подразделений инженерных войск и танков, оснащенных средствами разминирования. Преодолев заграждение по проходу, танки продолжают наступление.

При ведении боя в глубине обороны противник часто может переходить в контратаки. Небольшие контратакующие группы уничтожаются огнем с ходу и стремительной атакой. По более крупным силам противника вначале ведется огонь с выгодного рубежа, а затем танки переходят в решительную атаку.

Каждый танк в ходе наступления должен оказывать помощь соседям своим огнем и продвижением вперед.

Особо важное значение имеет тесное взаимодействие танков с мотострелковыми подразделениями. Мотострелки, имея хороший обзор, сравнительно быстро могут обнаружить и уничтожить солдат противника, вооруженных противотанковыми средствами ближнего боя. А эти средства для танков представляют очень серьезную опасность. Но танкам не страшны пулеметы противника, весьма опасные для мотострелков. Поэтому танкисты огнем из своих танков, а зачастую и гусеницами расчищают путь для быстрого продвижения мотострелков. Наибольший успех достигается, когда танкисты, мотострелки, артиллеристы и саперы действуют в постоянном и тесном взаимодействии.

Может случиться, что противнику удастся подбить танк. В случаях, если экипаж не может своими силами восстановить поврежденную машину, то в ожидании прибытия технической помощи он ведет бой из танка или вне его, что зависит от обстановки. Пушка не повреждена — значит огонь ведется до последнего снаряда и только после этого экипаж переходит к бою вне танка. Пушка повреждена, или местность не позволяет вести прицельный огонь из остановившегося танка — экипаж покидает его в порядке, установленном командиром. Сам командир всегда выходит последним. Для прикрытия экипажа дымовые шашки и гранаты выбрасываются из танка в том направлении, откуда дует ветер. Каждый из членов экипажа должен иметь при себе личное оружие и ручные гранаты. Место для обороны выбирается на таком расстоянии от танка, чтобы исключалась возможность поражения экипажа осколками артиллерийских снарядов при обстреле подбитой машины.

Стремительное продвижение в глубине обороны противника ослабляет его сопротивление и вынуждает к отходу.

Обнаружив, что враг отошел, командир танка докладывает об этом командиру взвода. Танкисты немедленно переходят к преследованию и не дают противнику возможности оторваться. Они, умело используя складки местности и другие маскирующие свойства, выходят на пути его отхода, сковывают его действия, огнем и решительной атакой наносят поражение. Встречающиеся на пути засады они обходят и уничтожают атакой с тыла.

В период преследования боевые действия ведутся непрерывно, днем и ночью, и противник оказывается не в состоянии подтянуть резервы и остановить наступающие войска. Для хорошо подготовленных танкистов ночь не помеха. Наоборот, она становится союзницей, если умело использовать ночную темноту для внезапных и решительных ударов.

Наступление ночью может начинаться с прорыва обороны противника или являться развитием дневных боевых действий. Успех такого

наступления зависит от уровня специальной выучки танкистов, их умения ориентироваться на местности в темноте и пользоваться приборами ночного видения и средствами освещения. Современные приборы ночного видения позволяют успешно вести наблюдение за противником и местностью, а также метко поражать огневые средства на значительных расстояниях. Осветительные средства используются для освещения местности и противника, ослепления его приборов ночного видения, а также для постановки световых ориентиров. Цели освещаются с таким расчетом, чтобы не освещать себя и соседей, а также не засвечивать свои приборы ночного видения.

Для того, чтобы подразделения всех родов войск отличали танки противника от наших, на них наносятся опознавательные знаки: специальные световые указки, определенного цвета габаритные фонари и т. д.

Успешный прорыв обороны противника ночью зависит и от того, насколько тщательно он подготовлен. А готовиться к нему начинают засветло. Командир взвода определяет и указывает экипажам хорошо заметные в темноте ориентиры, направление наступления взвода по азимуту и направляющий танк, сообщает порядок освещения местности и пользования приборами ночного видения, сигналы опознавания и целеуказания, порядок обозначения прохода в заграждении и способ его преодоления, знакомит с местностью всех командиров танков и механиков-водителей. Танкисты особое внимание уделяют состоянию внутреннего освещения танков, габаритных фонарей и приборов ночного видения. Все экипажи обеспечиваются осветительными и сигнальными средствами, трассирующими снарядами и патронами.

Танки выдвигаются к переднему краю в составе взвода по маршруту, обозначенному хорошо видимыми в темноте знаками. Под покровом ночи, выбрав момент, когда огонь противотанковых средств противника менее эффективен, танки стремительно врываются на передний край его обороны, огнем уничтожают живую силу и огневые средства, пользуясь приборами ночного видения. Огонь ведется также по целям, обнаруженным по вспышкам выстрелов и при освещении местности. Направление наступления подразделений периодически обозначается световыми ориентирами. Чтобы не сбиться с направления в наступлении, танки избегают сложных маневров. При организации применения осветительных средств они, как правило, наступают непосредственно в боевых порядках мотострелковых подразделений, не отрываясь от них и тесно взаимодействуя с ними.

В ходе наступления и преследования противника на пути танкистов могут быть водные преграды. Тогда они или форсируют их или переправляются через них. Форсирование — это преодоление водной преграды, противоположный берег которой обороняется противником. Преодоление водной преграды без боя называется переправой.

Форсирование водной преграды является одним из сложных видов наступления и осуществляется преимущественно с ходу. В тех случаях, когда подразделения находились в непосредственном соприкосновении с противником на водном рубеже, форсированию предшествует планомерная подготовка.

В любых условиях танкисты должны стремиться захватить с ходу мосты и переправы. Их стремительные действия, находчивость и смекалка могут сыграть здесь решающую роль. Великая Отечественная война богата примерами подобного рода.

В январе 1945 года наши войска преследовали отходящего противника, который стремился каждый водный рубеж использовать для организации обороны. По имеющимся данным, недалеко от города Новы Сонч по реке Дунаец гитлеровцы спешно готовили тыловой оборонительный рубеж. Единственный в том районе мост ими усиленно охранялся и был подготовлен к взрыву. Нам надо было во что бы то ни стало овладеть им.

Для решения этой задачи были выделены два танка, которыми командовали старшие лейтенанты Чупилко и Татишвили. План захвата моста был прост. Ночью с десантом разведчиков и саперов на броне танкам надо было пристроиться к одной из отходящих колонн врага, вместе с ней перейти на западный берег реки через мост, овладеть им и обезвредить от мин.

После небольшой подготовки танки вышли на избранное направление и скрытно расположились в кустах на одном из вероятных маршрутов отхода гитлеровцев. Вскоре показалась колонна врага. Первая машина периодически освещала дорогу кратковременными вспышками фар. Наконец проследовала последняя машина и наши танки пристроились к колонне. При подходе к мосту фашисты почуяли что-то недоброе, но было уже поздно. Советские боевые машины вихрем неслись к мосту. Встречные автомашины, тягачи шарахались в стороны, врезались в столбы, сваливались в кюветы.

С зажженными фарами танки подошли к мосту. Остановились, выключили свет. Часовой, размахивая красным фонарем, приблизился к головной машине. Разведчики обезвредили его, не дав издать ни единого звука. Красный глазок фонаря сменился зеленым, разрешая движение. Хозяевами захваченного моста стали бойцы из взвода гвардии старшины Ударцева. Они сразу начали подготовку к отражению атак противника, остававшегося на восточном берегу реки.

А танки уже прошли мост и на западной его стороне разведчики также без шума сняли охрану. Осталось предотвратить подрыв моста. Старший лейтенант Чупилко вынудил захваченного начальника охраны показать пульт управления подрывом. В последующем, умело организовав оборону, отважные танкисты сумели удержать мост до подхода главных сил нашей танковой бригады.

За взятие моста через реку Дунаец и проявленные при этом мужество и отвагу все участники смелого рейда были награждены орденами.



А гвардии старшему лейтенанту Чупилко Ивану Афанасьевичу было присвоено звание Героя Советского Союза.

При форсировании водной преграды с ходу вперед действуют, как правило, плавающие танки совместно с мотострелковыми подраз-



Рис. 131. Плавающие танки преодолевают водную преграду

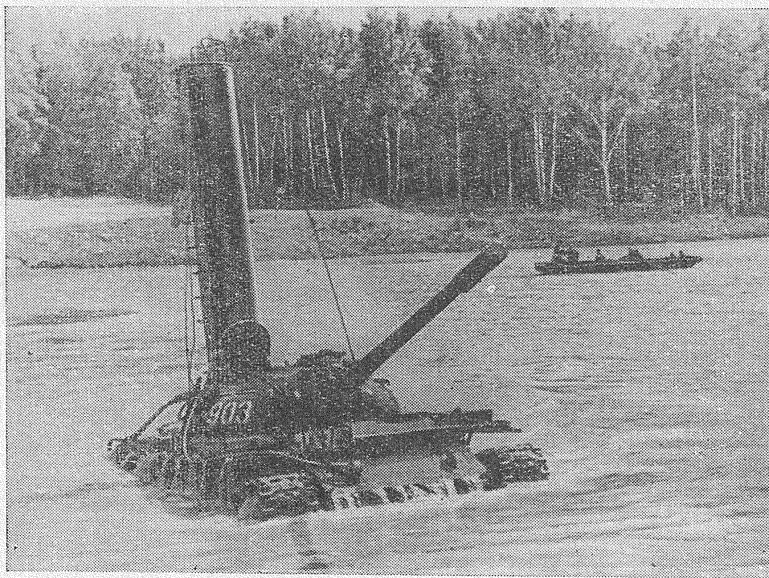


Рис. 132. Переправа танков под водой

делениями (рис. 131). После захвата противоположного берега реки средние танки в зависимости от обстановки переправляются на гусеничных самоходных паромках, вброд под водой или по мосту.

Широкое распространение получил способ переправы танков по глубоким бродам и под водой. За сравнительно короткий срок на танк устанавливается специальное оборудование для подводного вождения

и он своим ходом идет по дну довольно широкой реки, глубина которой достигает нескольких метров (рис. 132). Такой способ переправы требует от танкистов большого самообладания и умения. И, конечно, танкисты, владеющие этим способом переправы, получают большие преимущества — независимость от наличия мостов или переправочных средств.

Замечательными переправочными средствами оснащена ныне Советская Армия. Так, гусеничный самоходный паром в течение нескольких минут может быть подготовлен к переправе любого танка (рис. 133).

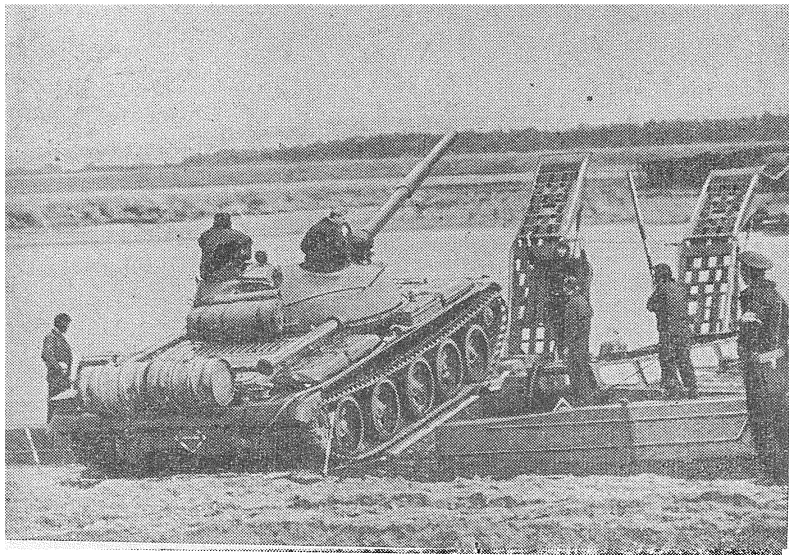


Рис. 133. Погрузка танка на гусеничный самоходный паром

В исключительно короткие сроки наши саперы способны навести из понтонно-мостовых парков мосты грузоподъемностью, позволяющей свободно переправлять все виды боевой техники.

В ходе наступления танкам подчас приходится вести боевые действия в весьма сложных условиях: в городе, в лесу, зимой.

В городе ограничены возможности наблюдения и маневра, наступающих на каждом шагу подстерегают неожиданности. Поэтому для успеха танкистам мало быть смелыми, бесстрашными и находчивыми. Им еще надо хорошо знать особенности боя в городе.

Боевые действия в городе танки ведут преимущественно вдоль улиц, переулков, на площадях, скверах, садах. Главная трудность лишь в том, что здесь нельзя полностью использовать маневренные и огневые качества танков. Противник же, наоборот, создавая завалы и баррикады, ограничивает возможности маневра наступающих и, имея большое количество противотанковых средств ближнего боя (реактив-

ные противотанковые ружья, противотанковые гранаты и др.), может нанести танковым подразделениям значительные потери. Поэтому в городе танки обычно наступают непосредственно в боевых порядках мотострелковых подразделений, тесно взаимодействуя с ними. Танки прокладывают путь мотострелкам своим мощным огнем и гусеницами, а мотострелки уничтожают вражеские противотанковые средства ближнего боя.

Тесно взаимодействуют танки и между собой: один движется по правой стороне улицы и ведет огонь по ее левой стороне, а другой, наоборот, двигаясь по левой стороне, ведет огонь по правой. Танки входят также в состав штурмовых групп, которые создаются для захвата особо прочно укрепленных противником зданий.

В лесу танки обычно наступают вдоль дорог, просек и по полянам. При небольшой толщине деревьев и в редком лесу они могут наступать повсеместно. Любой лес ограничивает возможности наблюдения, затрудняет взаимодействие и снижает темпы продвижения. В нем очень трудно своевременно обнаружить огневые средства противника и уничтожить их прицельным огнем. Поэтому, как и в городе, танки обычно наступают непосредственно в боевых порядках мотострелковых подразделений в тесном взаимодействии с ними. Мотострелки и саперы помогают танкам уничтожать противотанковые средства противника и преодолевать противотанковые заграждения, а танки своим огнем обеспечивают наступление мотострелков и действия саперов по проделыванию проходов в заграждениях.

Наступая в лесу, танки ведут огонь с коротких остановок, уничтожают противника, обороняющего завалы, просеки, дороги, поляны. По противнику, обороняющемуся на опушке леса, танки дают несколько длинных пулеметных очередей и ведут огонь из пушек осколочно-фугасными снарядами.

Вести боевые действия танкам зимой намного сложнее. Снеговой покров глубиной 70—80 см чрезвычайно затрудняет движение к объекту атаки. Даже небольшие рощи, кустарники, овраги становятся для них непреодолимыми препятствиями. Поэтому танковые подразделения обычно наступают в наиболее доступном направлении — по гребням высот, вдоль дорог, где глубина снегового покрова небольшая. Успех атаки, кроме того, во многом зависит от организации инженерного обеспечения.

Командир танка обязан знать проходимость местности в направлении атаки, обеспечить расчистку выходов с исходных позиций и оснащение танка средствами повышения проходимости, уточнить порядок оказания помощи экипажу мотострелковыми подразделениями и саперами при преодолении участков с глубоким снежным покровом.

Низкая температура менее благоприятна для работы механизмов танка и вооружения. Это обязывает экипаж точно соблюдать правила эксплуатации машины в зимних условиях и своевременно принимать меры к ее обогреву.

## 6. ТАНК В ОБОРОНЕ

Оборонительные действия ведутся с целью отразить наступление превосходящих сил противника, нанести ему как можно большие потери в живой силе и боевой технике, удержать занимаемые позиции и тем самым создать благоприятные условия для перехода в решительное наступление. Обороняющиеся своим упорными и активными действиями на переднем крае истощают силы противника, а если ему удастся вклиниться в оборону, то огнем из всех средств и контратаками уничтожают его в глубине своей обороны.

На рубеже обороны подразделения создается система огня из всех видов артиллерийского и стрелкового оружия и тесно увязывается с инженерными заграждениями и естественными препятствиями. Эта система обеспечивает создание зон сплошного, многослойного флангового и перекрестного огня перед передним краем, на флангах и в глубине обороны, а также сосредоточение огня в короткие сроки на любом угрожаемом направлении.

Система огня считается готовой, когда все огневые средства заняли указанные им огневые позиции, экипажи подготовили данные для стрельбы как днем, так и в условиях плохой видимости и имеются боеприпасы в необходимом количестве.

Танки чаще всего переходят к обороне в условиях непосредственного соприкосновения с противником. Это сложно, ибо одновременно с организацией обороны приходится вести борьбу с атакующими превосходящими силами противника.

Занятие обороны танками вне соприкосновения с противником, то есть заблаговременно, возможно в обстановке, когда точно установлены сосредоточение крупных сил противника и его намерения.

Танки в обороне могут действовать в составе своего подразделения (части) или придаваться мотострелковым подразделениям для усиления их противотанковой обороны. В зависимости от обстановки танки могут использоваться в обороне как бронированные огневые точки для ведения огня с места, в танковых засадах с целью уничтожения противника внезапным огнем, в составе резерва, а иногда и в качестве кочующих орудий.

Для отражения атак противника огнем с места для танка выбираются основная и запасные (одна или несколько) позиции с таким расчетом, чтобы обеспечивались круговая оборона, хорошая маскировка, наблюдение за полем боя и ведение огня на возможно большую дальность, имелись бы скрытые пути от одной позиции к другой. Между соседними танками устанавливается взаимная огневая связь.

Танки в обороне располагаются на обращенных к противнику или на обратных скатах высот, в складках местности и за местными предметами. При этом все подступы к переднему краю обороны должны простреливаться огнем из пушки и пулемета. Не рекомендуется выбирать позиции для танков на вершинах высот, близ отдельно стоящих

местных предметов, которые, имея характерные контуры, могут служить для противника ориентирами.

Каждому танку назначаются взаимно перекрывающиеся основные секторы обстрела, равные 20—80°. Дополнительные секторы обстрела могут быть больше основных.

Для поражения противника, развертывающегося в боевой порядок на подступах к переднему краю, каждому танку назначается участок сосредоточенного огня (30—40 м по фронту) и на дальности, позволяющей осуществлять визуальное наблюдение и корректирование стрельбы.

В каждом танковом взводе один из танков назначается дежурным. Он располагается на запасной или временной позиции и находится в постоянной готовности к уничтожению огнем разведки или отдельных групп противника, пытающихся проникнуть в расположение обороны.

Закончив подготовку данных для ведения боя, командир танка составляет карточку огня. В нее заносятся ориентиры и расстояния до них с указанием исходной установки для стрельбы ночью; основная и запасные огневые позиции, основной и дополнительный секторы обстрела; участки сосредоточенного огня взвода; позиция мотострелкового подразделения; заграждения, расположенные вблизи огневой позиции танка (рис. 134).

Подготовив огонь, экипаж танка приступает к инженерному оборудованию позиций (рис. 135). Все работы ведутся скрытно от противника. Вначале окоп для танка отрывается на основной позиции, а затем на запасных. Для обеспечения наблюдения и ведения огня местность перед позицией танка расчищается. Для боеприпасов устраиваются ниши (погребки).

Когда оборона занимается вне соприкосновения с противником и если позволяет обстановка, для оборудования окопов могут использоваться специальное инженерное оборудование и инженерные машины. Оборудуя окоп, экипаж танка должен быть постоянно готов к отражению внезапных атак противника.

С началом артиллерийской подготовки противника экипаж в полной готовности находится в танке. Огонь по атакующим танкам противника он открывает по сигналу командира взвода. По мере приближения танков темп огня увеличивается до предельного напряжения.

Атакующая пехота противника уничтожается огнем из пулемета с дальности 400—600 м. Огонь, открываемый внезапно, действует на нее ошеломляюще. Поэтому в обороне танкисты должны обладать большой выдержкой. Уничтожение ядерного оружия, установок ПТУРС и других наиболее важных целей осуществляется сосредоточенным огнем танкового взвода или роты.

Если атака противника перед позицией танка отражена, экипаж переносит огонь по противнику, атакующему соседей. На запасные позиции танки переходят только по приказу командира роты, используя

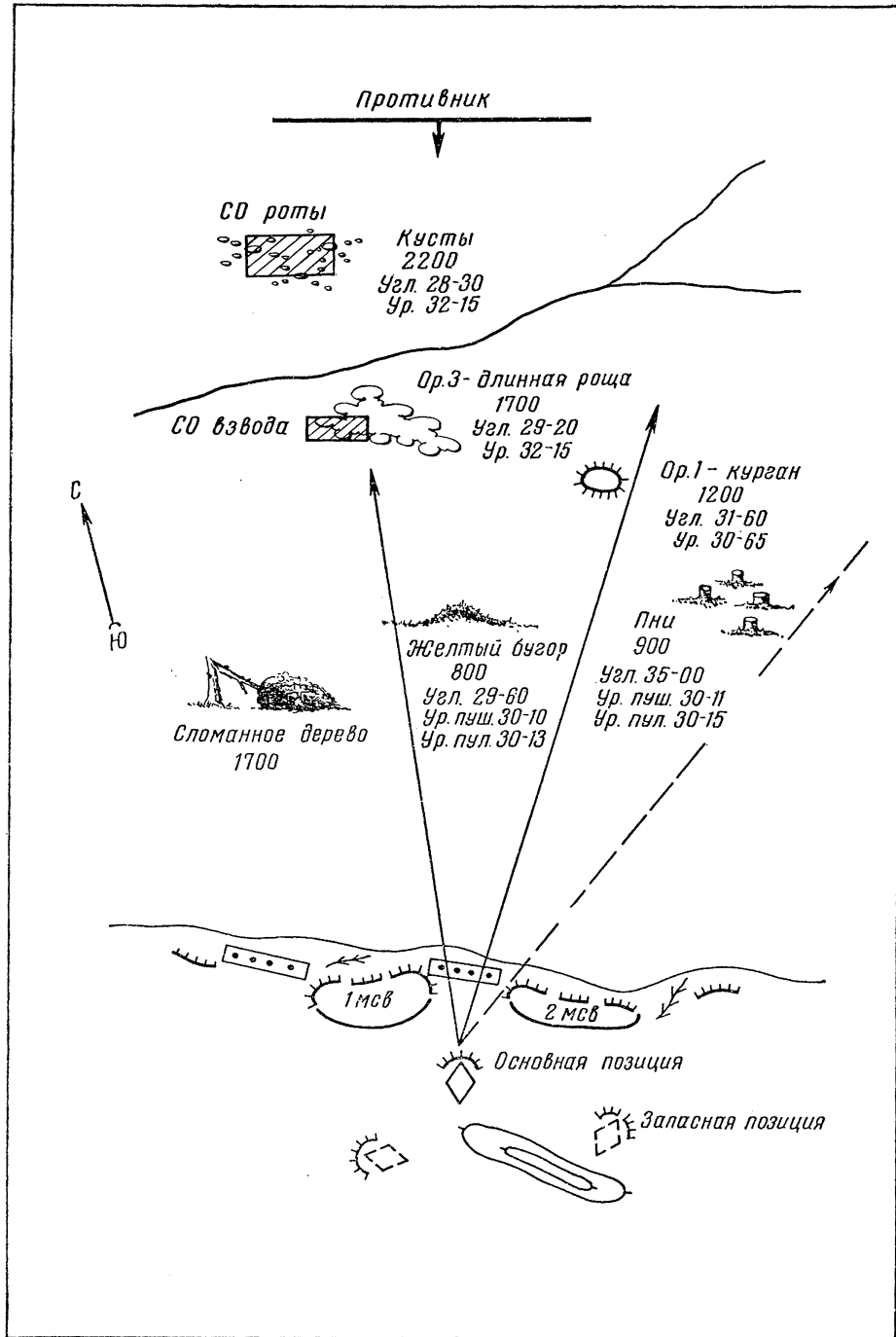


Рис. 134. Карточка огня танка

складки местности и прикрываясь дымами. В этом случае боевые задачи уточняются или ставятся новые. При вклинении противника в оборону экипаж танка продолжает уничтожать его бронированные

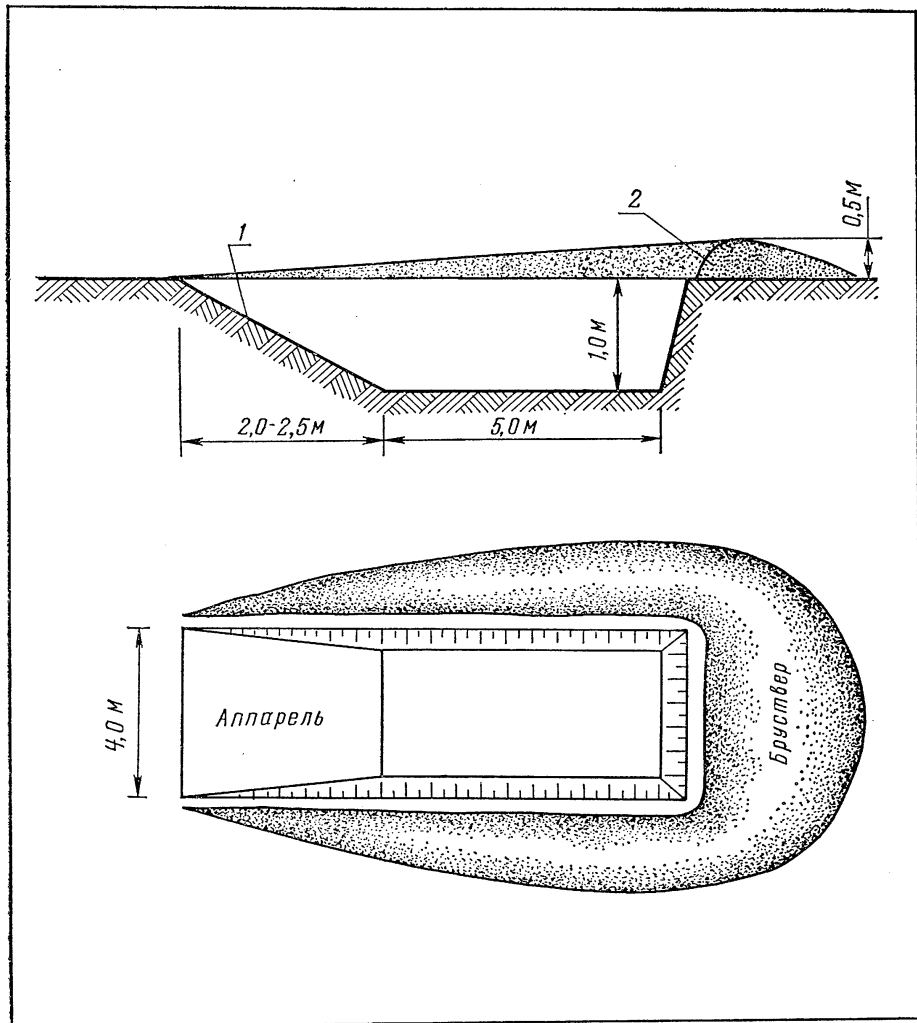


Рис. 135. Схема танкового окопа

машины огнем во фланг и в тыл, отсекает пехоту от танков и уничтожает ее.

Быстрый маневр огнем, искусное использование местности и своевременная смена танками огневых позиций для встречи противника с угрожаемых направлений имеет важнейшее значение для достижения победы. В этом убеждает пример танкистов 1-й гвардейской

танковой бригады. В боях под Курском 6 июля 1943 года 10 советских танков благодаря умелому использованию местности и маневру огнем и гусеницами более двух часов сдерживали натиск 70 фашистских машин. Гитлеровцы, потеряв 16 танков, вынуждены были отойти на исходные позиции.

Контратаку из глубины обороны танки, находясь на огневых позициях, поддерживают огнем или по приказу командира роты участвуют в контратаке, огнем и гусеницами уничтожают вклинившегося противника. После отражения атаки командир танка проверяет состояние экипажа, машины, огневой позиции и готовит личный состав к отражению повторных атак противника. При необходимости, с разрешения командира роты, танк меняет основную позицию. Принимаются необходимые меры к пополнению боеприпасов, восстановлению окопов, ремонту материальной части и эвакуации раненых. О результатах боя и состоянии экипажа командир танка докладывает командиру своего взвода.

В некоторых случаях на танкоопасном направлении устраивается танковая засада. С замаскированных позиций она поражает противника огнем с расстояния 500—700 м. Танк действует, как правило, в составе роты или взвода, а иногда самостоятельно. Вместе с танками позицию занимают и мотострелковые подразделения.

Позиция для засады выбирается с таким расчетом, чтобы имелись хорошие условия для наблюдения и ведения огня. Она может устраиваться перед передним краем или в глубине обороны, на флангах и стыках своих подразделений, на обратных скатах высот, опушках леса и рощи, зарослях кустарника, складках местности, окраинах населенных пунктов.

Большое значение имеет маскировка, причем маскируется не только сам танк, но и следы от его гусениц. Очень важно, чтобы засада не была обнаружена не только наземным, но и воздушным противником.

Танковая засада дает возможность поставить противника в невыгодное положение, затруднить его организованное развертывание и открытие им прицельного огня. Она позволяет нанести противнику значительные потери. Правильно организованная засада, даже незначительная по своему составу, может иметь большой успех, о чем свидетельствуют многочисленные примеры из опыта Великой Отечественной войны.

Танковый взвод лейтенанта Лапшина с двумя отделениями автоматчиков организовал засаду перед передним краем нашей обороны. На рассвете появились 12 танков и 2 самоходных артиллерийских установки противника и открыли огонь по переднему краю нашей обороны с целью ее разведки. Подпустив танки противника на 500—600 м, танкисты взвода по команде лейтенанта Лапшина внезапным огнем с близкого расстояния уничтожили семь танков и одну самоходную артиллерийскую установку противника. Наши танкисты потерь не имели.



До подхода противника засада ничем себя не обнаруживает и по мелким группам и отдельным машинам огонь не открывает. При отражении атаки крупной группы противника танки по команде командира открывают внезапный огонь с основной позиции.

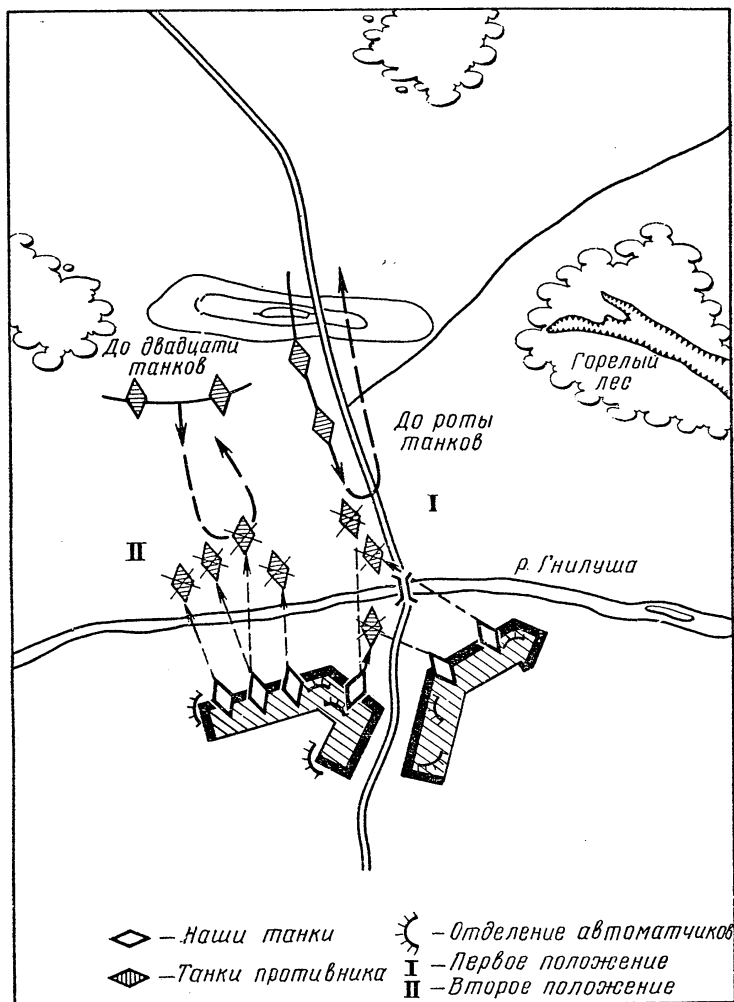


Рис. 136. Схема действий танкового взвода в засаде

При необходимости танки занимают запасные позиции и продолжают уничтожать противника. Так, во время оборонительных боев под Курском в июле 1943 года танковый взвод лейтенанта Смелкова вместе с ротой автоматчиков оборонял населенный пункт (рис. 136). В центре деревни против моста через реку Гнилуша была организо-

вана засада и подготовлены основные и запасные огневые позиции. Был установлен порядок ведения огня по противнику при движении его в колонне или в боевом порядке.

На следующий день в 10 часов из-за высоты на дороге, ведущей к мосту, показалась колонна танков противника. Лейтенант Смелков открыл огонь по головному танку с дистанции 300—350 м. Одновременно открыли огонь и другие танки. Первыми выстрелами были подожжены три танка противника, а вскоре еще два. Противник отошел за высоту. Однако через 30—40 мин. он открыл артиллерийский огонь по району основной позиции взвода, а через 15—20 мин. до 20 его танков в боевом порядке перешли в наступление. Подпустив противника к реке, взвод метким огнем уничтожил еще четыре танка. И вторая атака противника была отбита. В течение дня взвод шесть раз менял позиции и уничтожил 14 вражеских танков.

Чтобы ввести противника в заблуждение относительно действительного расположения нашей артиллерии, а также для уничтожения наиболее важных целей в боевом порядке противника, танки используются в роли кочующих орудий. Танку, действующему в качестве кочующего орудия, назначается район позиций, указываются задачи, выполняемые с каждой позиции, а также время, порядок ведения огня и расход боеприпасов. Маршруты движения танка с одной позиции на другую выбираются с учетом рельефа местности и должны обеспечить скрытое перемещение.

В зависимости от характера боевой задачи танк в течение дня или ночи может несколько раз выдвигаться на позиции и вести огонь по противнику. Выполнив задачу, танк возвращается в расположение своего подразделения.

Создавая оборону в городе, танки обычно придаются мотострелковым подразделениям для усиления их противотанковой обороны. Организуется взаимодействие танков с мотострелковыми подразделениями, предусматриваются меры по борьбе с истребителями танков, намечаются пути для совершения маневра.

Танки уничтожают боевую технику, в первую очередь танки, и огневые средства противника. Огневые позиции для танков оборудуются на перекрестках улиц, в парках и садах, за каменными строениями.

При обороне в горах особое внимание уделяется прочному удержанию участков местности, прикрывающих направления, доступные для наступления противника. Танки могут обороняться самостоятельно или придаваться мотострелковым подразделениям. Так как в горах большое количество мертвых пространств и скрытых подступов, то с каждым танком действуют мотострелки, которые уничтожают истребителей танков противника.

Огневые позиции танков должны обеспечивать возможно большую дальность обстрела и опасность от обвалов и затоплений. Наступающие танки противника выгодно уничтожать, когда они преодолевают подъемы, завалы и другие препятствия. Если противник совершил

обход огневой позиции танка, то его экипаж продолжает борьбу и уничтожает врага огнем во фланг и тыл.

При обороне в лесу танки придают мотострелковым подразделениям, действуют самостоятельно и в засадах. Огневые позиции для них оборудуются вблизи просек, полей, перекрестков дорог. При необходимости расчищается сектор обзора и обстрела, а также предусматриваются меры по борьбе с лесными пожарами.

Организуя оборону зимой, особое внимание уделяют обеспечению готовности оружия и техники к действию. Принимаются необходимые меры к обогреву личного состава, по предупреждению обморожения. Танки на позициях маскируются под фон окружающей местности, так как окрашенный в зеленый цвет и незамаскированный танк виден на снегу на расстоянии до 3 км, а окрашенный в белый цвет — до 400 м. При отрывке окопов для танков стенки их укрепляются и делаются водостоки. Танки в окопах устанавливаются на лежни.

## **Глава XI. ОГОНЬ ИЗ ТАНКОВОГО ОРУЖИЯ**

### **1. ОСНОВЫ ТЕОРИИ СТРЕЛЬБЫ**

Несмотря на широкое привлечение самых различных видов оружия, в том числе ракетно-ядерного, танковое вооружение в современном бою остается мощным средством подавления и уничтожения противника, а также разрушения его оборонительных сооружений.

Огонь на подавление временно лишает противника боеспособности, ограничивает или воспрещает маневр и нарушает управление. Огонь на уничтожение наносит ему такой ущерб, после которого он в течение длительного времени не способен выполнять боевую задачу. Огонь на разрушение полностью выводит из строя те или иные объекты.

Любую из огневых задач танкисты стремятся выполнить в кратчайший срок и с наименьшим расходом боеприпасов. Удастся это лишь тем воинам, которые в совершенстве владеют правилами стрельбы, вытекающими из теории стрельбы и базирующимися на законах внутренней и внешней баллистики, рассеивания, теории вероятностей и теории ошибок.

Следует отметить, что в разработку научных основ стрельбы весомый вклад сделан нашими соотечественниками. Еще в 1762 году был издан первый учебник по стрельбе, написанный Даниловым. В конце XVIII века в России уже имелись первые таблицы стрельбы, пользование которыми позволяло в сжатые сроки успешно выполнять огневую задачу.

## Внутренняя баллистика

Это наука о явлениях, происходящих во время выстрела, а также в период движения снаряда (пули) в канале ствола оружия.

Выстрел как явление представляет собой процесс очень быстрого превращения химической энергии пороха в тепловую, а затем в кинетическую энергию системы заряд — снаряд — ствол. Процесс длится всего 0,002—0,006 сс. За такое время успевает произойти целая цепь событий: боек ударяет по капсюлю, и он воспламеняет инициирующее вещество, которое зажигает воспламенитель — и тот взрывает боевой заряд. При его горении образуются газы, поднимается их давление и снаряд выбрасывается из канала ствола.

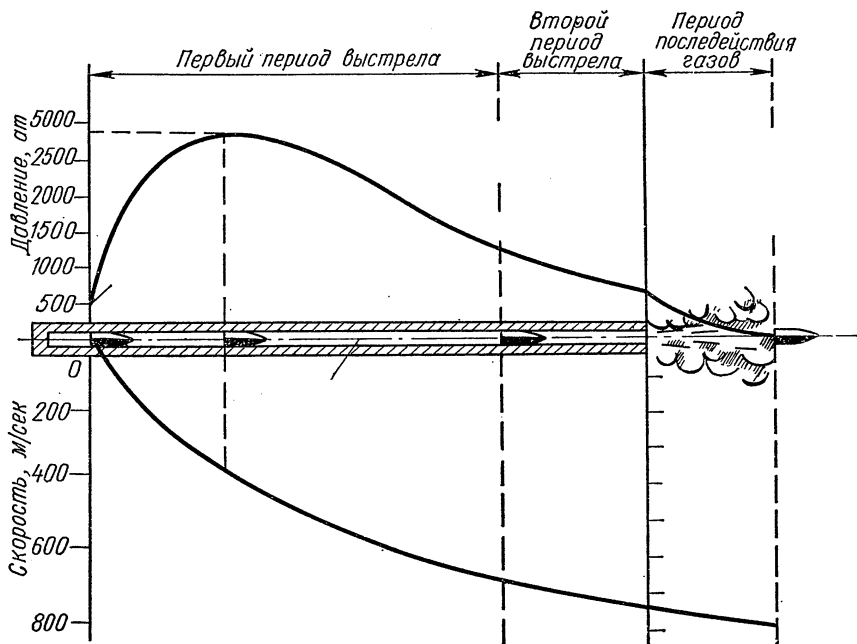


Рис. 137. Периоды выстрела, характер изменения давления на дно снаряда и скорости его движения в канале ствола

Выстрел протекает в несколько периодов (рис. 137).

Предварительный период начинается в момент воспламенения боевого заряда и продолжается до тех пор, пока давление достигнет 200—500 кг/см<sup>2</sup> (в зависимости от калибра оружия). Такое давление преодолевает инерцию снаряда и сопротивление врезания его ведущего пояска в нарезы канала ствола.

Следующий период — первый или основной — протекает до полного сгорания боевого заряда. Так как горение заряда происходит в изменяющемся объеме, давление в канале ствола сначала, пока скорость снаряда мала, нарастает, а потом постепенно падает.

Второй период выстрела начинается после сгорания боевого заряда и заканчивается в момент вылета снаряда из канала ствола. В этот период притока пороховых газов уже нет, ускорение же снаряда происходит за счет их теплового расширения.

Период последствия газов длится до прекращения действия газов на летящий снаряд. Длина участка последствия у некоторых артиллерийских орудий достигает 5 м. Скорость снаряда, на который действуют газы, истекающие со скоростью 1100—1400 м/сек, несколько увеличивается и в конце периода последствия достигает максимальной величины. Эта скорость и называется начальной скоростью снаряда. Условно считают, что снаряд получает ее у дульного среза ствола орудия. Чем больше начальная скорость снаряда, тем больше дальность его полета, настильность траектории и окончательная скорость, от которой в свою очередь зависит ударное действие бронебойного снаряда.

Величина начальной скорости зависит от многих факторов, среди которых прежде всего надо назвать длину ствола, вес боевого заряда и вес снаряда.

По длинному стволу снаряд дольше разгоняется и, естественно, начальная скорость его возрастает. Длина стволов танковых пушек более 50 калибров и снаряд получает начальную скорость, превышающую 800 м/сек. Что касается боевого заряда, то чем больше его вес, тем больше пороховых газов образуется при выстреле, тем выше давление в канале ствола, а следовательно и начальная скорость снаряда. Однако чрезмерное давление ведет к интенсивному износу орудия.

Если при неизменной величине заряда уменьшить вес снаряда, то начальная скорость его увеличится, ибо одинаковая сила давления газов в стволе орудия придает снаряду меньшей массы большее ускорение.

## **Внешняя баллистика**

Эта наука изучает законы движения снаряда, на который уже не действуют пороховые газы, то есть после его вылета из канала ствола.

От дульного среза ствола до встречи с преградой снаряд проделывает определенный путь. Линия его полета, а точнее — описываемая центром тяжести снаряда, называется траекторией. Знание ее основных элементов и формы дает возможность правильно, с учетом влияния на полет снаряда метеорологических условий, выбрать исходные установки прицельных приспособлений, точку прицеливания, упреждение при стрельбе по

движущимся целям, а также определить, можно ли поразить ту или иную цель, расположенную на местности с прикрытыми и мертвыми пространствами.

Форма траектории, изображаемой в проекции на вертикальную плоскость (рис. 138), определяется одновременным действием на снаряд силы тяжести и силы сопротивления воздуха. При отсутствии той и другой силы траектория снаряда имела бы вид прямой линии, стремящейся под определенным углом к горизонту, в бесконечность.

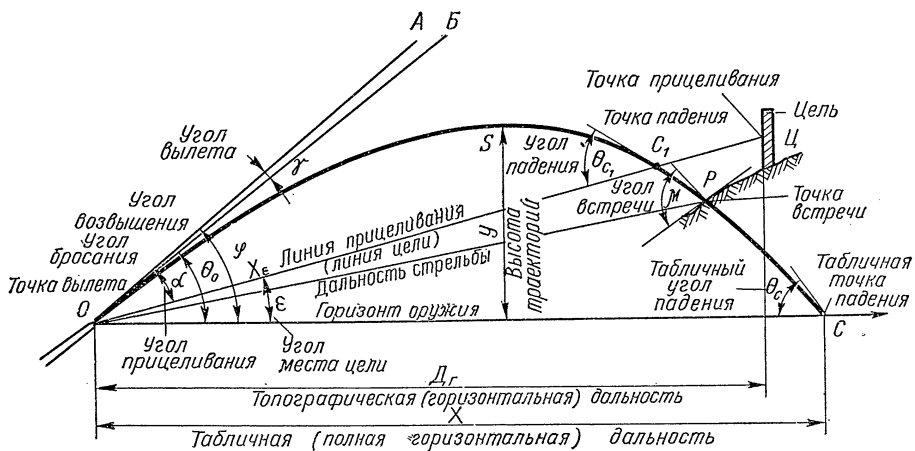


Рис. 138. Траектория снаряда (проекция на вертикальную плоскость)

Если бы на снаряд действовала только сила тяжести, что возможно лишь в безвоздушном пространстве, то траектория была бы строго параболической формы: ее ветви оказались бы симметричными относительно наивысшей точки и дальность полета снаряда возросла бы в три раза.

В горизонтальной плоскости траектория плавно отклоняется от плоскости стрельбы вправо. Это явление, называемое дериивацией, происходит вследствие вращения снаряда вокруг продольной оси по часовой стрелке. Вращательное движение, которое снаряд получает благодаря нарезам в канале ствола, предотвращает его опрокидывание («кувыркание»), к чему он стремится под действием силы сопротивления воздуха.

В любой точке траектории, между ее касательной и направлением оси снаряда существует угол, называемый углом нутации. В момент выстрела этот угол образуется в результате удара снаряда о дульную часть ствола, а также потому, что в период последействия газов на донную часть снаряда воздействует большее давление, чем на головную. На образование угла нутации влияет и то, что вращающийся снаряд,

понижаясь под линией бросания, стремится, подобно ротору гироскопа, сохранить в пространстве положение своей оси.

При наличии угла нутации встречный поток воздуха оказывает давление на снаряд и стремится опрокинуть его. А так как снаряд подобен ротору гироскопа, то он начинает прецессировать, то есть при воздействии на снаряд встречного потока воздуха его ось отклоняется в ту сторону, где оказывается через  $\frac{3}{4}$  оборота точка, получившая импульс.

Так, например, при давлении потока воздуха на левую поверхность снаряда, отклонившегося головной частью вправо, он отклонится вниз. Теперь воздух будет давить на верхнюю часть снаряда и отклонит его головную часть влево. В итоге снаряд своей головной частью в полете описывает окружность, «следя» за траекторией.

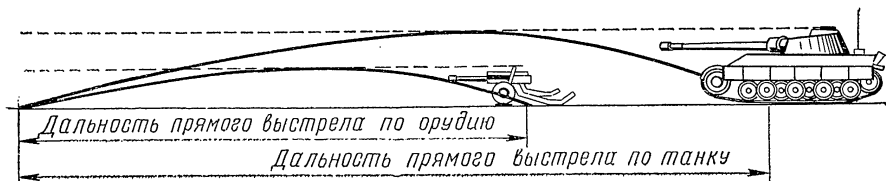


Рис. 139. Зависимость дальности прямого выстрела от высоты цели

На нисходящем участке траектории снаряд получает больший импульс от давления воздуха снизу, чем с других сторон, и его головная часть отклоняется больше вправо и вниз. С одной стороны, это способствует тому, что снаряд, вылетевший головной частью вверх, постепенно поворачивается ею вниз, с другой стороны, это и ведет к появлению деривации.

Отклонение снаряда от плоскости стрельбы, происходящее вследствие деривации, не столь уж велико. Однако при стрельбе на значительные дальности это необходимо учитывать.

Изменяя угол возвышения от  $0$  до  $90^\circ$ , можно получить семейство траекторий, горизонтальная дальность которых будет меняться от нуля до максимума и снова до нуля. Траектории с наибольшей горизонтальной дальностью соответствует угол возвышения, называемый углом наибольшей дальности. Теоретически (для стрельбы в безвоздушном пространстве) угол наибольшей дальности равен  $45^\circ$ .

В зависимости от величины угла возвышения траектории полета снаряда делятся на настильные (угол возвышения меньше угла наибольшей дальности) и навесные (угол возвышения больше угла наибольшей дальности).

Настильные траектории предпочтительны при стрельбе по открыто расположенным вертикальным целям, а навесные — для поражения целей, расположенных за укрытиями.

При конструировании танковых пушек стремятся к тому, чтобы траектории снарядов имели максимальную настильность. Это

позволяет в меньшей степени заботиться об ошибках в определении дальности до цели. Ведь чем настильнее траектория, тем большим оказывается прицельное поражаемое пространство.

Если же стрельба ведется на дальность, при которой вершина траектории не поднимается выше цели, криволинейность траектории вообще не влияет на результаты стрельбы. Цель поражается в данном случае на всем протяжении прицельной дальности. Такую дальность принято называть дальностью прямого выстрела (рис. 139).

Как видим, дальность прямого выстрела находится в прямой зависимости от высоты цели и настильности траектории.

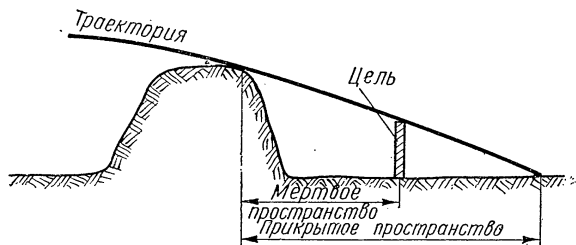


Рис. 140. Прикрытое и мертвое пространство

При стрельбе из танковой пушки, обеспечивающей настильную траекторию, на резко пересеченной или изобильной местности образуются так называемые прикрытые пространства (рис. 140) — участок за укрытием, на который при данной траектории не может упасть ни один снаряд. Та же часть прикрытого пространства, где цель данной высоты вообще не может быть поражена прямым попаданием, называется мертвым пространством. Протяженность прикрытого пространства зависит и от высоты укрытия, и от расстояния между стреляющим танком и укрытием и, разумеется, от крутизны траектории.

## Рассеивание снарядов

Даже в самых благоприятных условиях и при стрельбе из одного и того же оружия точки падения снарядов или пуль не совпадают. Такое явление называется рассеиванием. Обусловлено оно рядом причин и прежде всего разной величиной начальной скорости снаряда.

При прочих равных условиях начальные скорости полета каждого снаряда могут отличаться в результате неодинакового веса или различной температуры боевых зарядов.

Меняется начальная скорость и из-за разного веса снарядов: более тяжелый снаряд получает меньшую начальную скорость, и, наоборот, менее тяжелый — большую начальную скорость. По существующим заводским допускам вес снарядов может отличаться от нормального на 3 проц. в ту и другую сторону. Вследствие этого начальная скорость может отличаться от расчетной (табличной) на 1,18 проц.

К изменению начальных скоростей ведет и износ канала ствола — выкрашивание нарезков, трещины и прочие дефекты. В результате при выстреле пороховые газы прорываются между ведущим пояском



снаряда и стенками канала ствола. Меняется давление газов на дно снаряда, а следовательно, и его начальная скорость.

Если разнообразие начальных скоростей влечет за собой рассеивание снарядов по дальности, то произвольное изменение величины угла бросания и направления стрельбы в момент выстрела приводит к рассеиванию и по дальности и по направлению.

Несовершенство человеческого зрения и прицельных приспособлений не позволяет после каждого выстрела идеально точно восстановить в прежнее положение ствол орудия. Мертвые ходы и люфты в механизмах наведения также вызывают смещение орудия в момент выстрела в вертикальной и горизонтальной плоскостях.

В результате различия в баллистической форме снарядов и состояния его поверхности, а также изменения атмосферы за время от выстрела до выстрела снаряд может изменить направление полета. И это приводит к рассеиванию и по дальности и по направлению.

При стрельбе из танковой пушки на величину рассеивания прежде всего влияет разнообразие углов бросания и значительно меньше различие начальных скоростей. Объясняется это тем, что стрельба ведется на малые и средние дальности.

Полностью избавиться от рассеивания нельзя. Его можно значительно уменьшить. Как?

Прежде всего наводчик должен быть хорошо подготовлен и натренирован, чтобы правильно и однообразно наводить оружие в цель. Очень важно содержать в порядке и своевременно регулировать прицельные приспособления и механизмы наведения, а также тщательно ухаживать за каналом ствола. Не менее тщательно нужно готовить к стрельбе и боеприпасы, подбирать для стрельбы патроны с боевыми зарядами одной партии и одинаковыми весовыми знаками на снарядах.

Совокупность траекторий, получаемых при большом числе выстрелов из одного орудия, образует сноп траекторий (рис. 141). Пересекаясь с вертикальной и горизонтальной плоскостями, точки падения снарядов распределяются на некоторой площади, называемой площадью рассеивания. Форма площади рассеивания близка к эллипсу.

Рассматривая характер распределения точек попадания в эллипсе рассеивания, полученном при большом числе выстрелов, легко заметить, что в его центре точки попадания расположены гуще. Если через площадь рассеивания провести две взаимно перпендикулярные линии так, чтобы по обе стороны от каждой из них находилось одинаковое количество точек попадания, то точку пересечения можно принять за центр рассеивания или среднюю точку попадания. Условная траектория, соответствующая центру рассеивания, называется средней траекторией. Относительно этой траектории ведутся все расчеты, составляются таблицы стрельбы.

Пределы возможных отклонений траекторий относительно средней и центра рассеивания учитываются с помощью различных единиц, характеризующих рассеивание. Одной из таких единиц являются

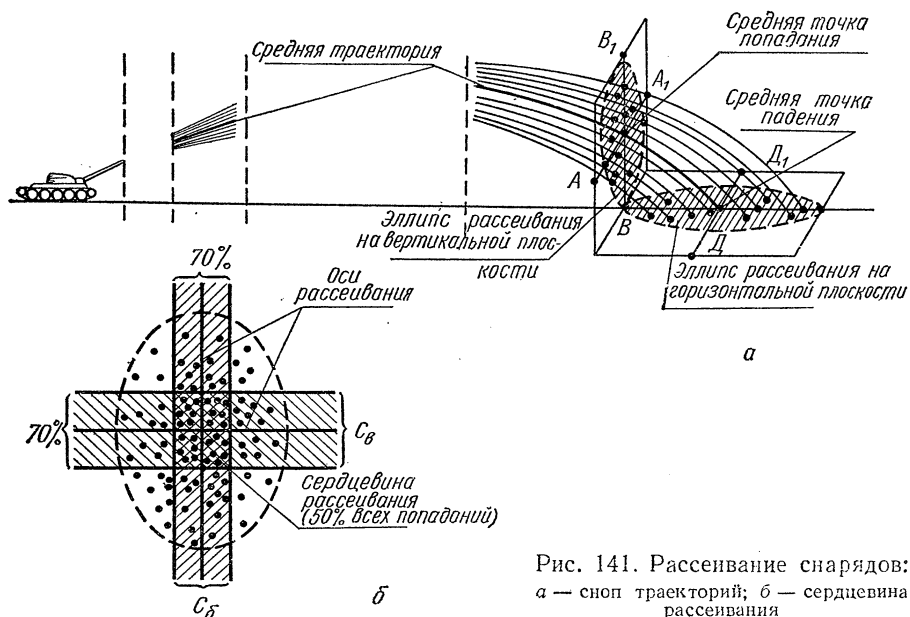


Рис. 141. Рассеивание снарядов: а — снап траекторий; б — сердцевина рассеивания

сердцевинные полосы и образуемая их пересечением сердцевина рассеивания. Эти полосы располагаются симметрично вдоль осей рассеивания (рис. 141, б) и заключают в себе 70 проц. всех попаданий. Как правило, ширина сердцевинной полосы примерно равна одной трети всей площади рассеивания. В сердцевине рассеивания находится 50 проц. всех попаданий.

### Действительность стрельбы

В условиях скоротечного танкового огневого боя, как уже говорилось, очень важно нанести противнику наибольшие потери в кратчайший срок и с минимальным расходом боеприпасов. Существует понятие — действительность стрельбы, характеризующее результаты стрельбы и их соответствие поставленной огневой задаче. В боевых условиях признаком высокой действительности стрельбы служит либо видимое поражение цели, либо ослабление огня противника, либо нарушение его боевого порядка, либо уход живой силы в укрытие.

Однако ожидаемую действительность стрельбы можно оценить еще до открытия огня. Для этого определяется вероятность попадания в цель, ожидаемый расход боеприпасов для получения требуемого числа попаданий и время, необходимая на решение огневой задачи.

Вероятность попадания — это величина, характеризующая возможность попадания в цель при определенных условиях стрельбы и зависящая от размеров цели, размеров эллипса рассеивания, положения средней траектории относительно цели и, наконец, направления стрельбы относительно фронта цели. Выражается она либо дробным числом, либо в процентах.

При одном и том же рассеивании вероятность попадания, если центр цели совпадает с центром рассеивания, тем больше, чем больше размер цели (рис. 142, а). Если же стрельба ведется по целям одного и того же размера и средняя траектория проходит через цель, вероятность попадания тем больше, чем меньше площадь рассеивания (рис. 142, б). Вероятность попадания тем выше, чем ближе центр рассеивания расположен к центру цели (рис. 142, в). При стрельбе по целям, имеющим большую протяженность (рис. 142, г), вероятность попадания выше в том случае, если продольная ось эллипса рассеивания совпадает с линией наибольшей протяженности цели.

В количественном отношении вероятность попадания можно рассчитать различными способами, в том числе и по сердцевине рассеивания, если площадь цели не выходит за ее пределы. Как уже отмечалось, сердцевина рассеивания вмещает в себя лучшую (по кучности) половину всех пробоев. Очевидно, что вероятность попадания в цель будет меньше 50 проц. во столько раз, во сколько площадь цели меньше площади сердцевины. Площадь же сердцевины рассеивания легко определить по специальным таблицам стрельбы, имеющимся для каждого вида оружия.

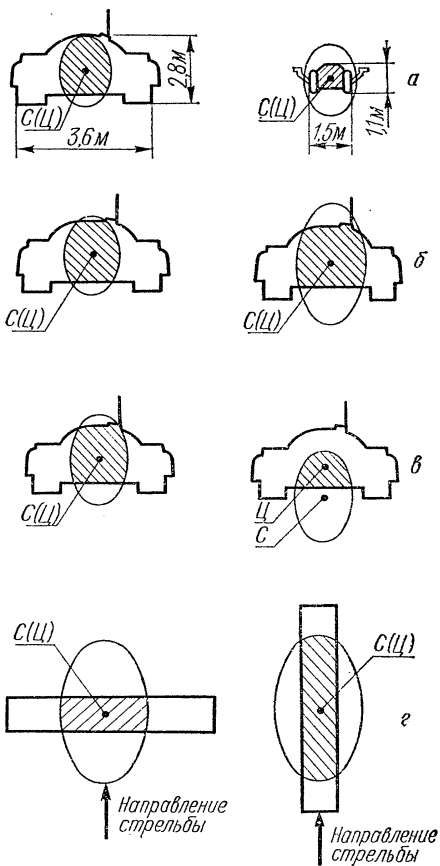


Рис. 142. Зависимость вероятности попадания от различных факторов: а — размеров цели; б — величины эллипса рассеивания; в — положения средней траектории относительно цели; г — направления стрельбы относительно фронта цели (С — средняя траектория; Ц — центр цели)

Количество попаданий, необходимое для надежного поражения той или иной цели, величина, как правило, известная. Так, для поражения бронетранспортера достаточно одного прямого попадания, для разрушения пулеметного окопа — два-три попадания и т. д.

Зная вероятность поражения той или иной цели и потребное количество попаданий, можно рассчитать ожидаемый расход снарядов на поражение цели. Так, если вероятность попадания равна 25 проц., или 0,25, а для надежного поражения цели необходимо три прямых попадания, то чтобы узнать расход снарядов, вторую величину делят на первую.

Баланс времени, в течение которого выполняется огневая задача, включает в себя время на подготовку стрельбы и время на саму стрельбу. Время на подготовку стрельбы определяется практически и зависит не только от конструктивных особенностей вооружения, но и натренированности членов экипажа танка. Чтобы определить время на стрельбу, величину ожидаемого расхода боеприпасов делят на скорострельность, т. е. на количество снарядов, выпускаемых в единицу времени. К полученной таким образом цифре прибавляют время на подготовку к стрельбе.

## 2. ПОДГОТОВКА СТРЕЛЬБЫ

Успешное выполнение огневой задачи в бою зависит от готовности и способности экипажа танка упредить противника в открытии прицельного огня и поразить его первыми выстрелами из пушки, первыми очередями из пулемета. С этой целью члены экипажа ведут подготовку стрельбы — обнаруживают и выбирают цели, определяют дальности до них, направление и скорость движения, решают, каким оружием и снарядами вести огонь, вычисляют исходные установки.

Техническая подготовка стрельбы — проверка вооружения и боеприпасов — проводится до выхода танка в бой или на учебную стрельбу. И все-таки именно с нее мы начнем рассказ о подготовке стрельбы.

### **Подготовка оружия и боеприпасов**

Периодически, в строго установленные сроки, пушка, пулеметы и боеприпасы осматриваются, противооткатные устройства и прицельные приспособления проверяются. Общий осмотр дает возможность убедиться в работоспособности узлов и механизмов, своевременно обнаружить и устранить неисправности, установить наличие дефектов.

В ходе осмотра с боеприпасов удаляют смазку и продукты окисления. Перед загрузкой в танк отбирают те, на гильзах которых одна и та же маркировка, то есть с боевыми зарядами, относящимися к одной партии. Обращают внимание и на то, чтобы весовые знаки на снарядах были одинаковыми. Все это способствует уменьшению рассеивания при стрельбе и повышению вероятности попадания.

Проверяя противооткатные устройства, определяют количество жидкости в тормозе отката и накатнике, а также давление в накатнике. Излишнюю жидкость сливают. Если же не хватает жидкости и воздуха (азота), добавляют и то и другое. Затем противооткатные устройства осматривают с тем, чтобы убедиться в прочности крепления штоков тормоза отката и накатника и отсутствии течи жидкости.

Ось канала ствола танковой пушки должна находиться в строго согласованном положении с нулевой линией прицеливания телескопического прицела. Лишь в этом случае дальность полета снаряда будет соответствовать установке прицела.

Согласование положения оси канала ствола и линии прицеливания или, как говорят, выверку телескопического прицела, осуществляют по удаленной точке. Для этого танк устанавливают на ровной горизонтальной площадке. Затем выбирают точку наводки, удаленную не менее чем на 1000 м. На дульный срез ствола пушки наклеивают перекрестие из двух ниток. Затем, вращая маховички подъемного и поворотного механизмов пушки и визируя через отверстие для ударника в клине затвора, совмещают перекрестие на дульном срезе с точкой наводки (рис. 143).

Если нулевые линии прицельных шкал в поле зрения прицела совмещены с горизонтальной нитью — индексом, то вершина центрального угольника должна быть совмещена с выбранной точкой наводки. В противном случае, пользуясь механизмами выверки прицела по направлению и по высоте, производят соответствующие регулировки. Если вершина центрального угольника прицела смещена вправо или влево от удаленной точки, то, вращая винты выверки по направлению, подводят ее к выбранной точке наводки (рис. 144).

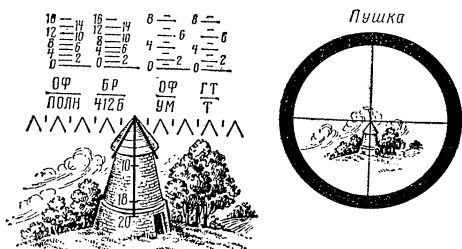


Рис. 143. Выверка телескопического прицела по удаленной точке

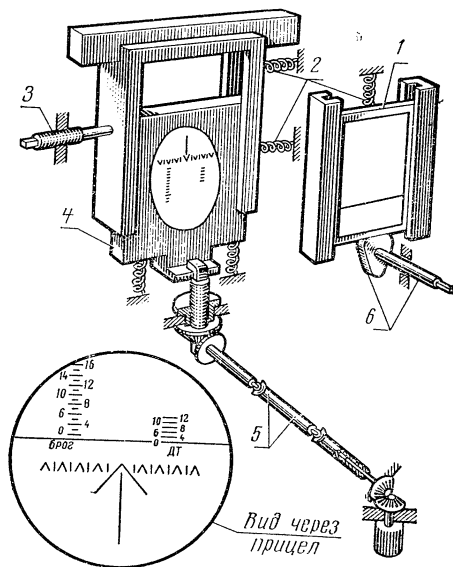


Рис. 144. Механизмы выверки танкового телескопического прицела:

1 — рамка с индексом; 2 — пружинка; 3 — винт выверки по направлению; 4 — каретка с сеткой; 5 — механизм углов прицеливания; 6 — винт выверки по высоте

Ну а когда вершина большого угольника окажется выше или ниже точки наводки, ее совмещают с этой точкой путем вращения маховичка углов прицеливания (на прицеле). А затем винтом выверки по высоте индекс устанавливают на нулевые деления дистанционных шкал.

Сразу после этого производят пристрелку спаренного с пушкой пулемета по специальной пристрелочной мишени, установленной на расстоянии 100 м. Для каждого типа танка взаимное расположение точки прицеливания и контрольной точки на мишени вполне определенное. Стрельба ведется сначала одиночным огнем, а затем очередями. При правильной установке пулемета пробойны не выходят за пределы кругов габаритов меткости, изображенных на мишени. В противном случае производится регулировка положения пулемета. В некоторых случаях установка пулемета выверяется по точке, удаленной на расстояние 400 м. В принципе это делается так же, как и выверка пушки по удаленной точке.

По окончании выверки прицела и пристрелки пулемета строится контрольная мишень, на которой фиксируется нормальное взаимное положение осей канала ствола пушки и пулемета и линии визирования прицела. На эту мишень, построенную для расстояния 20 м от дульного среза ствола, наносятся точки визирования прицела, ствола орудия и пулемета. Координаты точек записывают в формуляр. Имея такую мишень, экипаж танка может во время коротких перерывов между боями быстро проверить положение прицела и спаренного с пушкой пулемета.

### **Обнаружение и выбор цели**

Непрерывное наблюдение за местностью и противником позволяет своевременно обнаруживать цели. Члены экипажа танка во всех видах боевых действий осуществляют наблюдение либо с помощью оптических приборов, либо невооруженным глазом. Каждый член экипажа наблюдает в определенном секторе: механик-водитель — вперед; наводчик — вперед и влево; заряжающий — вперед, вправо и назад; командир танка ведет круговое наблюдение. В некоторых случаях (на привале, в обороне) роль наблюдателя выполняет один из членов экипажа.

Противник тщательно маскируется, применяется к местности, окапывается. Следовательно, в большинстве случаев обнаруживать цели приходится по демаскирующим их признакам. Необходимо иметь представление и о тактических приемах противника. Они позволяют находить на поле боя места вероятного размещения его огневых средств и бронированных машин.

Прежде всего следует обнаруживать противотанковые средства: ПТУРСы, противотанковые и безоткатные орудия, гранатометчиков. Как правило, такие средства прикрывают так называемые танкоопасные направления и располагаются чаще всего в кустарниках,

лощинах, у отдельных дворов, на окраинах населенных пунктов, на опушках леса. До момента открытия огня все эти цели можно обнаружить по движению людей, блеску щитов и приборов наблюдения, неудачной маскировке. Танки и другие бронированные машины могут быть либо закопаны в землю, либо замаскированы под сена, кустарник. Внешние демаскирующие признаки этих целей такие же, какие и у противотанковых средств. Несколько легче обнаруживать действующие огневые и бронированные средства. Их демаскирует движение, дым, вспышки пламени, пыль, а в некоторых случаях шум.

Обнаружив цель, необходимо немедленно оценить опасность, которую она представляет в данный момент для танка и подразделений, действия которых поддерживает танк. Безусловно, что в первую очередь следует сосредоточить внимание на борьбе с противотанковыми средствами противника и огневыми средствами, препятствующими действиям наших подразделений.

Дальность до цели является существенным признаком ее важности. Зная дальность, можно сделать выводы о действенности огневого воздействия цели на танк и о возможности поражения ее из танкового вооружения. Быстрое и правильное определение дальности до цели позволяет поразить ее первыми выстрелами.

Определение дальности по угловой величине цели осуществляют, пользуясь шкалами оптических приборов или формулой тысячной.

С помощью шкал прицела или прибора наблюдения это делается следующим образом. Как известно, угол, под которым видна цель в поле зрения прибора, тем меньше, чем дальше находится цель. Следовательно, соотношение между размерами изображения цели и делениями шкал будет различным и зависит от дальности до цели (рис. 145, а). Ошибка в определении дальности по основной шкале прицела не превышает 10 проц. от измеряемой.

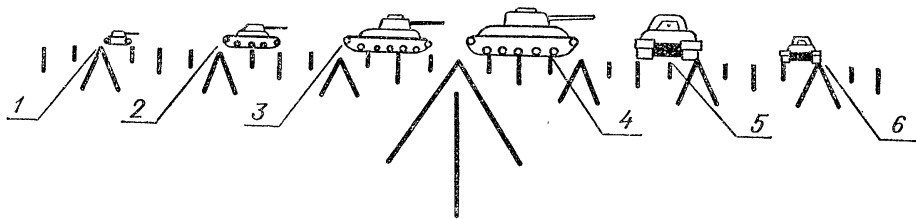
В поле зрения некоторых прицелов имеется и дальномерная шкала (рис. 145, б) для цели определенной высоты (в нашем случае для танка высотой 2,7 м). Наводчик совмещает изображение цели с этой шкалой так, чтобы цель укладывалась между сплошной горизонтальной линией и наклонной пунктирной, и по соответствующей надписи у штриха определяет дальность.

Однако способом этим можно пользоваться, если размеры цели известны и она полностью видна по высоте или ширине.

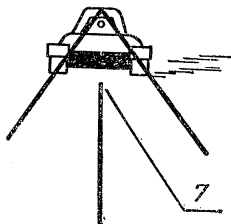
По формуле тысячной дальность до любой цели может быть определена опять-таки в том случае, если известны линейные размеры цели и имеется возможность измерить ее угловые величины.

За единицу измерения углов в артиллерийском деле принимается центральный угол, опирающийся на дугу, равную  $1/6000$  окружности (рис. 146, а). Эта единица называется тысячной или делением угломера. Одна тысячная равна 3,6 угловой минуты.

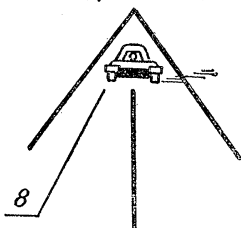
$D=3000-3200$      $D=1500-1600$      $D=1000-1100$      $D=800-900$      $D=800-900$      $D=1600-1800$



$D=1300-1400$

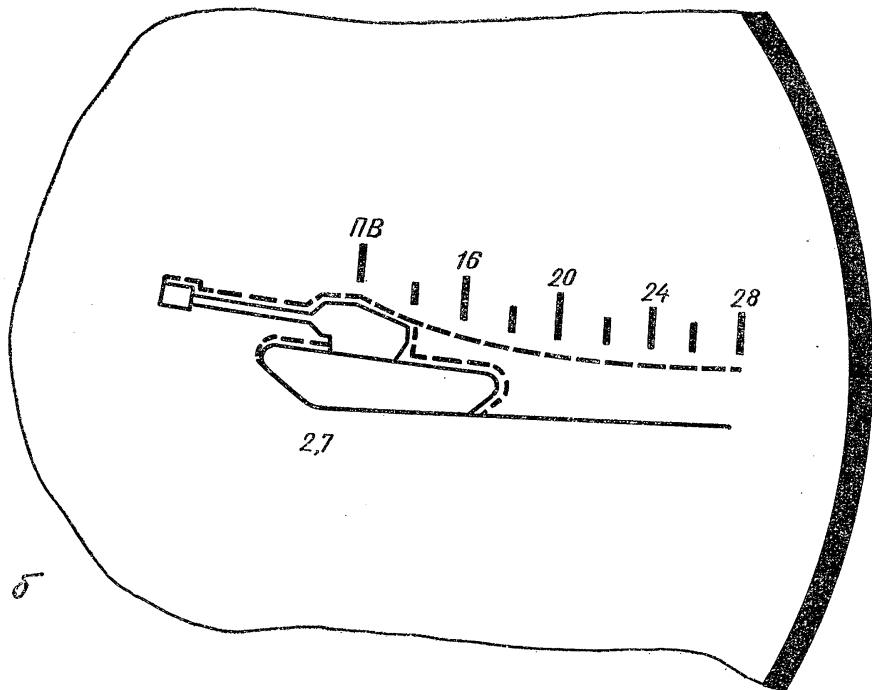


$D=2600-2800$



*a*

*b*



*б*

Рис. 145. Определение дальности до цели с помощью шкал прицела:  
*a* — по основной шкале; *б* — по дальномерной шкале; ПВ — прямой выстрел



Величины углов в тысячных делят на две группы: в первой группе — сотни тысячных, во второй — десятки и единицы. Например, угол 1 тыс. записывается 0-01, а произносится: ноль, ноль, один. Угол 100 тыс. пишется 1-00 и т.д.

Замечательное свойство тысячной заключается в том, что она позволяет легко переходить от угловых единиц к линейным и обратно, так как длина дуги, соответствующая углу в одну тысячную на всех расстояниях равна одной тысячной радиуса (дальности до цели).

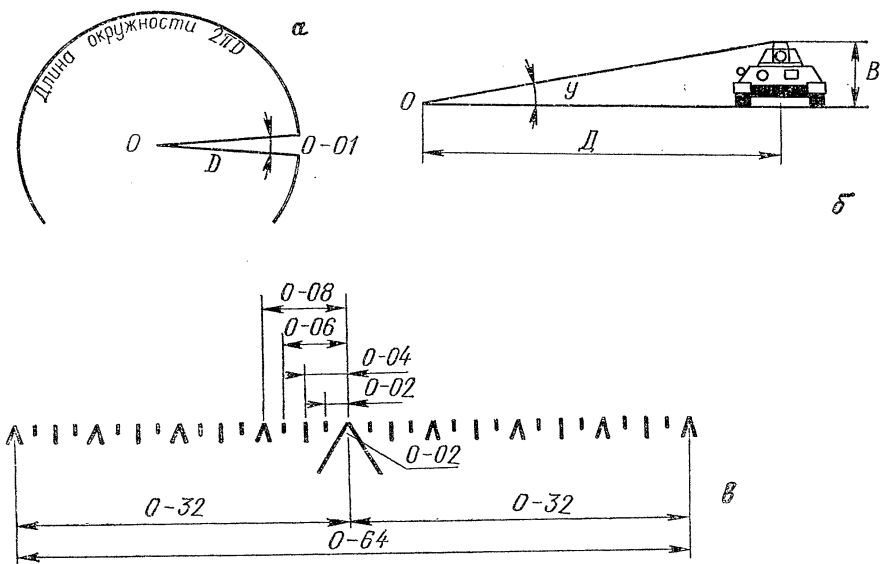


Рис. 146. Измерение углов:

*a* — единица измерения углов; *б* — вывод формулы тысячной; *в* — шкала боковых поправок танкового прицела

Длина окружности, как известно, равна  $2\pi D$ , а дуга этой окружности, соответствующая углу в одну тысячную, будет равна:

$$AB = \frac{2\pi D}{6000} = \frac{1}{955} D \approx \frac{1}{1000} D.$$

Эти несложные расчеты, во-первых, наглядно показывают происхождение названия артиллерийской меры углов — тысячной и, во-вторых, демонстрируют возможность вывести формулу тысячной. Пусть на расстоянии  $D$  от точки  $O$  имеется какая-то цель высотой  $B$  (рис. 146, б). Определим угловой размер цели. Искомый угол обозначим через  $\gamma$ . Углу в одну тысячную соответствует линейная величина, равная  $\frac{1}{1000} D$ . Следовательно, угловая величина отрезка  $B$  будет равна:

$$\gamma = \frac{B}{\frac{1}{1000} D} = \frac{1000B}{D}.$$

Следовательно:

$$D = \frac{1000B}{Y}.$$

Это и есть формула тысячной. Пользуясь ею, по известному линейному размеру цели  $B$  и измеренной угловой ее величине  $Y$ , легко подсчитать дальность. Так, если танк высотой 2,7 м виден под углом 0-02 (2 тыс.), то дальность до него равна:

$$D = \frac{1000 \cdot 2,7}{2} = 1350 \text{ м.}$$

Для измерения углов используют шкалы, имеющиеся в поле зрения танковых прицелов и приборов наблюдения. Расстояния между марками и штрихами на этих шкалах (см. рис. 146, в) соответствуют определенной угловой величине.

Таблица 6

Признаки видимости	Дальность, км	Признаки видимости	Дальность, км
<b>При наблюдении через танковый прицел</b>		<b>При наблюдении невооруженным глазом или через прибор, не имеющий увеличения</b>	
Можно опознать танки и самоходно-артиллерийские установки	3,0	Танк от машин других типов отличить трудно	2,0
Видны контуры танка; различаются ствол пушки, командирская башенка, катки ходовой части, гусеницы	2,5	Танк (самоходно-артиллерийская установка) отличается от машин других типов	1,5
Видны командирская башенка, гусеницы танка; легко определить тип танка; различается маска пушки	2,0	Виден ствол пушки, можно определить тип танка	1,0
Видны ствол и маска пушки, катки ходовой части и смотровой прибор механика-водителя; различается дульный тормоз	1,5	Видны на танке перемещающиеся гусеницы, командирская башенка и дульный тормоз	0,5
Видны дульный тормоз, запасные траки, щели в командирской башенке; заметно вращение катков	1,0	Видны отдельные дома деревенского типа	5,0
Видны отверстия для прицела и пулемета	0,7	Различаются окна в домах	4,0
Видны ствол пулемета, серьги для буксировки танка, скобы для крепления шанцевого инструмента	0,5	Видны трубы на крышах домов	3,0
		Видны отдельные люди	2,0
		Видны на дорогах километровые столбы	1,2
		Видно движение ног человека	0,8

Глазомерно по степени видимости цели дальность можно определять, исходя из того, что те или иные предметы на различных удалениях видны неодинаково. Чем дальше цель, тем меньшее число ее деталей можно увидеть. Это видно из табл. 6, в которой перечислены признаки видимости некоторых целей и предметов. Составлена таблица в расчете на нормальное зрение, удовлетворительную видимость и хорошую прозрачность воздуха.

Пользуясь этой таблицей, необходимо учитывать, что дальность до наблюдаемой цели может казаться различной. Это зависит от

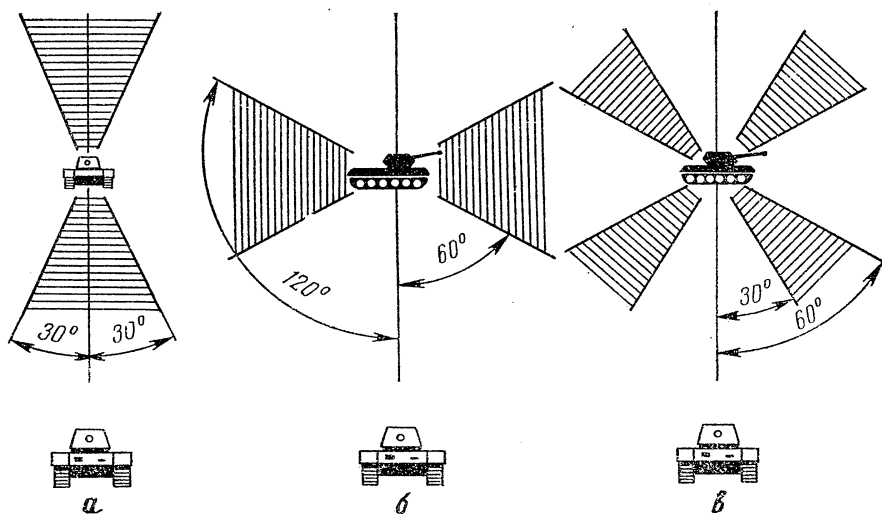


Рис. 147. Направление движения цели:  
 а — фронтальное; б — фланговое; в — косое

состояния атмосферы, освещенности цели солнцем, ее цвета, дальности до нее. Так, в сумерки и в туман расстояния кажутся большими, чем в солнечный день. Ярко окрашенные предметы кажутся ближе расположенными, чем покрытые темной краской. Ровный, однообразный фон как бы приближает находящиеся на нем предметы, а пестрый, разноцветный фон — удаляет. Крупные отдельно расположенные предметы будто бы ближе расположены, чем скученные.

Своеобразно воспринимаются наблюдаемые цели в горах и на море: кажется, что они находятся гораздо ближе, чем это на самом деле.

Дальность до целей путем сравнения с известной дальностью до ориентира определяют на заранее изученной местности. Направление движения цели устанавливается либо глазомерно, либо по ее курсовому углу. Курсовым углом называется угол между направлением движения цели и линией, соединяющей цель со стреляющим танком.

Если курсовой угол находится в пределах  $0 \pm 30^\circ$  или  $180 \pm 30^\circ$  (рис. 147, а), то это значит, что цель совершает фронтальное движение (на танк или от танка). При курсовых углах  $90 \pm 30^\circ$  (рис. 147, б) движение называется фланговым.

Если же курсовые углы находятся в пределах  $45 \pm 15^\circ$  или  $135 \pm 15^\circ$  (рис. 147, в), движение цели считается косым.

### **Выбор оружия, вида боеприпасов и способа ведения огня**

Оружие и боеприпасы выбираются в зависимости от характера цели, по которой предстоит открыть огонь. Для уничтожения живой силы, а также огневых средств, мотоциклов и автомобилей, рас-

положенных на открытой местности на дальности до 800 м, огонь ведется из спаренного с пушкой или из курсового 7,62-мм пулемета. Применяется и крупнокалиберный зенитный пулемет, его огнем на дальности до 1000 м можно уничтожать бронетранспортеры и броневые автомобили. Основное же назначение зенитного пулемета — борьба с воздушными целями на расстояниях до 1500 м.

Танковая пушка позволяет вести успешную борьбу с бронированными и небронированными наземными и надводными целями, с огневыми средствами и живой силой, находящимися как на открытой местности, так и в фортификационных сооружениях.

Вид боеприпасов определяется типом цели. Так, для уничтожения танков используются бронебойно-трассирующие снаряды. Стрельба по открыто расположенным орудиям, пулеметам и живой силе ведется осколочно-фугасными гранатами, взрыватель которых установлен на осколочное действие. Если же взрыватель осколочно-фугасной гранаты установить на фугасное действие, ею можно уничтожать противника, укрывшегося в фортификационных сооружениях легкого типа, а также разрушать мосты, деревянные строения и т. п.

Осколочно-фугасными гранатами с взрывателем, установленным на замедленное действие, стреляют по долговременным огневым сооружениям, блиндажам, прочным постройкам.

Надо сказать, что действительность стрельбы во многом зависит от способа ведения огня. Выбор же способа ведения огня обуславливается задачей и обстановкой. Как правило, огонь из танка по целям, находящимся в пределах прямой видимости, ведется прямой наводкой, и только в отдельных случаях — не прямой наводкой.

Огонь прямой наводкой ведут с места, с коротких остановок и с ходу.

Определение исходных установок (установка прицела, прицельная марка и точка прицеливания) производят, исходя из дальности до цели, направления и скорости движения цели и стреляющего танка, отклонения температуры воздуха от табличной и силы ветра. При стрельбе на дальность прямого выстрела поправки на температуру и ветер не вносятся.

### 3. СТРЕЛЬБА

#### Целеуказание

С момента обнаружения цели до ее поражения должно пройти минимум времени. Следовательно, наводчик должен как можно быстрее увидеть цель, обнаруженную его товарищами по экипажу.

Целеуказание в танке осуществляется либо наведением орудия в цель, либо от ориентиров, либо по азимутальному указателю (башенному угломеру). Целеуказание наведением орудия является основным способом, которым пользуется командир танка. Он включает исполнительный привод стабилизатора танкового вооружения (или электропривод башни) в режим наведения и с максимальной скоростью перемещает орудие, отдавая одновременно команду, например: «Бронбойным, танк в окопе на высоте, 1100, с коротких, огонь!»

По этой команде заряжающий заряжает пушку патроном с бронбойным снарядом, наводчик уточняет положение цели и устанавливает на прицеле дальность, а механик-водитель старается вести танк так, чтобы не менялось направление движения и минимальными были колебания корпуса машины.

Целеуказание от ориентиров — местных предметов — может подаваться и командиром танка, и другими членами экипажа. Обнаруживший цель, скажем, заряжающий, находит в районе ее расположения заранее намеченный ориентир или наиболее заметный местный предмет. Затем измеряет угол в тысячных между направлением на цель и на местный предмет и подает целеуказание: «Отдельное дерево влево 60, пушка в кустах, 1000!»

Целеуказание по азимутальному указателю — башенному угломеру — чаще всего подает наводчик. Деления башенного угломера (рис. 148) нанесены на нижнем погоне башни. Указатель угломера располагается рядом с наводчиком, на верхнем погоне башни, и освещается специальным светильником. Шкала разделена на 600 малых делений. Цена каждого деления — десять тыс. (0-10). Расположена шкала с таким расчетом, что когда пушка направлена вперед по ходу танка, указатель угломера показывает 30-00, когда пушка поворачивается вправо — указатель показывает 45-00, когда

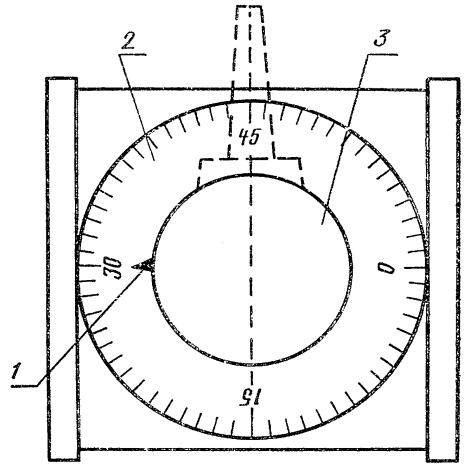


Рис. 148. Схема башенного угломера:  
1 — указатель; 2 — шкала на нижнем погоне башни; 3 — башня

влево — 15-00, назад — 60-00. Таким образом, при неизменном положении танка направление на любой местный предмет или ориентир можно зафиксировать с высокой степенью точности.

Действуя механизмами наведения орудия, наводчик совмещает большой угольник прицела (центральную марку) с обнаруженной целью. Затем, прочитав установку башенного угломера, докладывает командиру танка направление на цель, ее наименование и дальность: «24-00, танк на опушке, 1600!»

Этим же способом, который иногда называют целеуказанием от направления движения танка, пользуются и заряжающий и механик-водитель. Мысленно совместив деление башенного угломера 30-00 с направлением движения танка и помня, что при этом деление 45-00 будет справа, а 15-00 слева, они определяют, через какое деление проходит линия визирования на цель.

В условиях плохой видимости и ночью целеуказание осуществляется теми же способами от световых ориентиров.

Для целеуказания танкам и подразделениям других родов войск пользуются целеуказанием от ориентиров (местных предметов), от направления движения, но чаще всего применяют целеуказание трассирующими пулями и снарядами, сигнальными ракетами и дымовыми снарядами. По направлению полета трассирующих снарядов или ракет определяется направление на цель.

Использование внешних средств связи (радио) позволяет давать целям более подробную характеристику.

### **Прицеливание**

В простейшем случае для того, чтобы добросить снаряд до цели, стволу оружия необходимо придать определенный угол в вертикальной плоскости. Но нужно учесть еще деривацию снаряда и влияние бокового ветра. Для этого вводят боковую поправку. Величина и направление боковой поправки зависит также от направления и скорости движения цели и своего танка. Все это вместе взятое и составляет сущность прицеливания — оси канала ствола оружия придается определенное положение в горизонтальной и вертикальной плоскостях, при котором траектория снаряда проходит через цель.

Прицеливание осуществляется с помощью прицельных приспособлений и механизмов наведения и разбивается на два этапа: установку и наводку.

Установка заключается в том, что на прицельных приспособлениях строится заранее рассчитанная и зафиксированная в таблицах стрельбы схема углов, образующихся между осью канала ствола и линией визирования прицельного приспособления. Выполняется установка на танковом прицеле механизмом углов прицеливания. Ствол оружия остается неподвижным. При наводке построенная на прицеле схема углов совмещается со схемой углов на местности.

Осуществляется она механизмами наведения — подъемным и поворотным.

В качестве примера рассмотрим процесс прицеливания танковой пушки в вертикальной плоскости (рис. 149).

На первом этапе действия механизмом углов прицеливания прицела пластинка, на которой изображены дистанционные шкалы, смещается так, что указатель остановится напротив заданного деления, соответствующего измеренной дальности до цели. В результате задается необходимый угол прицеливания. На втором этапе линия прицеливания направляется в цель (центральный угольник совмещается с изображением цели), а стволу орудия придается необходимый угол возвышения. Такая наводка, когда цель видна из танка, называется прямой.

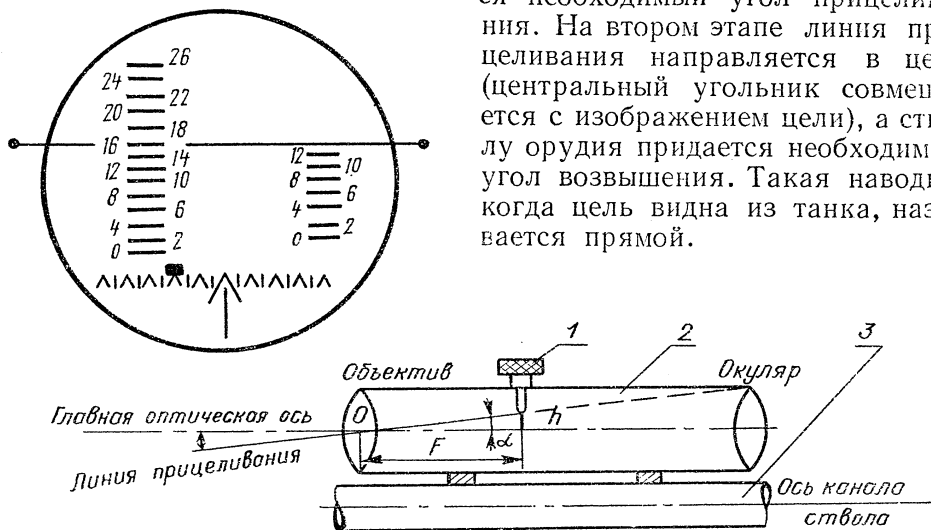


Рис. 149. Прицеливание танковой пушки в вертикальной плоскости: 1 — маховичок механизма углов прицеливания; 2 — прицел; 3 — ствол орудия

## Стрельба с места

Правила стрельбы из танковой пушки мы начинаем рассматривать с наиболее простого способа ведения огня по той причине, что применяемые при этом методы выбора исходных установок и корректировки стрельбы используются при всех остальных способах стрельбы.

При стрельбе по неподвижной цели исходную установку прицела назначают в соответствии с измеренной дальностью до цели. На дальностях свыше 2000 м вводят поправку на температуру (одно деление прицела на каждые 20° С сверх табличной температуры).

Исходной прицельной маркой назначают большой угольник, а точкой прицеливания — центр цели. Наводя вершину большого угольника в центр цели, стволу танковой пушки придают такой угол прицеливания, при котором средняя траектория пройдет через центр цели.

На боковой ветер, скорость которого превышает 10 м/сек, и деривацию вводятся боковые поправки. Величину поправки определяют

с помощью таблицы стрельбы. Наводку пушки в цель производят так, чтобы прицельная марка перемещалась слева направо и снизу вверх. Благодаря этому исключается влияние люфтов механизмов наведения на точность стрельбы.

В процессе стрельбы ведется наблюдение за ее результатами и по ним определяется момент поражения цели, а также обнаруживается факт промаха, оцениваются величины и знаки (направление) отклонений.

После первого выстрела, если цель не поражена, готовят второй, корректируя направление и дальность стрельбы.

Если обнаружено боковое отклонение разрыва (рис. 150, а), то наводчик, оценив величину бокового отклонения от точки прицеливания, выносит прицельную марку в сторону, противоположную отклонению. Такой метод именуется корректированием направления стрельбы выносом точки прицеливания.

Существует и другой метод корректирования направления стрельбы — отметкой по разрыву (рис. 150, б). В этом случае сразу же после выстрела наводчик восстанавливает наводку. Затем замечает, против какой точки в поле зрения прицела произошел разрыв снаряда и этой точкой наводит орудие в цель для второго выстрела.

Дальность стрельбы корректируют либо выносом точки прицеливания

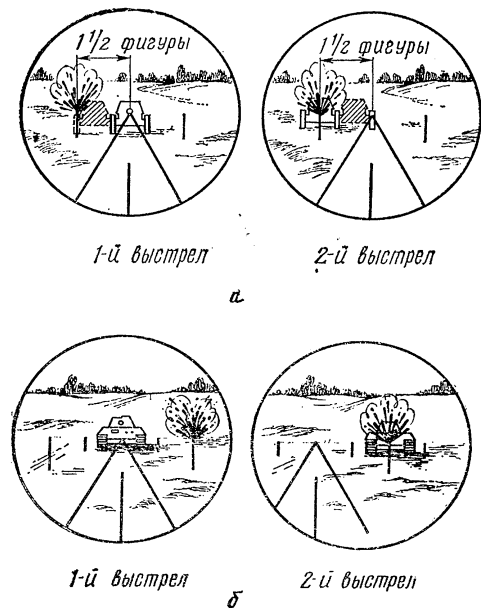


Рис. 150. Корректирование направления стрельбы:

а — выносом точки прицеливания; б — отметкой по разрыву

ливания по высоте, либо изменением установки прицела, либо отметкой по разрыву.

Если при выстреле удалось оценить (в фигурах цели) величину отклонения траектории летящего снаряда по высоте, то перед вторым выстрелом точку прицеливания выносят на измеренную величину в противоположную сторону (рис. 151, а). Если же установлен, например, только факт перелета, то для второго выстрела точку прицеливания выносят ниже на одну фигуру. В случае недолета для третьего выстрела точку прицеливания выбирают в нижний обрез цели.

Изменением установки прицела дальность корректируют или на величину отклонения, оцененную в метрах, или на величину 200 м (при глазомерном определении дальности для первого выстрела).



Когда необходимо произвести корректирование перед третьим выстрелом, установку прицела меняют на 100 м.

При стрельбе по целям, расположенным на скате, обращенном к стреляющему танку, наиболее удобен способ корректирования дальности отметкой по разрыву (рис. 151, б). После первого выстрела сначала восстанавливают наводку, затем, действуя маховичком углов прицеливания на прицеле, опускают (поднимают) линию вершин прицельных марок к точке разрыва. После чего, действуя подъемным механизмом, пушку вновь наводят в цель и производят второй выстрел.

Стрелять по движущейся цели сложнее, чем по неподвижной. Прежде всего потому, что дальность до цели и направление ее движения постоянно меняются. Это заставляет перед каждым выстрелом учитывать изменение ее положения, то есть решать задачу встречи: определять точку на местности, где можно ожидать встречу снаряда с движущейся целью. Сложность же решения этой задачи в том, что цель, как правило, движется непрямолинейно, с переменной скоростью и с разными курсовыми углами.

Если цель движется фронтально, то исходную установку прицела назначают: при скорости цели до 15 км/час, соответственно измеренной дальности; при большей скорости — на одно деление меньше или больше, в зависимости от направления движения цели. Затем вершину большого угольника наводят в центр цели. В случае боковых отклонений разрывов, если скорость цели не превышает 15 км/час, корректирование направления и дальности стрельбы производят так же, как и при стрельбе по неподвижной цели. При скорости цели свыше 15 км/час дальность корректируют изменением прицела или выносом точки прицеливания, сообразуясь с величиной перелета или недолета.

Когда цель совершает фланговое движение, установку прицела назначают, исходя из дальности до нее. Точку прицеливания по высоте выбирают на уровне середины цели, прицельную же марку и точку прицеливания — по направлению, с учетом поправки на движение

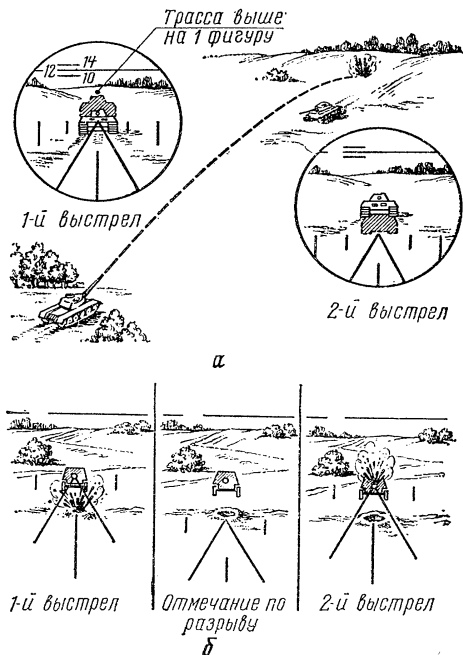


Рис. 151. Корректирование дальности стрельбы:

а — выносом точки прицеливания; б — отметкой по разрыву

цели: на каждые 10 км/час скорости движения танка большой угольник выносят (в направлении движения) на одну фигуру танка (0-04).

Наводка осуществляется либо методом слежения за целью, либо методом выжидания цели. В первом случае наводчик, действуя механизмами наведения пушки и взяв необходимое упреждение на движение цели, следит за целью (сопровождает ее). Выстрел производит в наиболее выгодный момент. Во втором случае наводчик, учитывая необходимое упреждение, выносит точку прицеливания на несколько фигур в направлении движения цели и ожидает момента ее подхода к точке прицеливания, после чего производит выстрел.

Корректирование направления стрельбы осуществляют, изменяя величину упреждения. Дальность же корректируют так же, как и при стрельбе по неподвижной цели.

### **Стрельба с коротких остановок**

Этот способ выполнения огневой задачи при-меняют с целью увеличения действительности стрельбы без снижения темпа атаки. Чтобы поразить цель, делается одна или несколько коротких остановок. Причем глазомерное определение дальности и подготовка к выстрелу выполняются в движении, а на остановке производится выстрел. Продолжительность короткой остановки — несколько секунд — определяется временем, необходимым для уточнения наводки и производства выстрела, и зависит от слаженности экипажа.

Между короткими остановками танк движется с возможно большей скоростью. Расстояние же между остановками (скачки) зависит от обстановки, условий местности и времени, необходимого для подготовки очередного выстрела, и колеблется в пределах 50—150 м.

Остановка производится по команде «короткая!», отдаваемой наводчиком. Механик-водитель выбирает место остановки так, чтобы она происходила на возможно более ровной площадке. После выстрела он самостоятельно продолжает движение вперед. Торможение и трогание с места осуществляются плавно, без рывков, с тем чтобы облегчить наводчику и всем членам экипажа наблюдение за целью и результатами стрельбы.

При стрельбе с ходу и с коротких остановок танк может совершать фронтальное, косое, а в некоторых случаях и фланговое движение. Приемы наводки оружия по неподвижной и движущейся цели те же, что и при стрельбе с места.

Установку прицела при стрельбе по неподвижной цели назначают исходя из измеренной дальности. Уменьшают или увеличивают ее, в зависимости от направления движения танка, на одно деление, если величина скачка превышает 50 м. Вершину большого угольника прицела наводят в центр цели.

Направление стрельбы корректируют с помощью тех же методов и по тем же правилам, что и при стрельбе с места по неподвижной

цели, а дальность стрельбы — выносом точки прицеливания по высоте или изменением установки прицела, учитывая величину недолета (перелета) и направление движения стреляющего танка.

При фронтальном и косом движении танка к цели в случае недолета установку прицела увеличивают на одно деление или при том же прицеле наводят в верхний обрез цели. Если недолет произошел, когда танк подошел близко к цели, установку прицела для следующего выстрела не меняют. В случае же перелета перед следующим выстрелом величину прицела уменьшают на два-три деления.

При фронтальном и косом движении танка от цели недолет требует увеличения прицела на два-три деления, а перелет — уменьшения на одно деление или выноса точки прицеливания под основание цели.

При фланговом движении стреляющего танка правила корректирования направления и дальности те же, что и при стрельбе с места по неподвижным целям.

Стрелять с коротких остановок по движущимся целям рекомендуется лишь тогда, когда скорость движения цели не превышает 30 км/час. В зависимости от взаимного направления движения цели и стреляющего танка расстояние может либо оставаться практически неизменным, либо изменяться значительно. Так, при фланговом, фронтальном и косом движении танка и цели в одном направлении дальность почти не изменяется. В этом случае назначают исходные установки и корректируют стрельбу по тем же правилам, по каким выполняют огневую задачу с места по движущейся цели: ведь танк во время короткой остановки неподвижен, а цель движется.

Если же направления взаимного движения таковы, что дальность до цели непрерывно меняется (уменьшается или увеличивается) на значительную величину, то исходную установку прицела уменьшают (увеличивают) на одно-два деления. Прицельная марка и точка прицеливания по направлению берутся те же, что и при стрельбе с места по движущейся цели.

Направление стрельбы корректируют так же, как и при стрельбе с места по неподвижной цели, а дальность — опять-таки с учетом взаимного направления движения цели и танка. Если расстояние между ними увеличивается, то после недолета прибавляют два-три деления, после перелета установку не меняют. Если же расстояние уменьшается, то после недолета установку прицела не изменяют, а после перелета уменьшают на два-три деления.

## **Стрельба с ходу**

Как уже говорилось, стрельба с ходу является основным способом выполнения танком огневой задачи. Он дает возможность полностью использовать такое боевое качество танка, как подвижность. Против-

ник же подвергается не только интенсивному огневому, но и сильному морально-психологическому воздействию.

Скорость движения танка, чтобы обеспечить высокий темп атаки, поддерживается как можно бóльшей. Стрельба с ходу ведется как со стабилизатором, так и без него. С применением стабилизаторов уменьшаются колебания оружия, что повышает меткость стрельбы: танк может поразить все цели — подвижные и неподвижные, находящиеся в пределах дальности действительного огня. Без стабилизатора можно с успехом поражать отдельные и крупные групповые цели осколочно-фугасными снарядами на дальности прямого выстрела.

Стрельба с ходу представляет собой наиболее сложный способ ведения огня. И не только потому, что приходится непрерывно измерять расстояние до цели и менять направление стрельбы. Приходится вести огонь из движущегося, сильно колеблющегося танка в условиях острого дефицита времени. В наибольшей степени отрицательное влияние этих факторов сказывается при стрельбе без стабилизатора вооружения. Стабилизатор же в значительной степени повышает действительность огня.

Исходную установку прицела и прицельную марку для первого выстрела как по неподвижной, так и по движущейся цели назначают так же, как и при стрельбе с коротких остановок — с учетом взаимного движения цели и стреляющего танка.

Стрельба со стабилизатором и без него требует разных методов выбора точки прицеливания и способов наводки.

При стрельбе со стабилизатором, когда направление на цель не изменяется, а колебания танка малы или затухают, выбранная прицельная марка подводится к точке прицеливания (центру цели) кратчайшим путем и выстрел производится немедленно. Если же колебания не затухают, то сначала оружие наводится по высоте, а затем по горизонтали. Выстрел же производится в тот момент, когда вершина прицельной марки подойдет к контуру цели. При условии, когда танк или цель маневрирует на поле боя и направление стрельбы непрерывно меняется, то наводка осуществляется методами, применяемыми при стрельбе с места и коротких остановок по движущейся цели. Дальность и направление стрельбы в этом случае корректируется так же, как при стрельбе с коротких остановок.

Если стрельба ведется при выключенном стабилизаторе, то поле зрения прицела наводится на цель так, чтобы при вертикальных колебаниях выбранная прицельная марка своей вершиной пересекла цель. Затем, удерживая прицельную марку в этом положении, надо выбрать момент, когда следует произвести выстрел. Опытный, хорошо тренированный наводчик учитывает характер колебаний танка, правильно определяет необходимую величину упреждения момента нажатия на кнопку электропуска пушки (пулемета) и производит выстрел в момент, когда прицельная марка подойдет к обрезу цели. Наиболее выгодно открывать огонь тогда, когда колебания танка, особенно вертикальные, затухают.

## **Особенности стрельбы из пулеметов**

Для стрельбы из спаренного с пушкой пулемета назначают исходные установки и наводку осуществляют по правилам, применяемым для определения исходных установок для пушки. Огонь открывают короткими очередями и ведут его по небольшим целям, не меняя точки прицеливания. По широким и глубоким целям стреляют длинными очередями, перенося точку прицеливания, накрывают цель по фронту и в глубину. В случае необходимости дальность и направление стрельбы корректируют выносом точки прицеливания на величину замеченного отклонения.

Из курсового пулемета механик-водитель ведет огонь обычно длинными очередями, осуществляя грубое прицеливание поворотом корпуса танка.

Огонь по самолетам, вертолетам, парашютистам и осветительным авиабомбам из зенитного пулемета ведут либо по трассам, либо сопроводительным огнем. При стрельбе по трассам коллиматорным прицелом не пользуются. Наблюдая отклонение трасс, стреляющий поворачивает пулемет в сторону, противоположную наблюдаемым отклонениям, до тех пор, пока трассы не пройдут через цель.

Приняв решение открыть сопроводительный огонь, наводчик с помощью коллиматорного прицела осуществляет наводку в цель. Исходя из ее скорости, производится упреждение. Для этого пользуются сеткой прицела, каждое кольцо которой соответствует определенной ракурсной скорости цели. Корректируют стрельбу по высоте и направлению выносом точки прицеливания.

## **Стрельба ночью и в условиях плохой видимости**

В пределах дальности действия приборов ночного видения, прибора наблюдения командира танка и ночного прицела обнаружение целей и стрельба прямой наводкой с места, с коротких остановок и с ходу ведется по тем же правилам, что и днем. Однако по целям, освещаемым прожекторами, осветительными ракетами, пожарами, а также обнаруживающим себя вспышками света, блеском выстрелов, светом фар, стрелять из танка можно и не пользуясь этими приборами. Стрельбу с коротких остановок и с ходу ночью ведут по освещенным целям, как правило, на дальностях прямого выстрела.

Если цель освещена длительное время или обнаруживает себя частыми вспышками, стрельбу ведут так же, как днем. Когда же необходимо поразить цели, которые обнаруживают себя только периодически, направление стрельбы корректируют выносом точки прицеливания на величину отклонения разрыва от цели. В некоторых случаях для пристрелки применяют бронебойно-трассирующие снаряды, независимо от характера цели, по которой ведется огонь. Один-два выстрела дают возможность уточнить исходные установки для стрельбы.

По неосвещаемым целям, а также днем в условиях ограниченной видимости (сильный дождь, туман, снегопад, задымление танка или местности), стрельбу ведут на дальностях до 1500 м с места не прямой наводкой. Такая дальность выбрана прежде всего из тактических соображений. Дело в том, что стрельбу не прямой наводкой по ненаблюдаемым целям танки ведут в обороне с тем, чтобы не дать противнику возможности накопить силы для атаки.

Существенное значение имеет и ограниченность боекомплекта танка. Подсчитано, что при стрельбе не прямой наводкой на дальностях более 1500 м, даже когда дальность до целей определяется дальномером или по карте, для поражения цели требуется более 10 снарядов. Такой расход боеприпасов для танков недопустим.

Исходные установки для стрельбы определяют заранее, в условиях хорошей видимости или в светлое время. Для танка выбирают огневую позицию (основную и запасные). С нее намечают на местности ориентиры, заметные местные предметы, рубежи, в районе которых предполагается появление противника. Затем возможно точнее определяется дальность до этих ориентиров. Учитываются и необходимые поправки на отклонение условий стрельбы от нормальных.

Пользуясь танковым телескопическим прицелом, орудие последовательно наводят на каждый выбранный ориентир с установкой прицела, отвечающей предстоящим условиям стрельбы. После тщательного наведения орудия фиксируют его направление по башенному угломеру, а угол возвышения — по боковому уровню.

Боковой уровень (рис. 152, а) укреплен на качающейся части пушки близ места наводчика и позволяет определить (в тысячных) величину углового отклонения пушки в вертикальной плоскости от горизонтального положения. На шкале уровня нанесены деления (от 27 до 38), каждое из которых соответствует 1-00 (ста тысячным). Имеется и шкала точного отсчета с ценой деления 0-01 (одна тысячная). Размещена она на кольце червяка, которое вращается с помощью маховичка.

Если указатель стоит против деления «30» шкалы корпуса, а пузырек в ампуле занимает среднее положение, то это значит, что пушка находится в горизонтальном положении (рис. 152, б). Если же указатель установить против любого другого деления, а затем, действуя подъемным механизмом, перемещать пушку до тех пор, пока пузырек в ампуле выйдет в среднее положение, стволу пушки будет задан угол возвышения (снижения), соответствующий цифрам на шкалах.

Установки башенного угломера бокового уровня, полученные в результате наводки орудия в ориентиры, а также значения дальностей записывают в таблицу и карточку огня танка. Эти исходные установки, если позволяет обстановка, проверяют отдельными выстрелами из пушки и очередями из танкового пулемета.

Решение на открытие огня не прямой наводкой принимает командир танка по донесениям разведки, боевого охранения, передовых мото-

стрелковых подразделений, а также по некоторым демаскирующим признакам, например, по шуму, блеску выстрелов.

Определив положение цели относительно ориентира, уточнив, если это возможно, исходные установки, он подает команду на открытие

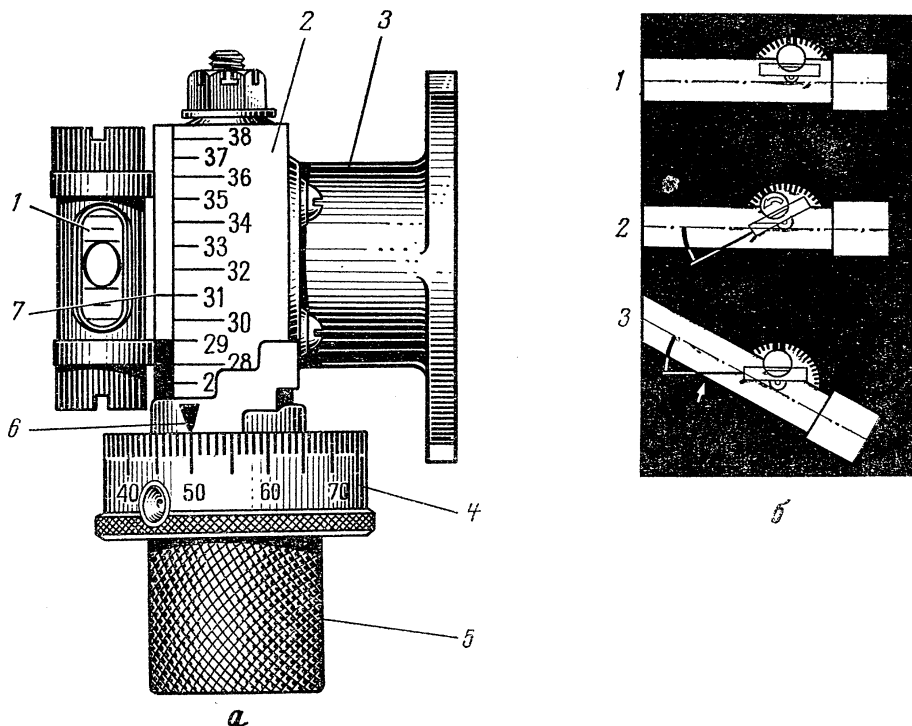


Рис. 152. Боковой уровень:

*a* — устройство; 1 — ампула; 2 — шкала грубого отсчета; 3 — основание; 4 — шкала точного отсчета; 5 — маховичек; 6 — указатель; 7 — шкала грубого отсчета; *b* — наводка орудия с помощью бокового уровня: 1 — орудие в горизонтальном положении; 2 — на шкалах уровня задан угол; 3 — орудию придан угол возвышения

огня. Стрельбу не прямой наводкой рекомендуется вести осколочно-фугасной гранатой с установкой взрывателя на осколочное действие.

При глазомерном определении исходных установок (во время составления карточки огня) возможны значительные ошибки и трудно ожидать, что цель удастся поразить первыми же выстрелами. Поэтому стрельбу на поражение ведут на нескольких установках уровня: исходной, увеличенной и уменьшенной на одно деление угломера по отношению к исходной. Причем на каждой установке уровня производят не менее двух-трех выстрелов из пушки (двух-трех длинных очередей из пулемета). В этом случае, вследствие естественного рассеивания снарядов, достигается равномерное распределение их

траекторий по глубине, что приводит к увеличению вероятности поражения цели.

Если же дальность до ориентиров при составлении карточки огня определялась дальномером или по карте, то стрельбу непрямой наводкой можно вести на одной установке уровня. Это обуславливается тем, что ошибка в определении направления на цель в процессе составления карточки огня обычно невелика. Кроме того, ширина зоны действия осколочного снаряда достигает 30 м.

Стрельбу непрямой наводкой выгоднее вести не одиночным танком, а подразделением. Подготовка стрельбы при этом и сама стрельба выполняется по правилам, близким к применяемым полевой артиллерией, а действительность стрельбы значительно повышается.

Во время стрельбы непрямой наводкой условия наблюдения могут улучшиться или цель окажется освещенной. В этом случае целесообразно перейти к ведению огня прямой наводкой по правилам, применяемым при стрельбе по наблюдаемым целям.

## **Глава XII. ВОЖДЕНИЕ МАШИНЫ**

Многие тысячи километров прошли советские танки в сражениях Великой Отечественной войны. Их не останавливали ни заграждения и огонь, ни быстрые реки, ни снега, ни болота — все преодолевали они на своем пути, громя немецко-фашистских захватчиков. В успешных действиях наших танков большую роль сыграло высокое мастерство механиков-водителей. И ныне постоянная высокая боевая готовность подразделений танковых войск также в значительной мере определяется мастерством вождения танков.

Овладеть мастерством вождения танка — это значит научиться водить его одиночно, в колонне, в боевых порядках на высоких скоростях, на большие расстояния, в различных условиях местности, времени года, суток, погоды, искусно преодолевать различные препятствия и заграждения.

Высокое мастерство вождения — это такое вождение, при котором механик-водитель с помощью членов экипажа ставит свой танк в более выгодное положение по отношению к противнику и затрудняет ему вести точный огонь. Благодаря высокому мастерству вождения обеспечивается быстрота, стремительность и внезапность действий танков, повышается действительность их огня.

### **1. ОСНОВЫ ДВИЖЕНИЯ ТАНКА**

На неподвижный танк действует только одна сила — его собственный вес. Эта сила приложена в центре тяжести танка и на горизонтальном участке направлена перпендикулярно к грунту. Прижимая



гусеницы к земле, она обеспечивает их прочное сцепление с грунтом. На танк же, движущийся прямолинейно по горизонтальной поверхности, действуют и другие силы (рис. 153).

В самом деле, чтобы танк тронулся с места, а затем двигался вперед, к нему надо приложить толкающее усилие. Это усилие создается двигателем и передается через агрегаты силовой передачи ведущим колесам в виде крутящего момента. Ведущие колеса под действием этого момента поворачиваются и натягивают задние наклонные ветви гусениц, как бы пытаясь выдернуть гусеницы из-под опорных катков. Но гусеницы силой веса танка прижаты к грунту и удерживаются силами сцепления и трения. Поэтому танку легче податься вперед по гусеницам, расположенным перед опорными катками, чем выдернуть их из-под опорных катков. Подбирая освобождающиеся траки и перематывая гусеницы, ведущие колеса начинают вращаться. Таким образом, для движения танка необходима еще и сила, удерживающая нижние ветви гусениц на грунте. Эта сила называется силой тяги.

Сила тяги, расположенная в плоскости соприкосновения гусениц с грунтом и направленная в сторону движения танка, на корпус танка непосредственно не воздействует, а лишь удерживает гусеницы на грунте.

При трогании танка с места или его движении ею обуславливается появление силы, толкающей корпус и приложенной к осям ведущих колес. Обе эти силы равны и направлены в сторону движения танка.

Если созданы условия для появления силы тяги, то имеются и условия для возникновения толкающей силы. Допустим, что грунт не удерживает нижние ветви гусениц в неподвижном состоянии. В этом случае толкающую силу создать невозможно и танк не движется, хотя его гусеницы будут перематываться (буксовать). Максимальное значение силы сцепления гусениц с грунтом называют силой тяги по сцеплению  $P_{сц}$ . Чем лучше сцепление с грунтом, тем большую силу тяги может получить танк и тем более сложные препятствия он может преодолеть.

Во время движения танка величину силы тяги изменяет механик-водитель, включая соответствующую передачу, благодаря чему изменяется передаточное число силовой передачи.

У двигателя В-54 максимальной величины крутящий момент достигает при 1100—1200 об/мин. Следовательно, при этих оборотах получается и максимальная сила тяги.

Сила, с которой грунт оказывает сопротивление движению танка, называется силой сопротивления качению  $R$ . Она направлена в сто-

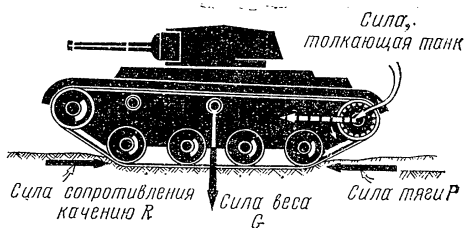


Рис. 153. Силы, действующие на танк при движении по горизонтальному участку местности

рону, противоположную движению танка, но как и сила тяги зависит от свойств грунта, конструкции траков гусениц и веса танка.

Чем мягче грунт, тем глубже погружаются в него гусеницы и тем больше сила сопротивления качению. Наибольшей величина этой силы будет при движении танка по болотам, глубокому снегу и песчаным грунтам. Твердый грунт деформируется меньше, чем мягкий и сопротивление качению на нем меньше.

Если гусеницы широкие, то удельное давление танка на грунт оказывается небольшим. В этом случае и сила сопротивления качению небольшая, так как гусеницы в грунт погружаются незначительно.

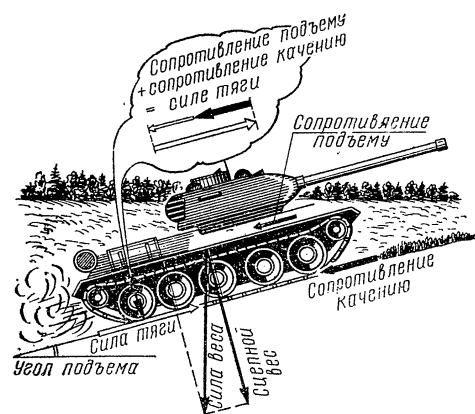


Рис. 154. Силы, действующие на танк при движении на подъеме

коэффициент равен примерно 0,04, на сухой грунтовой дороге 0,06, на лугу 0,08, на грязной дороге 0,15, а на болоте 0,22. Для танка весом 30 т сила сопротивления качению может составлять от 1200 до 6600 кг; то есть изменяться более чем в пять раз. Следовательно, при увеличении сопротивления качению необходимо увеличить тяговое усилие — переходить с высоких передач на низкие, а при уменьшении быстро включать высокие передачи и тем самым повышать скорость движения танка.

Сила тяги при равномерном движении танка по ровной местности равна силе сопротивления качению. Если сила тяги больше, то происходит разгон, ускорение движения танка. При трогании танка с места сила тяги также больше силы сопротивления качению. Это необходимо для преодоления инерции, для разгона. Вообще силы инерции возникают при всяком изменении скорости и направления движения танка.

При движении танка на подъем (рис. 154) к силе сопротивления качению добавляется сила сопротивления подъему, которая является составляющей силы веса. Эта составляющая приложена к центру тяжести танка, направлена вдоль подъема, против движения танка

Однако гусеницы с траками сложной формы и высокими грунтозацепами сильно разрушают и выталкивают грунт, что увеличивает силу сопротивления качению. Эта сила уменьшается, если грунтозацепы, благодаря своей форме, меньше вспахивают грунт при входе в зацепление и выходе из него.

Величина силы сопротивления качению танка любого веса рассчитывается с помощью коэффициента сопротивления качению, который представляет собой отношение силы сопротивления к весу машины и определяются опытным путем. Например, на асфальте этот

и препятствует его движению. Величина ее тем больше, чем круче преодолеваемый подъем. Например, при углах подъема  $5^\circ$ ,  $10^\circ$ ,  $30^\circ$ ,  $45^\circ$  величина силы сопротивления подъему в долях от веса танка равна соответственно 0,08, 0,15, 0,50, 0,70.

Вторая составляющая силы веса танка при движении его на подъеме — сцепной вес танка. Она приложена к центру тяжести танка, направлена к грунту под прямым углом и прижимает танк. Величина сцепного веса уменьшается с увеличением угла подъема. С уменьшением сцепного веса уменьшается и сцепление гусениц с грунтом, что надо учитывать при вождении танков на подъемах и спусках.

При движении на подъем общее сопротивление движению представляет собой сумму двух сил: силы сопротивления качению и силы сопротивления подъему. Сумма этих сил называется силой сопротивления движению танка. С увеличением крутизны подъема, несмотря на некоторое уменьшение силы сопротивления качению за счет уменьшения сцепного веса, сопротивление движению возрастает вследствие быстрого возрастания силы сопротивления подъему. Например, на подъеме крутизной  $10^\circ$  сопротивление движению танка увеличивается почти в три раза по сравнению с сопротивлением, возникающим на горизонтальном участке движения.

При движении танка на спуске (рис. 155) на танк действует только сила сопротивления качению. Более того, возникнет так называемая тянущая сила, приложенная к центру тяжести машины и действующая в том же направлении, что и сила тяги. С увеличением крутизны спуска и веса танка эта сила возрастает. При крутизне спуска  $6-7^\circ$  она достигает такой величины, что способна на твердых грунтах преодолеть силу сопротивления качению и двигать танк, даже если к нему не приложена сила тяги.

Итак, нормальное движение танка — без значительной пробуксовки гусениц и перегрузки двигателя — возможно при условии, когда сила сопротивления движению меньше или равна силе тяги по двигателю, а сила тяги по сцеплению больше силы тяги по двигателю.

Если сила тяги больше силы сопротивления движению, то движение будет ускоренное, а если меньше, то замедленное, и механик-водитель обязан перейти на низшую передачу (увеличить силу тяги), чтобы двигатель не перегружался или не заглох. Если сила тяги по

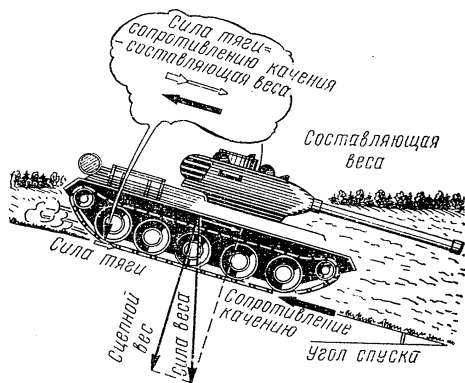


Рис. 155. Силы, действующие на танк при движении на спуске

сцеплению меньше силы сопротивления движению и меньше силы тяги по двигателю, то наступает буксование гусениц.

Из механики известно, что всякое тело стремится сохранить состояние покоя или равномерного и прямолинейного движения. Это свойство тела называется инерцией. Она проявляется в том, что тело оказывает сопротивление внешним силам, стремящимся привести его в движение или изменить скорость или направление движения. Чем резче изменяется скорость тела, тем большая сила расходуется на преодоление инерции. Чем больше масса тела, тем больше инерция.

Танк обладает инерцией подобно всем телам. Проявляется она при всяком изменении скорости его движения, особенно при трогании с места и торможении. Так, при трогании с места необходимо преодолеть не только силу сопротивления движению, но и инерцию танка. Поэтому трогаться с места следует на низших передачах (второй или первой), на которых сила тяги достаточно велика.

Во время разгона танка двигатель создает запас кинетической энергии, величина которой зависит от веса и скорости машины. Танк движущийся по инерции, останавливается под действием силы сопротивления движению, когда израсходована его кинетическая энергия. Путь, который он проходит по инерции, довольно большой. Так, при скорости движения 30 км/час танк на ровном участке с твердым покрытием проходит по инерции 30—40 м. Сокращение этого пути и возможность быстро остановить танк обеспечиваются благодаря тормозным устройствам и различным способам искусственного торможения.

Хорошая поворотливость — с большой скоростью и малым радиусом поворота — необходимое качество современного танка. От поворотливости зависит подвижность, в какой-то мере проходимость и даже неуязвимость танка от огня противника.

Поворот гусеничной машины осуществляется путем замедления скорости перемотки или торможения одной из гусениц. Если скорости перематывания гусениц равны, то танк движется прямолинейно. Как только одна из них начинает перематываться с меньшей скоростью, танк поворачивается в сторону этой гусеницы. Гусеница, имеющая большую скорость, называется забегающей, а гусеница, имеющая меньшую скорость, — отстающей.

Крутизна поворота определяется радиусом поворота, то есть окружности, которую описывает забегающая гусеница. Радиус поворота тем меньше, чем больше разность скоростей забегающей и отстающей гусениц.

Если отстающую гусеницу отключить от силовой передачи и не тормозить, то под ней какое-то время еще действуют сила сопротивления движению и внутреннее сопротивление перематыванию. Она двигается с меньшей скоростью, чем забегающая, и танк поворачивается со свободным радиусом поворота, величина которого неопре-

деленна и зависит от качества грунта и конструкции гусеничного движителя.

Если необходимо повернуть танк с радиусом поворота, меньше свободного, то отстающую гусеницу надо притормозить — создать на ней тормозную силу, направленную против движения. При полностью заторможенной отстающей гусенице радиус поворота равен ширине колеи.

При наблюдении за поворотом танка легко заметить, как гусеницы, перемещаясь, срезают, наволакивают и уплотняют грунт. Танк в этом случае преодолевает не только сопротивление качению, но и сопротивление, возникающее в результате нагребания и срезания грунта гусеницами — силу сопротивления повороту. Величина ее, как и силы сопротивления качению, зависит от веса танка, свойств грунта и конструкции гусениц. Она зависит также и от радиуса поворота. При плавном повороте (с большим радиусом) сопротивление повороту меньше, чем при крутом. Это объясняется тем, что при плавном повороте гусеницы, продвигаясь вперед, не успевают сильно разрушить грунт. При крутом же повороте продвижение гусениц вперед оказывается малым, а разрушение грунта большим. Кроме того, нагребаемая гусеницами земля оказывается перед гусеницами и препятствует повороту. При плавном повороте нагребаемый грунт остается за гусеницами.

Поворотливость танка зависит от конструкции траков гусениц — высоты и расположения грунтозацепов, наличия закруглений на концах траков, а также от величины среднего удельного давления. Чем больше удельное давление, тем глубже гусеницы погружаются в грунт и тем больше сопротивление повороту. Силы сопротивления повороту на передних траках направлены в сторону, противоположную направлению поворота, а на задних — в сторону поворота танка, то есть создается пара сил. Момент этой пары называется моментом сопротивления повороту.

Чтобы осуществить поворот танка, необходимо создать на его гусеницах такую пару сил, которая преодолела бы сопротивления, оказываемые танку грунтом. Такой парой сил будут сила тяги на забегающей гусенице и тормозная сила на отстающей гусенице. Момент этой пары носит название поворачивающего момента и должен быть не меньше момента сопротивления повороту. Чем больше сила тяги на забегающей гусенице и тормозная сила на отстающей, тем больше поворачивающий момент. Например, для крутого поворота надо с помощью механизма поворота притормозить отстающую гусеницу, создав тем самым тормозную силу, направленную назад, и соответственно увеличить силу тяги на забегающей гусенице. Однако мощности двигателя может не хватить для такого поворота. Поэтому поворачивать танк на большие углы с малым радиусом следует на низших передачах и по возможности на ровных участках пути с твердым грунтом.

Поворот танка с большим радиусом, когда расход мощности двигателя невелик (особенно у танков с планетарным механизмом

поворота), следует совершать, не переходя на низшую передачу. Это позволит сохранить высокую среднюю скорость движения без перегрузки двигателя.

## 2. ОСНОВНЫЕ ПРАВИЛА УПРАВЛЕНИЯ ТАНКОМ

### Подготовка к движению

Прежде чем начать движение, танк надо к этому подготовить — провести контрольный осмотр, обратив особое внимание на заправку систем охлаждающей жидкостью, маслом и топливом, подогнать сиденье механика-водителя, подготовить двигатель к запуску, запустить и прогреть его.

Подготовка к запуску двигателя В-54 сводится к следующему. Рукоятка топливораспределительного крана устанавливается в положение, соответствующее работе на одной из групп баков, открывается кран спуска и выпускается воздух из системы питания, в течение 5—10 сек топливо прокачивается ручным насосом. Затем включается выключатель аккумуляторных батарей и проверяется работа сигнала, педалей и рычагов управления, рычаг переключения передач ставится в нейтральное положение, а рукоятка ручной подачи топлива — в верхнее положение. Включается маслозакачивающий насос и создается давление не менее  $3 \text{ кг/см}^2$ . При температуре окружающего воздуха ниже  $+5^\circ \text{C}$  двигатель перед запуском разогревается с помощью подогревателя.

Запуск двигателя может быть произведен с электрическим стартером или с помощью сжатого воздуха.

Запуская двигатель стартером, механик-водитель выжимает педаль главного фрикциона и подает предупредительный сигнал. Включает маслозакачивающий насос, и нажав на кнопку стартера, проворачивает коленчатый вал в течение 2—3 сек без подачи топлива. Отпустив кнопки насоса и стартера, выжимает педаль подачи топлива примерно на  $\frac{1}{3}$  ее хода и снова нажимает на кнопки насоса и стартера.

После запуска двигателя отпускает кнопки стартера и насоса и плавно педаль главного фрикциона. Устанавливает обороты двигателя 700—800 в минуту и фиксирует положение педали подачи топлива рукояткой ручной подачи. Сразу же проверяет давление масла по манометру. При 500—600 об/мин оно должно быть не ниже  $2 \text{ кг/см}^2$ . В противном случае двигатель следует остановить и выяснить причину неисправности.

Двигатель прогревается на холостом режиме (700—800 об/мин), пока температура масла не поднимется до  $8—10^\circ \text{C}$ , а затем при 1200—1600 об/мин температура масла и охлаждающей жидкости должна достигнуть  $30^\circ \text{C}$ . Движение начинается на низших передачах, но как

только температура охлаждающей жидкости и масла повысится до  $55^{\circ}\text{C}$ , можно переходить на любые передачи.

На эксплуатационных оборотах (1600—1800 *об/мин*) наиболее оптимальными показателями работы двигателя являются температура охлаждающей жидкости и масла —  $70\text{—}90^{\circ}\text{C}$  (кратковременно допустима температура охлаждающей жидкости  $105^{\circ}\text{C}$ , масла —  $110^{\circ}\text{C}$ ), давление масла —  $6\text{—}9\text{ кг/см}^2$ .

Останавливать двигатель при температуре охлаждающей жидкости выше  $70^{\circ}\text{C}$  нельзя: может прекратиться циркуляция охлаждающей жидкости, произойти резкий перегрев двигателя и выбрасывание жидкости через паровой клапан системы охлаждения. Поэтому прежде чем остановить двигатель, надо открыть жалюзи, дать ему поработать в холостом режиме при 1500—1600 *об/мин*, пока температура жидкости снизится до  $60\text{—}70^{\circ}\text{C}$ , потом довести обороты до 700—800 *об/мин* и спустя 1—2 *мин* заглушить двигатель, поставив рукоятку ручной подачи топлива в положение нулевой подачи.

На ровном участке и достаточно твердом грунте при трогании танка с места, как правило, включается вторая передача. Если грунт мягкий или вязкий и гусеницы глубоко в него погружены, начинать движение следует на первой передаче. На особо тяжелом грунте можно трогаться с места, используя планетарные механизмы поворота (ПМП). В этом случае надо выключить главный фрикцион и включить передачу, поставив рычаги ПМП во второе положение (до отказа на себя). Плавно отпустить педаль главного фрикциона, перевести рычаги ПМП в первое положение и одновременно увеличить подачу топлива. С началом движения рычаги ПМП переводятся в исходное положение и увеличивается подача топлива.

Если в танке в качестве механизмов поворота применены бортовые фрикционы, то при трогании с места водитель, после того как отпустит педаль главного фрикциона, увеличивает подачу топлива и переводит рычаги бортовых фрикционов вперед в исходное положение — вначале быстро, а затем медленно.

Танк, остановленный на подъеме или спуске, обычно удерживается общим (ножным) тормозом. Для трогания с места на подъеме надо выключить главный фрикцион и включить одну из низших передач, перевести рычаги управления на себя до отказа (продублировать торможение), отпустить педаль общего тормоза и включить главный фрикцион. Увеличивая подачу топлива, поочередно перевести рычаги управления вперед. При этом гусеницы растормаживаются поочередно и крутящий момент передается сначала на одну, а затем на другую гусеницу. На танке с ПМП рычаги переводятся в первое положение тоже поочередно, а в начале движения — в исходное положение.

На пологом коротком спуске, не имеющем препятствий, с места можно трогать на более высоких передачах (вторая или третья). Для этого выключается главный фрикцион, включается передача, выбран-

ная в зависимости от крутизны спуска, и одновременно отпускается педаль общего тормоза и включается главный фрикцион.

На крутом длинном спуске или на спусках с поворотами и неровностями, трогание с места производится в том же порядке, но включается первая или вторая передача. Скорость на спуске регулируется притормаживанием общим тормозом. Главный фрикцион не выключается.

### **Переключение передач**

Неправильный выбор передач и неумелое переключение их приводит не только к снижению средних скоростей движения, но и к перегреву двигателя и преждевременному его износу и коробки передач.

Для перехода с низшей передачи на высшую необходимо дать танку разгон. Для этого увеличивается подача топлива, благодаря чему восполняется потеря скорости, неизбежная при переключении передачи, и развивается скорость, соответствующая включаемой передаче. А так как при большем сопротивлении движению происходит и большая потеря скорости, то переключение передачи целесообразно производить на ровных участках с достаточно твердым грунтом и на спусках. Разогнав танк, надо выключить главный фрикцион и одновременно сбросить подачу топлива. Затем, переключив передачу, включить главный фрикцион и одновременно увеличить подачу топлива.

Рассмотренный порядок переключения передачи с низшей на высшую применим для коробок передач с синхронизаторами, в которых выравнивание окружных скоростей происходит автоматически. Если же коробка передач без синхронизаторов, то для выравнивания окружных скоростей шестерен применяется способ переключения передач с двойным выключением главного фрикциона. В этом случае надо разогнать танк, увеличив обороты двигателя. Выключить главный фрикцион и одновременно уменьшить подачу топлива. Выключить передачу, поставив рычаг кулисы в нейтральное положение, включить и снова выключить главный фрикцион, что необходимо для выравнивания скорости вращения шестерен и муфт и обеспечения их безударного включения. После этого включить высшую передачу, затем главный фрикцион и одновременно увеличить подачу топлива.

Как известно, во время вождения танка механику-водителю нередко приходится значительно снижать скорость движения или увеличивать силу тяги на гусеницах, то есть переходить с высших передач на низшие. Осуществляется это на танках, имеющих коробку передач с синхронизаторами, следующим образом. Уменьшается подача топлива, выключается главный фрикцион и рычаг кулисы ставится в нейтральное положение. Включаются низшая передача и главный фрикцион и одновременно увеличивается подача топлива.

Если коробка передачи без синхронизаторов, то для быстрого выравнивания окружных скоростей шестерен и муфт пользуются спо-



собом промежуточной подачи топлива. Перед переключением передачи снижается скорость движения путем уменьшения подачи топлива. Выключается главный фрикцион и рычаг кулисы ставится в нейтральное положение. Включается главный фрикцион и одновременно увеличивается подача топлива. Затем быстро выключается главный фрикцион, уменьшается подача топлива. Включается низшая передача и одновременно включается главный фрикцион и увеличивается подача топлива.

Благодаря промежуточной подачи топлива резко увеличивается скорость вращения ведущего вала и соединенных с ним элементов коробки передач. Это необходимо для выравнивания окружных скоростей с ведомыми элементами коробки передач, которые в это время вращаются быстрее, так как соединены с ходовой частью быстро движущегося по инерции танка.

Если возникла необходимость резко снизить скорость движения или увеличить силу тяги, допускается непоследовательный переход с высшей передачи на низшую. Для этого надо притормозить танк и использовать промежуточную подачу топлива.

### **Способы поворота и торможения**

Поворот танка может быть плавным и крутым. Плавный делается при больших скоростях движения, на скользких и обледенелых грунтах, а также на спусках и подъемах. Если на танке установлены планетарные механизмы поворота (ПМП), то основным способом плавного поворота является перевод одного из рычагов управления ПМП в первое положение (радиус поворота будет равен 9—10 м). При переводе рычага управления в первое положение подача топлива уменьшается, а после установки рычага увеличивается. Чем выше скорость движения танка, тем более плавно следует переводить рычаг управления.

Для поворота танка с радиусом более 10 м допускается частичное и кратковременное выключение блокировочного фрикциона одного из ПМП. Рычаг управления переводится в промежуточное положение (между исходным и первым). Плавный поворот танка с бортовыми фрикционами осуществляется также путем выключения одного из бортовых фрикционов без затяжки тормозной ленты.

Крутой поворот танка можно произвести, выключив один из ПМП (бортового фрикциона) с последующей затяжкой его тормозной ленты. Для такого поворота нужно уменьшить подачу топлива, перевести рычаг управления в крайнее заднее положение и увеличить подачу топлива.

Крутой поворот танка с ПМП может быть выполнен и путем включения замедленной ступени ПМП со стороны забегающей гусеницы. Надо уменьшить подачу топлива, плавно перевести рычаги в первое положение, рычаг управления со стороны поворота перевести во вто-

рое положение и увеличить подачу топлива. Если при крутом повороте забегающая гусеница начинает пробуксовывать, следует прекратить торможение, продвинуть танк вперед и вновь начать поворот.

На твердых грунтах, на местности, покрытой травой или неглубоким снегом, танк на низших передачах поворачивается легко. Без труда поворачивается он на подъемах и на некрутых спусках с твердым грунтом (рис. 156).

Торможение танка механик-водитель осуществляет тормозами, двигателем (уменьшает подачу топлива) или одновременно с помощью того и другого.

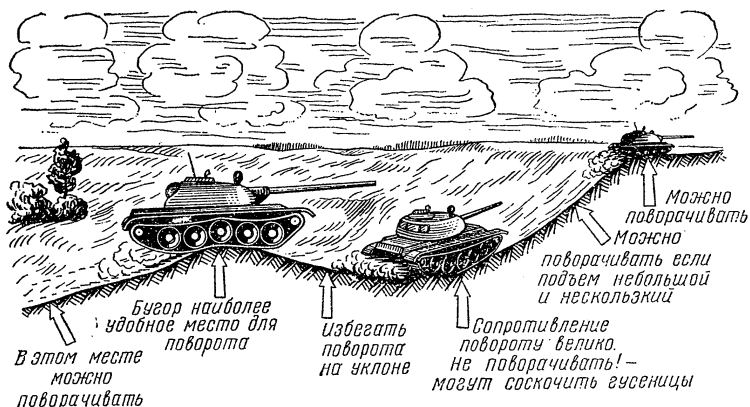


Рис. 156. Использование рельефа местности для облегчения поворота

На спусках для замедления хода, при преодолении препятствий, при переходе на низшую передачу, а также на скользкой дороге для предотвращения юза торможение рекомендуется производить двигателем. Движение при этом замедляется потому, что энергия движения танка расходуется не только на преодоление сопротивления движению, но и на вращение деталей силовой передачи и двигателя. Естественно, что на более низкой передаче сильнее будет и торможение.

Общим тормозом торможение осуществляется в такой последовательности. Отпускается педаль подачи топлива и одновременно выключается главный фрикцион. Плавно нажимается педаль тормоза, в результате чего уменьшается скорость движения и танк останавливается. После остановки выключается передача и включается главный фрикцион.

Если необходимо получить большое тормозное усилие, например на крутом спуске, то применяются комбинированные торможения. Для этого отпускается педаль подачи топлива без выключения главного фрикциона и плавно нажимается педаль тормоза.

Остановка танка может быть преднамеренной или внезапной. В первом случае надо снизить скорость до 6—8 км/час и отпустить педаль

подачи топлива. Выключить главный фрикцион и передачу. Включить главный фрикцион и при подходе к месту остановки плавно затормозить танк, нажимая на педаль тормоза или переводя рычаги управления в крайнее заднее положение.

При внезапной остановке танка отпускается педаль подачи топлива и нажимается педаль тормоза. Перед остановкой выключается главный фрикцион и торможение продолжается до полной остановки. Затем выключается передача, рычаг кулисы ставится в нейтральное положение, включается главный фрикцион и отпускается педаль тормоза.

Чтобы остановить танк на подъеме или спуске, надо отпустить педаль подачи топлива, затормозить, нажав на педаль общего тормоза, выключить главный фрикцион, поставить рычаг кулисы в нейтральное положение, снова включить главный фрикцион и поставить педаль тормоза на защелку.

Во время вождения танка по пересеченной местности следует учитывать состояние грунта и рельефа. На твердом грунте танк надо вести на высокой скорости, по возможности избегать толчков и ударов, опасных для ходовой части танка. Поэтому небольшие бугры, кочки, ямы следует пропускать между гусеницами, либо обходить их, либо проходить по ним одной гусеницей. Повороты можно совершать не снижая скорости, пользуясь выключением блокировочного фрикциона или постановкой рычага управления ПМП в первое фиксированное положение.

Двигаясь же по мягкому грунту, нужно выбирать участки более сухие и твердые, избегая поворотов и переключения передач. Делать это целесообразно на возвышенных или более твердых участках. Заболоченные участки преодолеваются на второй, а при малой его протяженности на третьей передаче.

При подходе к подъему нужно оценить его крутизну, длину, состояние грунта и выбрать соответствующую передачу, допускающую полное преодоление подъема. При необходимости для увеличения тягового усилия использовать ПМП — поставить рычаги управления в первое положение. Короткие подъемы следует преодолевать с ходу на высших передачах, используя инерцию танка.

Длинные крутые спуски преодолеваются на низших передачах без переключения передач. Торможение производится двигателем, а в некоторых случаях тормозами, главный фрикцион при этом не выключается. На длинных пологих спусках используются более высокие передачи, в зависимости от состояния грунта. Ровные короткие спуски берутся с ходу без переключения на низшую передачу.

На глубоких сыпучих песках трогаться с места нужно плавно на низших передачах с использованием первого положения ПМП и без нужды не останавливаться. Короткие песчаные участки и невысокие барханы лучше проходить с разгона, не переходя на низкую передачу. При движении по неглубоким сыпучим пескам в колонне следует использовать колею впереди идущего танка.

Двигаясь по снежной целине, надо избегать низин, оврагов, где скапливается много снега. Для поворота и переключения передач следует выбирать участки с неглубоким снежным покровом. В гололед, снижая скорость движения, поворачивая и выправляя танк, нужно избегать торможения как общим тормозом, так и рычагами привода ПМП.

### 3. ПРЕОДОЛЕНИЕ ПРЕПЯТСТВИЙ

Противотанковые препятствия подразделяются на естественные и искусственные. К естественным относятся реки, каналы, озера, болота, овраги, обрывы, густые леса, пески и другие препятствия, которые в естественном виде или после некоторого усовершенствования могут значительно замедлить или остановить движение танков. То же назначение имеют и искусственные заграждения и препятствия — минные заграждения, валы и воронки, эскарпы (уступы на подъеме) и контрэскарпы (уступы на спуске), рвы и окопы, ограниченные проходы, надолбы, ежи и пр.

В боевой обстановке противотанковые препятствия противник обычно прикрывает огнем. Поэтому для подхода к ним следует использовать скрытые подступы, движение совершать на максимальной скорости, быстро, но плавно (без ударов и толчков) преодолевать препятствия и также быстро отходить от них. Все это значительно уменьшает вероятность поражения танка огнем.

Противотанковые препятствия обычно преодолевают на первой или второй передачах. Одну из этих передач включают за три-пять метров до препятствия, так как длительное движение на низшей передаче приводит к значительному снижению средней скорости и увеличивает опасность поражения танка. Переходить на низшую передачу в таких условиях можно без соблюдения последовательности, например, с четвертой или третьей сразу на вторую или первую. На танках с планетарными механизмами поворота для быстрого увеличения тягового усилия целесообразно рычаги управления ПМП переводить в первое положение.

Переключать передачи и делать повороты на препятствиях не следует, так как это может привести к скатыванию танка назад, к заносу и даже опрокидыванию. Большинство из них надо преодолевать под прямым углом, благодаря чему улучшается сцепление гусениц с грунтом, уменьшается опасность заноса.

При отходе от препятствия, если позволяет местность, нужно быстро перейти на высшую передачу, по спуску — сразу через передачу.

Рвы, окопы, траншеи преодолевают по-разному: шириной не более одной трети длины танка — под прямым углом, не снижая скорости движения; шириной от 0,3 до 0,45 длины танка — на второй пере-

даче, а при хорошей натренированности механика-водителя даже на третьей.

Для смягчения ударной нагрузки на ходовую часть при движении через ров на повышенной скорости рекомендуется использовать силу инерции танка. Чтобы уменьшилась нагрузка на передние катки, в момент вывешивания носовой части танка над рвом надо резко увеличить подачу топлива. В результате действия силы инерции носовая часть танка приподнимется и начнет опускаться на противоположный край рва. Как только передние катки коснутся грунта, надо резко отпустить педаль подачи топлива — притормозить танк двигателем, и его кормовая часть приподнимется и не завалится в ров.

Для преодоления очень широких рвов применяют колейные мосты, фашины, связки бревен. Можно использовать также различные способы, обеспечивающие разрушение стенок рвов либо его засыпку землей или подручными материалами.

Опытные механики-водители по колейному мосту ведут танк, как правило, на второй передаче, поддерживая равномерные обороты колчатого вала двигателя. Танк направляют точно по колею. Чтобы избежать заваливания танка в ров, направление движения выбирают при подходе к колейному мосту.

Преодолевая высокие и пологие валы для подъема на их гребень также используют силу инерции, не переходя на пониженную передачу. Перед валом прекращают подачу топлива и выключают главный фрикцион. Механик-водитель рассчитывает силу инерции танка таким образом, чтобы, поднявшись на гребень, он имел минимальную скорость (близкую к нулю). И танк плавно, без удара переваливается через вал. На спуске включает главный фрикцион и, увеличив подачу топлива, быстро отходит от препятствия.

Крутые валы (рис. 157) преодолеваются на низших передачах. По мере подъема на вал плавно увеличивается подача топлива и поддерживаются постоянные эксплуатационные обороты двигателя. Как только центр тяжести танка начнет переходить через гребень, подачу топлива уменьшают. Если раньше времени уменьшить подачу

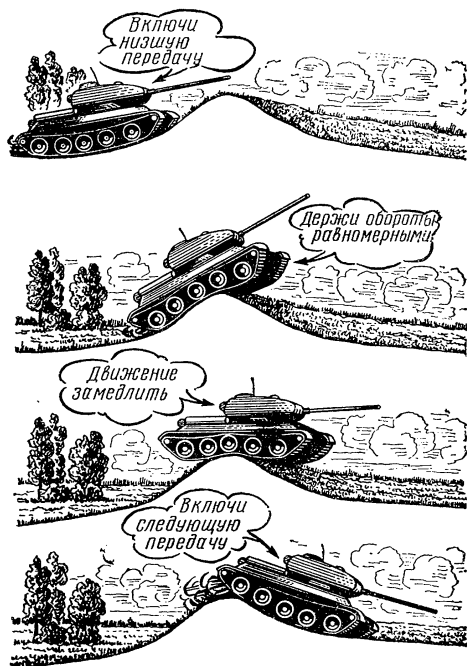


Рис. 157. Преодоление валика

топлива, танк может остановиться и скатиться назад. Если же запоздать с уменьшением подачи топлива, произойдет удар передними катками о грунт. Как только передние катки коснутся грунта, включается повышенная передача и увеличивается подача топлива. Танк быстро отходит от препятствия.

Небольшие воронки, диаметром не более ширины колеи танка, пропускаются между гусеницами. Чтобы преодолеть большую глубокую воронку, надо, не доходя до нее, повернуть пушку назад, включить первую или вторую передачу и направить танк к центру воронки, уменьшая подачу топлива и притормаживая танк двигателем или комбинированным способом. В момент, когда гусеницы коснутся дна воронки, резко увеличивается подача топлива. На подъеме поддерживаются равномерные обороты коленчатого вала двигателя. Когда танк начнет переваливаться через край воронки, подача топлива уменьшается. Как только передние катки коснутся грунта, подача топлива снова увеличивается и быстро включается высшая передача.

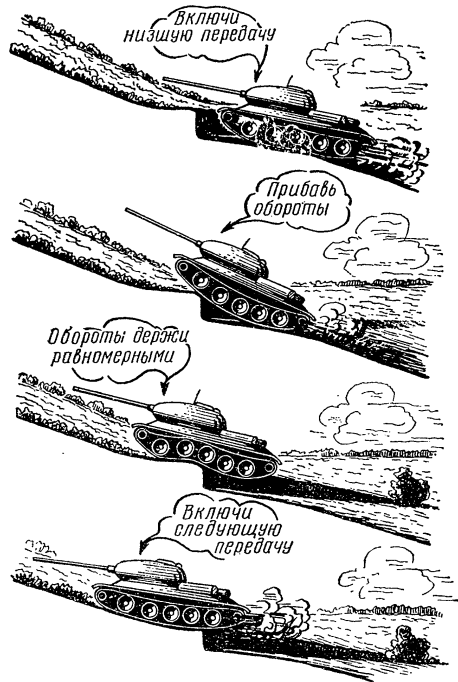


Рис. 158. Преодоление эскарпа

В случае пробуксовки гусениц, следует выключить главный фрикцион, спустить танк на дно воронки, затем включить передачу заднего хода и подняться наверх. Следует попытаться второй раз преодолеть препятствие на большей скорости, используя инерцию танка.

Без средств повышения проходимости танк сможет преодолеть эскарп, если это препятствие возведено на твердом грунте и когда оно немного выше зацепа гусениц. На мягком грунте преодолеваются более высокие эскарпы: их стенки можно разрушить ударом танка.

Преодолевается эскарп, как правило, под прямым углом на первой передаче, включаемой перед самым препятствием. Как только гусеницы коснутся стенки, следует плавно увеличить подачу топлива и подниматься на эскарп без рывков. Когда центр тяжести танка окажется над стенкой эскарпа и начнет переваливаться через верхнюю кромку, необходимо уменьшить подачу топлива, чтобы избежать удара машины о грунт. Как только передние катки коснутся грунта,

нужно быстро перейти на высшую передачу и отойти от препятствия (рис. 158).

При разрушении стенки эскарпа, расположенного на мягком грунте, следует выключить главный фрикцион, чтобы предотвратить при ударе передачу резких нагрузок на силовую передачу и двигатель. Для преодоления высоких эскарпов используются фашины и колейные мосты. Во избежание буксования гусениц, особенно в зимнее время, колейный мост нужно проходить с разгона, используя инерцию танка. В боевой обстановке стенки высоких эскарпов разрушают огнем из пушки.

Контрэскарпы — обрывы на спуске крутизной, близкой к  $90^\circ$ , танк преодолевает, если их высота не более трети его длины. При большей высоте может произойти опрокидывание танка или утыкание носовой частью (рис. 159). Поэтому для преодоления высоких контрэскарпов проделываются проходы (съезды), укладываются колейные мосты, фашины.

Танк к контрэскарпу подходит, как и к другим препятствиям, на максимально допустимой скорости под прямым углом к гребню. Перед препятствием ствол пушки поворачивается назад и включается низшая передача (вторая или первая). Танк движется к гребню контрэскарпа на минимально возможных оборотах двигателя и притормаживается перед опусканием носовой части. Растормаживается, когда носовая часть коснется подошвы контрэскарпа, и кормовая часть танка плавно опускается. Затем нужно быстро отойти от препятствия, перейдя на высшую передачу, и развернуть башню пушкой вперед.

На мягком грунте можно попытаться обрушить стенку контрэскарпа танком — резко затормозить, как только его носовая часть немного пройдет стенку контрэскарпа. Если стенка обрушится, танк вместе с грунтом плавно сползет в контрэскарп.

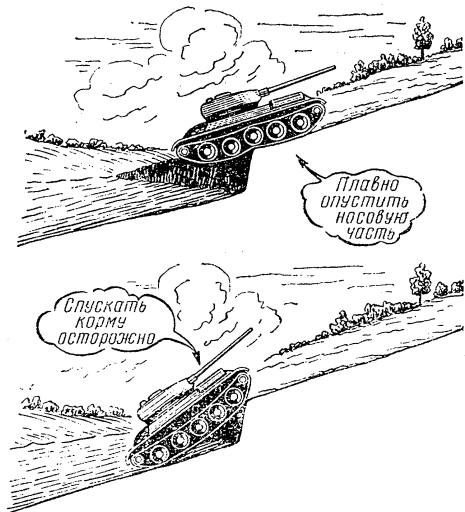


Рис. 159. Преодоление контрэскарпа

#### 4. ПРЕОДОЛЕНИЕ ВОДНЫХ ПРЕГРАД

Встречающиеся на пути реки, озера и другие водные преграды танки преодолевают различными способами — по мостам, на паромках, вброд, под водой и наплаву (плавающие танки). Все зависит от обстановки, имеющихся переправочных средств и возможностей само-

стоятельно совершить переправу. Но, пожалуй, наиболее распространенным способом является переправа вброд.

Броды подразделяются на нормальные и глубокие. Поэтому перед преодолением водной преграды необходимо произвести разведку и, если необходимо, то оборудование брода.

Разведка брода сводится к его отысканию, определению ширины и глубины, состояния грунта дна и берегов, крутизны берегов, скорости течения воды, а также состояния путей подхода и выхода. В подготовку брода входит очистка дна реки от минно-взрывных заграждений, больших камней, коряг и других препятствий. При оборудовании схода и выхода из воды уменьшают, если это необходимо, крутизну берегов и укрепляют их фашинами или бревнами. Границы брода днем обозначают вехами, а ночью — световыми указками. Подготавливаются также эвакуационные средства, особенно когда предстоит преодолевать глубокий брод.

Брод нормальной глубины преодолевается без специальной подготовки танка. Но механик-водитель обязан убедиться в наличии пробок и крышек люков днища, проверить их крепление, исправность прокладок под крышками люков, а также в том, что люк механика-водителя закрывается плотно и гусеницы имеют правильное натяжение. Буксирные тросы надеваются на крюки (один трос на кормовой крюк, другой на носовой) и закрепляются на надгусеничных полках танка.

Перед входом в воду закрывают люк механика-водителя и в зависимости от глубины надевают чехлы на дульные срезы пушки и пулемета и щитком закрывают амбразуру прицела. По выбранному направлению механик-водитель ведет танк на максимальной скорости, а при входе в воду включает низшую передачу, как правило, вторую, благодаря чему обеспечивается плавный вход в воду. В конце спуска плавно увеличивает обороты до эксплуатационных и поддерживает их на всем протяжении брода.

Во время движения передачи не переключает. Избегает поворотов, рывков и остановки танка. Если возникла необходимость сделать поворот, один из рычагов ПМП ставит в положение между исходным и первым. Действиями механика-водителя руководит командир танка по переговорному устройству (ТПУ).

Очень важно, чтобы в ходе преодоления брода не заглох двигатель. А такая опасность возрастает при выезде танка на противоположный берег, поскольку именно в этот момент, на подъеме, резко увеличивается как нагрузка на двигатель, так и сила веса танка. Остановка же двигателя может привести к скатыванию танка назад, в реку, следовательно, и к попаданию воды через выпускные трубы в цилиндры двигателя, что делает невозможным запуск двигателя и дальнейшее движение танка. Попытка запуска двигателя в этом случае может вызвать гидравлический удар и аварию двигателя.



Если танк, вышедший на противоположный берег, останавливается из-за буксования гусениц и скатывается назад, следует быстро перевести рычаги управления во второе положение (до отказа на себя), увеличить обороты двигателя до эксплуатационных и плавно спустить танк назад в воду. Затем снова начать движение вперед. Если и на этот раз выйти на берег не удается, надо удерживать танк на тормозах и поддерживать обороты двигателя в пределах 1400—1600 об/мин, пока танк будет отбуксирован тягачом. Только так можно избежать остановки двигателя и попадания воды в цилиндры.

Танк после определенной подготовки — герметизации, производимой с помощью возимого оборудования, — способен преодолевать броды, глубже нормальных, но не настолько, чтобы вода заливала открытые люки башни.

В загерметизированном корпусе создаются условия, не слишком благоприятные для работы агрегатов и механизмов, особенно для системы охлаждения двигателя. К тому же при значительном погружении танка в воду меняются величина и характер сил, действующих на танк. Вес его уменьшается на величину выталкивающей силы, которая в свою очередь зависит от глубины погружения и для среднего танка составляет 10—12 т. С уменьшением веса снижается сила тяги по сцеплению, так как становится меньшим и само сцепление гусениц с грунтом.

Работа двигателя и его системы охлаждения затруднена потому, что в загерметизированный корпус танка поступает значительно меньше воздуха, необходимого для нормальной циркуляции через радиаторы. Теплоотвод от двигателя ухудшается, температура жидкости в системе охлаждения порой поднимается до 110° С. Предотвратить перегрев двигателя можно, если герметизировать танк при максимальном приближении к водной преграде. Но сделать это по тем или иным обстоятельствам бывает невозможно. Другой способ, исключаящий перегрев двигателя, заключается в том, что при подходе к броду и во время его преодоления необходимо правильно выбирать скорости движения и поддерживать оптимальные обороты двигателя.

Опытным путем установлено, что при движении танка по тяжелым и вязким грунтам наиболее выгодной передачей, исключаящей перегрев двигателя, является вторая передача. Вот почему механику-водителю необходимо учитывать состояние дорог при движении танка к водной преграде и выбирать такую передачу, чтобы температура охлаждающей жидкости к моменту входа танка в воду не превышала 70° С. Температурный режим двигателя остается в норме, если преодолевать брод на первой передаче, а обороты поддерживать в пределах 1400—1500 об/мин.

При движении через глубокий брод механик-водитель не видит путь перед собой и его действиями руководит командир машины, находящийся в люке башни. Он подает лишь самые необходимые команды,

чтобы не отвлекать механика-водителя от управления. При подходе к броду выбирает направление и следит за тем, чтобы танк двигался ближе к вехам. При этом учитывает, что даже при небольшой скорости течения реки (0,5 м/сек) танк будет сносить в сторону.

Если возникнет надобность несколько изменить направление движения, то доворот производится плавно путем выключения одного из механизмов поворота, так как вследствие уменьшения сцепного веса танк поворачивается сравнительно легко.

Таким образом, успешное преодоление глубокого брода обеспечивается в результате его разведки и оборудования, всесторонней подготовкой танков, надежной герметизацией их корпусов, а также мастерством механиков-водителей.

Современный танк способен преодолевать водную преграду под водой. С помощью специального оборудования для подводного вождения (ОПВТ), возимого на танке, производится полная герметизация корпуса и обеспечение экипажа и двигателя атмосферным воздухом. В работе агрегатов и механизмов возникают, естественно, те же трудности, что и при преодолении глубокого брода. Они даже несколько усугубляются вследствие полного погружения танка в воду.

Преодоление водной преграды под водой начинается с разведки, выбора участков переправы и их оборудования — устанавливаются указки, вехи, обозначающие направление движения к переправе, организуется пункт управления и аварийно-спасательной службы. Подготовка танков производится в районе герметизации и частично на подходе к этому району. Установив оборудование, экипаж занимает в танке свои места, надевает спасательные жилеты и приводит изолирующие противогазы в положение «Наготове».

Из района герметизации до водной преграды танк движется с открытым люком крыши силового отделения. Это делается для того, чтобы не допустить излишнего нагрева охлаждающей жидкости. При подходе к переправе люк закрывается и производятся необходимые операции, предусмотренные для данного типа танка. Постоянно поддерживается радиосвязь с пунктом управления и точно выполняются все принятые по радио команды.

Водную преграду танк преодолевает на первой передаче, поддерживая постоянные эксплуатационные обороты двигателя. Направление движения механик-водитель выдерживает с помощью гирокомпаса. Управляет движением танка командир по радио с пункта управления. Поворот, если в нем возникла необходимость, делается плавно.

При выходе танка из воды на берег экипаж действует так же, как и после преодоления глубокого брода.

Существенную роль в обеспечении высокого темпа наступления имеют плавающие танки. Они способны с ходу форсировать водные преграды и вести бой с противником на всех этапах преодоления вод-

ной преграды: на подходе, во время форсирования и сразу же после выхода на противоположный берег.

Плавающий танк обладает почти всеми свойствами сухопутной машины и легко передвигается на суше. Но ему присущи и такие свойства, как плавучесть, остойчивость и маневренность на воде. Остойчивость — это способность танка, выведенного из равновесия в результате воздействия на него внешних сил, возвращаться к первоначальному положению после прекращения действия этих сил. Остойчивость дает возможность танку входить в воду с креном (поперечный наклон) и дифферентом (продольный наклон), плавать на волне, буксировать другую машину.

Плавучесть и остойчивость машины обусловлены конструкцией корпуса, а маневренность на воде и плавание со скоростью до 10 км/час — наличием на танке водометного движителя. Благодаря малому удельному давлению гусениц на грунт, равному  $0,5 \text{ кг/см}^2$ , танк имеет высокую проходимость, что особенно важно при преодолении им водных преград, при подходе к ним и выходе.

Для преодоления водного препятствия выбираются места с относительно пологими берегами, твердым или песчаным грунтом для входа и выхода танка из воды. Крутизна спуска не должна превышать  $30^\circ$ , а крутизна подъема  $25^\circ$ . Кроме того, место переправы не должно иметь мелей, зарослей, заболоченных участков, а также надолб, порогов, скал и других искусственных или естественных препятствий.

В процессе подготовки танка к плаванию проверяется наличие и затяжка крышек люков и пробок в днище танка, смазываются лабиринтовые уплотнения ведущих колес, контролируется исправность сигнального устройства курсоуказателя (на щитке механика-водителя должны загораться желтые сигналы), легкость открытия и закрытия клапанов на водоотливных трубах, освобождаются концы буксирных тросов и соединяются скобой, тросы укладываются на крышу силового отделения и к скобе привязывается веревка буй.

При подходе к водному препятствию механик-водитель устанавливает рукоятку привода управления механизмом защиты в положение «Вода», что предотвращает попадание в двигатель воды, переводит рычаги управления заслонками водометных движителей в положение «Открыто», поднимает волноотражательный щит. Кроме того, башня устанавливается пушкой вперед, затягивается уплотнение погона башни.

Танк в воду механик-водитель ведет на первой передаче под прямым углом к берегу. Если водное препятствие недостаточно глубокое и танк не всплывает, то рычаги управления внутренними редукторами ставит в среднее положение и тем самым включает водометные и гусеничные движители. При всплытии танка рычаги управления пере-

водит в нижнее положение, то есть включает только водометные движители.

Включение водометных движителей производится следующим образом: сначала выключается главный фрикцион и устанавливаются обороты коленчатого вала двигателя в пределах 500—800 *об/мин*. Затем устанавливаются рычаги управления внутренних редукторов в нужное положение и включается главный фрикцион и одновременно увеличивается подача топлива до установления эксплуатационных оборотов двигателя.

Режим движения танка на плаву выбирается в зависимости от глубины и протяженности водного препятствия. При значительной протяженности и достаточной глубине, когда гусеницы не касаются дна, включаются только водометные движители. Если водное препятствие небольшой протяженности, прерывается мелями, которых танк касается гусеницами, то рычаги управления внутренними редукторами ставятся в среднее положение с тем, чтобы одновременно работали гусеницы и водометные движители.

Поворот танка на плаву осуществляется с помощью рычагов управления, которые воздействуют на заслонки водометных движителей, перекрывающие водопроточные трубы. Чем больше перекрыта заслонкой водопроточная труба, тем с меньшим радиусом поворачивается танк. Если танк стоит на месте и полностью перекрыта одна из заслонок, то радиус поворота будет равен 3—5 *м*.

Для крутого поворота движущегося по воде танка обороты двигателя уменьшаются до минимально устойчивых, с помощью рычага управления закрывается соответствующая заслонка и одновременно быстро увеличиваются обороты до 1700—1800 в минуту. В водоемах, покрытых битым льдом или густыми водорослями, во избежание заклинивания заслонок поворот производится с помощью бортовых фрикционов. Радиус поворота танка при этом составляет 11—13 *м*.

Когда танку надо дать задний ход, рычаги управления заслонками ставят в положение «Закрыто» и обе заслонки полностью закрываются. Прежде чем поставить рычаги в это положение, уменьшают обороты двигателя до минимально устойчивых.

Остановить танк можно плавно или быстро. В первом случае уменьшают подачу топлива, выключают главный фрикцион и рычаг кулисы ставят в нейтральное положение. Танк плавно, по инерции подходит к месту остановки.

Для быстрой остановки рычаги переводят в положение заднего хода и обороты двигателя увеличивают до 1700—1800 в минуту. Для быстрой остановки танка, движущегося задним ходом, рычаги переводят в положение переднего хода и увеличивают обороты двигателя до 1700—1800 в минуту. Торможение на плаву осуществляется путем уменьшения оборотов двигателя или перевода обоих рычагов управления заслонками в положение заднего хода (при движении вперед) или в положение переднего хода (при движении назад).

При подходе танка к берегу рычаги управления внутренними редукторами ставят в положение, обеспечивающее совместную работу водометов и гусениц. Приближаясь к месту выхода, танк направляют перпендикулярно к берегу и в двух-трех метрах от него опускают волноотражательный щит.

Выход на берег производится по возможности при пониженных оборотах двигателя — на первой передаче. На берегу танк готовят к движению по суше — выключают водометные движители, рычаги управления заслонками переводят в положение «Закрото», рукоятку привода механизма защиты двигателя от попадания воды — в положение «Суша», отпускают уплотнение погона башни. Все эти операции, если требует того обстановка, можно выполнить во время движения танка. При первой же возможности необходимо произвести техническое обслуживание танка после его эксплуатации на плаву.

## **Глава XIII. ЭКСПЛУАТАЦИЯ ТАНКОВ**

Использование танков и проведение их технического обслуживания называется эксплуатацией. А эксплуатируются боевые машины в самых различных условиях — при высоких и крайне низких температурах окружающей среды, повышенной запыленности воздуха, в трудной дорожной обстановке и резко меняющихся нагрузках. В таких условиях длительная, надежная и эффективная работа машины обеспечивается в результате тщательного и своевременного контроля ее технического состояния, полного устранения неисправностей, правильного использования горючесмазочных материалов и специальной подготовки к сезонной эксплуатации.

### **1. ЭКСПЛУАТАЦИОННЫЕ МАТЕРИАЛЫ**

Для эксплуатации танков необходимы разнообразные материалы — дизельное топливо, моторное масло, консистентные смазки, охлаждающие и амортизационные жидкости, лакокрасочные материалы. От правильного выбора и умелого их применения, от своевременного контроля за качеством этих так называемых эксплуатационных материалов в значительной степени зависит нормальная и продолжительная работа боевых машин, исключая серьезные неисправности и поломки.

## Дизельное топливо

Для танковых двигателей дизельное топливо применяется соответственно времени года и окружающей температуре: дизельное летнее ДЛ, зимнее ДЗ и арктическое ДА.

Летнее топливо применяется, когда температура воздуха выше  $0^{\circ}\text{C}$ . При температуре ниже  $0^{\circ}\text{C}$  вязкость его возрастает, при минус  $5^{\circ}\text{C}$  в нем выпадают кристаллы парафина, препятствующие его прохождению по топливопроводу и через фильтры, а при минус  $10^{\circ}\text{C}$  оно застывает и теряет подвижность. Запустить двигатель с таким топливом невозможно. Затруднен также и слив топлива.

При температуре воздуха ниже  $0^{\circ}\text{C}$  используется зимнее дизельное топливо, которое обеспечивает нормальную работу двигателей до минус  $30^{\circ}\text{C}$ . Если температура воздуха еще ниже, то танк заправляют арктическим дизельным топливом, сохраняющим свою работоспособность при температуре до минус  $50^{\circ}\text{C}$ . В летний период в случае отсутствия летнего дизельного топлива, разрешается применять зимнее.

Способность дизельного топлива к самовоспламенению характеризуется цетановым числом. Чем выше это число, тем легче запускается двигатель. Процесс сгорания протекает более плавно. На дизельном топливе с низким цетановым числом двигатель работает жестко, происходит повышенный износ деталей, увеличивается расход топлива, снижается мощность двигателя, он перегревается. Топливо, предназначенное для танков, имеет цетановое число 40—45 единиц, благодаря чему обеспечивается нормальная работа двигателя.

Воспламеняемость дизельных топлив зависит и от их фракционного состава (содержание в топливе различных фракций, выкипающих при определенных температурных пределах). Так называемые тяжелые фракции топлива выкипают при высоких температурах, а легкие фракции при более низких. Дизельные топлива, содержащие большое количество тяжелых фракций, затрудняют запуск двигателя, повышают нагарообразование и износ. Двигатель на таком топливе дымит. При чрезмерном содержании в топливе легких фракций снижается его цетановое число, а следовательно, ухудшается и воспламеняемость. Недостаточная вязкость топлива ведет к повышенному износу топливной аппаратуры. Топливо для быстроходных дизелей содержит необходимое количество тяжелых и легких фракций. Оно имеет достаточную вязкость.

Дизельное топливо ни в коем случае не должно содержать в себе воду и механические примеси. Попавшая в топливо вода повышает опасность его замерзания, вызывает перебои в работе двигателя и способствует образованию коррозии деталей. А чтобы предотвратить попадание воды в двигатель, необходимо строго выполнять рекомендации по сливу отстоя из топливных баков и фильтров. И еще

одно неперемное условие — нельзя применять на танках дизельное топливо, предназначенное для автомобилей и тракторов. В нем содержится до 1 проц. серы, что вызывает коррозию и повышенный износ деталей танкового дизеля, снижает надежность его работы и сокращает срок службы.

### **Моторное масло**

Для двигателей типа В-2 и некоторых агрегатов силовой передачи танка как зимой, так и летом используется масло МТ-16п. Его получают из очищенных остатков нефти (после выделения из нее моторных топлив), с добавлением присадок, приготовленных из различных химических элементов. Присадки уменьшают лаковые отложения и осадки на деталях двигателя, предотвращают пригорание поршневых колец, защищают детали от коррозии, замедляют старение масла, снижают температуру его застывания, устраняют вспенивание в системе смазки. Все это улучшает условия работы двигателя.

Самое важное свойство масла — вязкость, оцениваемая в условных единицах — сантистоксах. Чем выше вязкость масла, тем больше его внутреннее сопротивление. Вязкость всегда указывается при определенной температуре, так как с повышением температуры вязкость уменьшается, а с понижением увеличивается. От вязкости масла зависит прочность масляной пленки, образующейся между трущимися поверхностями деталей, надежность уплотнения поршневых колец в цилиндре, отвод тепла от деталей и легкость запуска двигателей зимой.

Нельзя применять масла очень низкой вязкости: они легко выдавливаются из зазоров между деталями, отчего повышается их износ. Создается, кроме того, дополнительное сопротивление, затрудняющее запуск двигателя, сокращается количество подаваемого масла, что также ведет к повышенному износу, а в некоторых случаях к расплавлению коренных и шатунных подшипников. Для надежной работы двигателя масла должны при рабочей температуре иметь определенную вязкость, незначительно изменяющуюся с понижением температуры.

Рабочей температурой принято считать плюс 100° С, при которой вязкость масла МТ-16п равна 16 *сст*. Такая вязкость масел вполне обеспечивает длительную и надежную работу двигателей. Но важно еще, чтобы двигатель боевой машины быстро запускался при низкой температуре воздуха, а температура застывания масла МТ-16п — минус 25° С. Вот почему в зимнее время, прежде чем запустить двигатель, масло и охлаждающую жидкость разогревают.

Качество моторных масел оценивается также по тому, в какой степени они влияют на нагарообразование и отложение лаковых пленок на деталях двигателей. Эту оценку принято называть термоокислительной стабильностью. Чем она выше, тем больше времени требуется для образования лаковой пленки, а следовательно, такое масло мало

способствует образованию лака и нагара. С появлением же на деталях двигателя нагара ухудшается отвод тепла и циркуляция масла в системе смазки двигателя, повышается износ деталей, увеличивается опасность пригорания поршневых колец, в результате чего происходит их зависание, потеря подвижности. Возникают и другие нежелательные явления. Опыт показывает, что при соблюдении правил эксплуатации масло МТ-16п по нагарообразованию вполне обеспечивает длительную и надежную работу танковых дизелей.

Моторные масла не должны вызывать коррозию. Наоборот, их назначение — надежно защищать от нее детали двигателей. По техническим условиям моторные масла не должны иметь водорастворимых кислот и щелочей, которые даже в небольшом количестве вызывают коррозию.

Незначительное количество воды в масле также способствует увеличению коррозии, к которой наиболее чувствительны вкладыши коренных и шатунных подшипников, внутренняя поверхность гильз цилиндров.

Противокоррозионная присадка в масле МТ-16п защищает детали двигателя от коррозии и особенно надежно коренные и шатунные подшипники.

В маслах в процессе эксплуатации двигателей происходят количественные и качественные изменения. Количественные — уменьшение масла в системе смазки двигателя — в основном являются результатом сгорания и частичного испарения его под действием высоких температур. Качественные — старение масла — происходят под влиянием высоких температур, кислорода воздуха, действия металла деталей двигателя, а также вследствие попадания механических примесей (пыль, частички нагара), воды и дизельного топлива.

При старении масла увеличивается количество вредно действующих кислот, смолистых веществ и различных примесей, а количество присадки уменьшается. Поэтому по истечении определенного срока моторное масло становится непригодным и его заменяют свежим. Своевременное и качественное обслуживание системы смазки не только обеспечивает надежность работы двигателя, но и продляет его жизнь

### **Консистентные смазки**

Во многих узлах и агрегатах танков применяются не только жидкие масла, но и консистентные смазки, обеспечивающие надежную работу трудногерметизируемых узлов трения. Прочно удерживаясь на поверхности деталей, они снижают их износ и трение, надежно защищают их от коррозии. Смазки предохраняют узлы и от попадания в них пыли, грязи, воды.

Состоят консистентные смазки из жидкой фазы — минерального масла и загустителя — мыла (10—20 проц.). Наиболее распространенным является солидол — смазка универсальная среднеплавкая.



Изготавливаются солидолы двух видов: жировые (УС-1, УС-2, УС-3 — их загуститель приготовлен на растительном масле) и синтетический (УСс — загуститель получен на основе синтетических жиров).

Солидолы не растворяются в воде и не смываются ею, это дает возможность применять их в ступицах катков танков, имеющих контакт с водой. Солидолом смазываются детали механизмов управления (валки рычагов, шарниры тяг), неокрашиваемые поверхности узлов и механизмов при подготовке танков к хранению.

Солидолы плавятся при температуре плюс 75—90° С и потому их нельзя даже временно использовать в узлах и механизмах, температура которых достигает свыше плюс 65° С.

Существует еще одна консистентная смазка — графитная УСсА, она представляет собой синтетический солидол, смешанный с чешуйчатым графитом (10 проц.). Чешуйки графита хорошо заполняют углубления, неровности и образуют тонкую пленку на поверхности деталей, что надежно защищает их от больших нагрузок и ударного воздействия. Предназначена эта смазка для высоконагруженных узлов трения: подвесок, шлиц торсионов танков, тросов и барабанов лебедок и других узлов. Графитная смазка не боится воды.

В узлах и механизмах, где рабочая температура достигает плюс 100—110° С, рекомендуется применять жировой консталин УТ — смазку универсальную тугоплавкую. Плавится она при температуре плюс 130—150° С и является незаменимой для механизмов выключения главных и бортовых фрикционов. Применять для танков синтетический консталин УТс не следует: он имеет непрочный мыльный каркас, разрушающийся от механических воздействий (смазка расслаивается).

Из низкоплавких смазок для танков используются технический вазелин УН и пушечная смазка УНЗ. В их состав входит 20—40 проц. минерального масла и 60—80 проц. парафина, церезина или петролатума. Небольшим слоем технического вазелина защищают неокрашиваемые поверхности деталей электрооборудования танков от окисления. Пушечная смазка в чистом виде и в смеси с маслами применяется в качестве консервационного материала. Эти смазки плавятся и сползают с поверхности при температуре свыше плюс 50° С, но не боятся воды.

Для бортовых передач танков, где удельные нагрузки на рабочие поверхности зубьев шестерен очень большие, применяется смазка ЦИАТИМ-208 — смесь трансмиссионного масла с мылом и с сернистой присадкой. Смазочная пленка выдерживает большие удельные нагрузки (около 23500 кг/см<sup>2</sup>), воспринимаемые шестернями агрегата, что обеспечивает хорошую износоустойчивость и длительность работы бортовой передачи.

В узлах и механизмах, работающих с малыми нагрузками, но в широком интервале температур (от плюс 90° до минус 60° С), применяется смазка ЦИАТИМ-201, приготовленная на основе маловязкого масла.

При обслуживании танка нельзя применять смазки обводненные, засоренные механическими примесями или содержащие нефтепродукты, заполнять ими узлы и механизмы до отказа. Во время эксплуатации, при нагреве объем смазки увеличится и часть ее вытекает. Зимой смазку не следует нагревать выше температуры каплепадения. Перегретая смазка теряет свои качества и становится непригодной к применению.

Большинство смазок имеет цвет от светло-желтого (УТ, УС) или светло-коричневого (УНЗ, УН) до темно-коричневого. Лишь графитная смазка (УССА) черного цвета и реже темно-коричневого.

Характерным признаком солидола, технического вазелина и пушечной смазки в отличие от консталина является их водостойкость. Это можно определить, растерев водой небольшое количество смазки между пальцами или на ладони. Консталин намазывается и смывается, а на солидол, вазелин и пушечную смазку вода не оказывает никакого воздействия. Вазелин и пушечная смазка растворяются в бензине, солидол же нерастворим.

### **Охлаждающие жидкости**

Надежная работа танкового двигателя и состояние системы охлаждения зависят от качества охлаждающей жидкости. Она должна иметь большую теплоемкость, высокую температуру кипения и низкую температуру замерзания, небольшую вязкость, не вызывать коррозию и разрушения деталей, не способствовать образованию накипи в системе охлаждения. Кроме того, жидкость должна быть безопасной в пожарном отношении и безвредна для человека. Этим требованиям почти полностью отвечает вода, но и она имеет серьезные недостатки.

Прежде всего вода содержит множество различных примесей, среди которых особенно вредны соли. При нагревании до 80—100° С они разлагаются и образуют твердые отложения, которые плотно покрывают все внутренние поверхности системы охлаждения двигателя. Некоторые соли выпадают в осадок. Так постепенно в системе охлаждения увеличивается количество накипи и осадков.

Образовывающаяся накипь сокращает проходные сечения в радиаторах и приток воды уменьшается. Отложения на внутренней поверхности зарубашечного пространства ухудшают отвод тепла. Теплопроводность накипи почти в 25 раз меньше теплопроводности металла. Все это ухудшает условия охлаждения двигателя. Возникает перегрев, что снижает его мощность, повышает расход топлива, а в некоторых случаях приводит к аварии. Вот почему для систем охлаждения танковых двигателей нельзя применять любую воду.

Количество накипи зависит от жесткости воды. Морская вода, содержащая большое количество солей, очень жесткая и для систем охлаждения танковых двигателей не пригодна. Вода в колодцах

и родниках часто бывает жесткой, а в реках и большинстве озер средней жесткости. Самая лучшая вода для систем охлаждения — атмосферная (дождевая, снеговая). Она не содержит минеральных солей и не образует накипи.

Совершенно очевидно, что применять только атмосферную воду не всегда представляется возможным. Поэтому для предотвращения накипи и коррозии в системах охлаждения двигателей используются специальные присадки — антинакипины. Под их действием содержащиеся в воде соли образуют рыхлую взвесь, которую удаляют из системы путем фильтрации воды. Заменять воду не следует, так как большая часть солей из нее уже выделилась и в дальнейшем накипь в системе охлаждения не будет увеличиваться.

Известно, что вода замерзает при  $0^{\circ}\text{C}$ . При этом значительно увеличивается ее объем, что может вызвать разрушение системы охлаждения. Вот почему зимой вместо воды применяется охлаждающая низкотемпературная жидкость — антифриз.

Жидкость эта выпускается двух марок — 40 и 65 (цифры означают температуру замерзания). Охлаждающая жидкость первой марки содержит 53 проц. этиленгликоля (двухатомный спирт) и 47 проц. воды. Соотношение этих компонентов в антифризе марки 65 составляет 66 и 34 проц. Жидкости содержат также антикоррозионную присадку. Небольшая вязкость ( $5$  сст при плюс  $20^{\circ}\text{C}$ ), а главное низкая температура замерзания — весьма ценные свойства антифриза. К тому же при замерзании этиленгликолевая жидкость не переходит в твердое состояние, а образует кашеобразную массу.

Известно, что коэффициент объемного расширения у этиленгликолевых жидкостей больше, чем у воды, поэтому в систему охлаждения заливают антифриза меньше. В противном случае при нагреве избыток жидкости будет выбрасываться из системы через паровой клапан. Если в процессе эксплуатации произошла утечка или выброс антифриза, то в систему доливают антифриз соответствующей марки.

Периодически рекомендуется проверять температуру замерза-

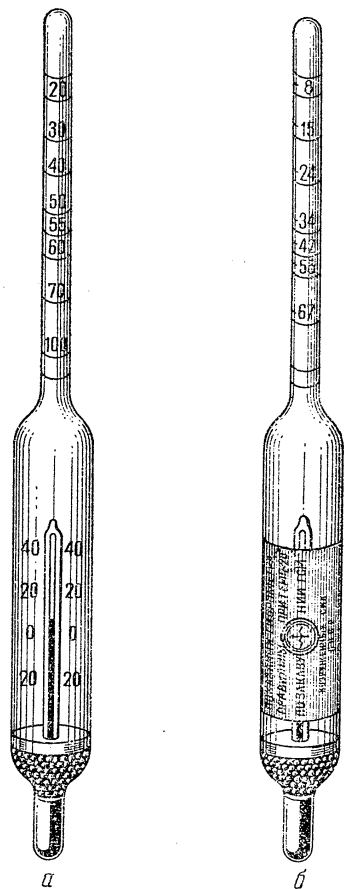


Рис. 160. Гидрометр:

а — лицевая сторона (верхняя шкала показывает процент этиленгликоля в смеси с водой, внизу расположен термометр); б — оборотная сторона (шкала показывает температуру замерзания антифриза в  $^{\circ}\text{C}$ )

ния охлаждающей низкотемпературной жидкости. Делается это с помощью гидрометра (рис. 160). Одна шкала этого прибора показывает процентное содержание этиленгликоля в смеси, а другая температуру замерзания антифриза в °С. Если во время проверки гидрометром, а делается это при плюс 20° С, обнаруживается, что состав смеси, а следовательно и ее температура замерзания изменились, антифриз необходимо слить и отправить для насыщения этиленгликолем.

Отметим еще две особенности антифриза. Во-первых, он обладает повышенной проницаемостью, то есть способен вытекать через малейшие неплотности. Это обязывает членов экипажа особенно внимательно следить за состоянием дюритовых соединений и кранов системы охлаждения двигателя. Во-вторых, даже небольшое количество антифриза, попавшее в организм человека, может вызвать тяжелое отравление. Поэтому категорически запрещается засасывать жидкость в шланг ртом при ее переливании.

### **Амортизационные жидкости**

Плавность работы гидравлических амортизаторов — их основное качество. Зависит оно не только от конструкции амортизаторов, но и от свойств применяемой жидкости, прежде всего от вязкостно-температурных и противоизносных свойств. В качестве амортизационных жидкостей для танков применяются полисилоксановые жидкости, спиртоглицериновые смеси. Используются и минеральные масла.

Для лопастных амортизаторов танка Т-54 предназначена высоковязкая жидкость АЖ-170. Приготовлена она на основе полисилоксановых (кремний-органических) соединений. Жидкость имеет высокую физическую и химическую стабильность. Практически она не расслаивается и не окисляется. Обладает хорошими вязкостно-температурными свойствами. Сохраняет работоспособность в интервале температур от минус 50° С до плюс 110° С.

Для амортизаторов поршневого типа танка ПТ-76 предназначена рабочая жидкость, состоящая из минеральных масел (50 проц. турбинного и 50 проц. трансформаторного). Она имеет хорошую стабильность, высокие противоизносные и противокоррозионные свойства, обеспечивает работу амортизаторов при температуре от минус 40° С до плюс 110° С.

### **Лакокрасочные материалы**

Они необходимы для защиты поверхности металлических деталей от коррозии и маскировки танков. Эти материалы обладают высокой прочностью, твердостью и необходимой эластичностью, почти не пропускают влагу, пары жидкости, газы и солнечные лучи.

Наиболее широко применяются для танков эмалевые краски. Они быстро высыхают, обладают достаточной твердостью, имеют

хороший блеск, стойки к действию нефтепродуктов. Готовятся такие краски из лака (смесь связующего вещества с растворителем) и пигмента (красителя). Качество лака зависит от его состава, а цвет краски — от пигмента.

Лаки служат не только основой для получения красок. В чистом виде они применяются преимущественно для антикоррозионного покрытия деталей электрооборудования, а асфальтобитумные лаки — для покрытия танковых гусениц.

К лакокрасочным материалам относятся также грунты и шпаклевки. Грунт наносится на подготовленную к окраске очищенную и обезжиренную поверхность для защиты металла от коррозии. Шпаклевка, наносимая на загрунтованную поверхность, сглаживает неровности, повышает водозащитные свойства и прочность лакокрасочного покрытия.

Для ухода за лакокрасочными покрытиями используются смывки, с помощью которых удаляются старые покрытия, а также составы, обезжиривающие и удаляющие коррозию при подготовке поверхности к окраске. Следует помнить, что хорошее состояние лакокрасочного покрытия не только улучшает внешний вид машины, но и предохраняет ее от коррозии.

## **2. ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБСЛУЖИВАНИЕ**

Как бы не был надежен танк, в процессе его эксплуатации изнашиваются поверхности сопряженных деталей, ослабевают крепления узлов и механизмов, нарушается их регулировка, появляются неисправности. Расходуются и эксплуатационные материалы, меняются их свойства. Если эти недостатки своевременно не устранить, надежность работы танка снизится, могут произойти поломки и аварии.

Для содержания танков в технически исправном состоянии и в постоянной готовности к использованию проводится плано-предупредительное техническое обслуживание: контрольный осмотр, ежедневное техническое обслуживание, техническое обслуживание № 1 и 2. Такая система обслуживания дает возможность вовремя выявить потребность в ремонте, увеличить межремонтный пробег и планировать работу танков в пределах запаса их хода до очередного обслуживания.

Работы по техническому обслуживанию танков выполняются членами экипажа, а в случае необходимости им помогают в этом ремонтники. В зависимости от потребности используются запасные части, инструмент, приспособления, парковое оборудование, стационарные или подвижные технические средства обслуживания и средства заправки.

Перед каждым выходом танка в эксплуатацию, а также на коротких остановках (малых привалах) при совершении марша проводится контрольный осмотр. В ходе этого осмотра проверяется исправность танка, заправка его горючим, маслом, охлаждающей жид-

костью. Внешним осмотром устанавливается надежность крепления запасного инструмента и принадлежностей (ЗИП), состояние механизмов и агрегатов, проверяется, нет ли течи топлива, масла, охлаждающей жидкости. Особое внимание обращается на места соединения и крепления навесных узлов и агрегатов, плотность крепления дюритовых соединений. Опробуется легкость перемещения рычагов и тяг приводов управления. Контролируется напряжение бортовой сети по вольтметру. Производится проверка уровня электролита. Если он ниже 8—10 мм, доливается дистиллированная вода.

**Ежедневное техническое обслуживание.** Этот вид обслуживания выполняется при возвращении танка после эксплуатации с тем, чтобы обеспечить следующий выход танка.

При ежедневном техническом обслуживании танк дозаправляется горючим, маслом, охлаждающей жидкостью. Производится внешний осмотр состояния механизмов и агрегатов, проверяется, нет ли течи топлива, масел, смазок, охлаждающей жидкости. После этого машину чистят и моют (снаружи и внутри), опробуют легкость перемещения рычагов, педалей и тяг приводов управления.

Во время обслуживания обязательно проверяется отсутствие воды в воздухоочистителе и исправность механизма защиты двигателя от воды (плавающий танк); исправность источников питания и потребления электрической энергии, а также контрольно-измерительных приборов (вольтметр, манометр, термометр, тахометр, спидометр); давление сжатого воздуха в баллонах, нет ли утечки воздуха из системы воздухопуска; состояние крепления прицелов, приборов наведения, боеприпасов, укладки ЗИП; состояние узлов гусеничного движителя и подвески; легкость вращения башни, работа подъемного и поворотного механизмов, действие электропуска; надежность закрывания пробок, люков.

Этот вид обслуживания проводится после пробега танком определенного количества километров. Цель обслуживания — проверка технического состояния узлов, агрегатов, механизмов, систем танка, устранение обнаруженных неисправностей и подготовка машины к надежной работе до следующего технического обслуживания.

**При техническом обслуживании № 1** выполняются все работы ежедневного технического обслуживания и ряд дополнительных. Проверяется уровень масла в агрегатах силовой передачи, при необходимости оно дозаправляется до нормы. Производится замена масла в системе смазки двигателя. Промываются заборные фильтры топливных и масляных баков, топливный фильтр тонкой очистки, масляный фильтр и воздухоочиститель. В условиях сильной запыленности воздуха периодичность обслуживания фильтров и воздухоочистителя сокращается. При сборке фильтров особое внимание обращается на исправность и правильную установку уплотнительных колец прокладок, а при сборке и установке воздухоочистителя — на плотность всех соединений. Кроме того, смазываются подшипники механиз-

мов выключения главного фрикциона и фрикционов планетарного механизма поворота, подшипники механизмов управления; проверяются все крепежные соединения силовой установки, силовой передачи, ходовой части, отделения управления. При запуске двигателя необходимо убедиться, что отработавшие газы не пробивают прокладку головок блоков цилиндров двигателя. Проверяется также техническое состояние паровоздушного клапана системы охлаждения двигателя.

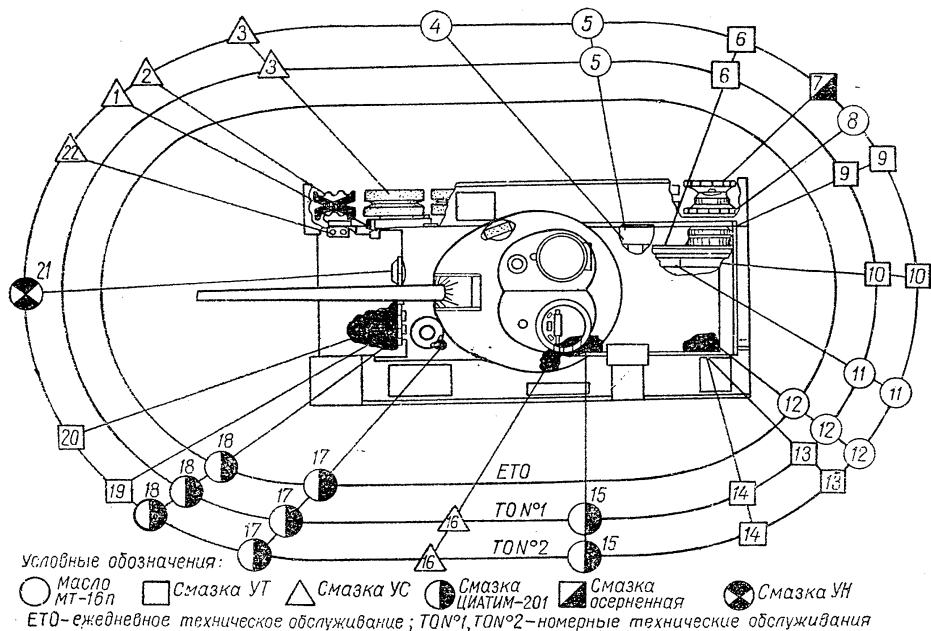


Рис. 161. Схема смазки узлов и механизмов танка по видам технического обслуживания:

1 — втулки осей балансиров; 2 — направляющие колеса; 3 — опорные катки; 4 — регулятор топливного насоса; 5 — гитара; 6 — главный фрикцион; 7 — бортовые передачи; 8 — планетарные механизмы поворота; 9 — механизм выключения правого ПМП; 10 — ступица вентилятора; 11 — коробка передач; 12 — масляный бак; 13 — вертикальные валики КП; 14 — механизм выключения левого ПМП; 15 — редуктор подогревателя; 16 — стопор башни; 17 — закрывающий механизм люка механика-водителя; 18 — shaftы приборов наблюдения механика-водителя; 19 — подшипники рычагов привода ПМП; 20 — труба педали привода главного фрикциона; 21 — зажимы аккумуляторных батарей; 22 — натяжные механизмы

**Техническое обслуживание № 2** проводится после пробега танком определенного количества километров. При этом техническом обслуживании выполняется полный объем работ ежедневного технического обслуживания, технического обслуживания № 1 и дополнительно производится проверка крепления двигателя, его навесных узлов и агрегатов силовой передачи; контролируется регулировка топливного насоса высокого давления; зазор между шестерней стартера

и зубчатым венцом главного фрикциона, крепление погона башни, правильность установки прицелов (при необходимости производится их выверка).

Обслуживание вооружения осуществляется не только при проведении плановых работ, но и после каждой стрельбы, совершения танком марша, после проведения занятий и хранения. Объем этих работ определен руководством по техническому обслуживанию.

При проведении смазочных работ в процессе технического обслуживания руководствуются картой смазки или схемой смазки (рис. 161).

### 3. ЭКСПЛУАТАЦИЯ ЗИМОЙ И ЛЕТОМ

Зимний и летний периоды эксплуатации танков определяются временами года, температурой наружного воздуха: летний начинается при установившейся температуре выше плюс  $5^{\circ}$ , зимний — при температуре ниже плюс  $5^{\circ}$  С. Надежная работа техники в тот или иной период в значительной степени зависит от своевременно проведенной специальной подготовки боевых машин и их экипажей, а также от строгого соблюдения танкистами всех правил сезонной эксплуатации.

Объем работ по подготовке танков к эксплуатации зимой или летом обычно заключается в проведении очередного номерного технического обслуживания, замене дизельного топлива, охлаждающей жидкости и проведении некоторых дополнительных работ.

**Особенности зимней эксплуатации.** В холодное время года ухудшаются условия для работы всех агрегатов и механизмов, затрудняется запуск двигателя и его прогрев, снижается работоспособность аккумуляторных батарей. Глубокий снежный покров и обледенелый грунт усложняют управление танком.

Наибольшие трудности возникают при запуске двигателя. Уже при температуре минус  $7-8^{\circ}$  С запустить его без специальной подготовки невозможно. В холодном двигателе повышается вязкость масла, уменьшаются зазоры в подшипниках и, следовательно, увеличивается сопротивление прокручиванию коленчатого вала. Так, если при  $+20^{\circ}$  С момент сопротивления танкового двигателя равен  $70$  кгм, то при  $-20^{\circ}$  С он достигает  $240$  кгм, то есть превышает максимальный момент, развиваемый двигателем при нормальной работе ( $220-230$  кгм). Недостаточное же число оборотов коленчатого вала приводит к понижению температуры сжимаемого в цилиндрах воздуха и ухудшению самовоспламенения топлива. Кроме того, при малых оборотах коленчатого вала скорость подачи топлива также невелика, что ухудшает распыливание его форсункой. К тому же дизельное топливо с понижением температуры становится более вязким. Например, при изменении температуры топлива от  $+20$  до  $-30^{\circ}$  С средний диаметр капелек распыленного топлива увеличивается в два



раза. Все это затрудняет самовоспламенение рабочей смеси и приводит к жесткой работе — стуку в двигателе.

Другим фактором, затрудняющим запуск двигателя зимой, является понижение температуры сжатого воздуха в цилиндрах двигателя. Это происходит потому, что поступающий в цилиндры холодный воздух при сжатии не нагревается до необходимой температуры. Притом часть тепла поглощается холодными стенками цилиндров. Как известно, для надежного самовоспламенения дизельного топлива необходимо, чтобы температура сжатого воздуха была на 200—300° С выше температуры самовоспламенения топлива, то есть не ниже 425° С. При температуре ниже 300° С самовоспламенение практически исключается и топливо, не успевшее воспламениться, выбрасывается через выпускные клапаны. Поэтому при низкой температуре окружающего воздуха, даже при большом числе пусковых оборотов, не удастся запустить двигатель без подогрева поступающего воздуха или разогрева самого двигателя.

Зимой ухудшается работоспособность электрического стартера и связано это с изменением электрических характеристик аккумуляторных батарей и прежде всего увеличением вязкости электролита. Так, при понижении температуры электролита с +30 до 0° С его вязкость увеличивается вдвое. При этом проникновение электролита в поры активной массы пластин затрудняется и батареи не отдадут всей емкости. У холодного электролита большее электрическое сопротивление. Принято считать, что с понижением температуры электролита на 1° отдаваемая аккумулятором емкость уменьшается на 1 проц. по сравнению с номинальной. С понижением же емкости аккумуляторных батарей уменьшается вращающий момент электрического стартера, например, при —20° С он составляет примерно 70 проц. номинального значения. Стартер даже при запуске разогретого двигателя потребляет ток порядка 700—800 *a*. Такую силу тока могут обеспечить аккумуляторные батареи с положительной температурой электролита и разряженные не более чем на 25 проц.

Приходится также считаться с возможностью замерзания электролита, что может привести к разрушению банок и выходу аккумуляторной батареи из строя. Эта опасность грозит разряженной батарее, электролит которой, имея плотность 1,1, замерзает уже при —7° С. Аккумуляторная батарея, разряженная не более чем на 25 проц., практически не подвергается такой опасности, так как электролит ее имеет плотность 1,23 и замерзает при температуре —40° С.

В зимних условиях возрастает износ деталей большинства агрегатов, особенно в период запуска и начала движения. Объясняется это тем, что между трущимися поверхностями в этот период еще нет сплошной масляной пленки или она слишком тонка. За один запуск холодного двигателя при 0° С детали изнашиваются так же, как за три часа работы двигателя танка под нагрузкой.

Таким образом, для успешного и правильного запуска двигателя необходимо применять зимние, менее вязкие сорта топлива, хорошо разогревать двигатель с помощью подогревателя и при запуске сообщать коленчатому валу возможно большее число оборотов (100—120 *об/мин*).

Очень важно в зимнее время после запуска двигателя правильно поддерживать его тепловой режим. При малых нагрузках, отрицательных температурах воздуха, а также когда не принимаются специальные меры для утепления и подогрева двигателя, происходит его значительное переохлаждение. Длительная же работа двигателя при пониженном тепловом режиме (температура охлаждающей жидкости ниже 40° С) приводит не только к потере мощности и увеличению расхода топлива, но и к осмолению деталей двигателя. Наиболее характерными возникающими при этом неисправностями являются зависание выпускных клапанов и направляющих втулок и заклинивание поршней в цилиндрах.

При появлении признаков осмоления (дымный выпуск, выбрасывание топлива через выхлопные трубы) необходимо, не останавливая двигателя, перевести его в режим работы под нагрузкой, постепенно повышая обороты до 1600—1800, при тепловом режиме, близком к верхнему пределу (не выше 90° С). Однако это не исключает возможности осмоления при частой работе двигателя на пониженном тепловом режиме. Более надежной гарантией является хороший разогрев двигателя перед запуском, точное соблюдение режима его прогрева после запуска.

В условиях низких температур увеличивается вязкость масла и смазки в агрегатах и узлах силовой передачи и ходовой части. В результате значительно повышается сопротивление вращению подшипников, валов и шестерен механизмов. Так, с понижением температуры от +10° С до —30° С тяговое усилие, необходимое для трогания танка с места после длительной стоянки, возрастает почти в четыре раза. Возможно и примерзание гусеничных цепей. Известны случаи, когда по этой причине разрывались гусеницы и даже повреждались бортовые передачи. Поэтому перед троганием танка с места также производится разогрев агрегатов силовой передачи и ходовой части.

Нагрев смазки в агрегатах силовой передачи при движении происходит медленно (примерно на 2° С в минуту). Поэтому первые 200—300 м двигаются на первой передаче, затем переходят на вторую и лишь через 15—20 *мин* включают высшую передачу.

Опыт показывает, что при соблюдении правил зимней эксплуатации можно не только обеспечить надежную работу танков, но и увеличить их межремонтный срок.

**Особенности летней эксплуатации.** В летнее время отрицательное влияние на эксплуатацию танков в первую очередь оказывают высокая температура и запыленность окружающего воздуха. Неуме-

лая эксплуатация танка в таких условиях ведет к перегреву его агрегатов. Причинами перегрева двигателя, например, может быть неполная заправка систем охлаждения и смазки, утечка воды и масла из систем, неправильная регулировка паровоздушного клапана, образование накипи в системе охлаждения, загрязнение радиаторов, уменьшение момента пробуксовки фрикциона вентилятора. Так, на танке Т-54 при утечке или испарении 15 л воды оголяются головки блока, а это влечет за собой не только перегрев, но и может привести к заклиниванию поршней.

Испарение воды из системы охлаждения двигателя ограничивается благодаря своевременной и правильной регулировке паровоздушного клапана: при нормально отрегулированном клапане (0,6—0,8 кг/см<sup>2</sup>) расход воды на эксплуатационном режиме работы двигателя составляет около 1 л/час, а при его разрегулировке до 0,4 кг/см<sup>2</sup> достигает 3 л/час и более.

При образовании накипи производится промывка системы охлаждения горячей водой, содержащей трехкомпонентную присадку.

Для эффективного охлаждения двигателя большое значение имеет правильная регулировка фрикциона вентилятора. Нормальная величина момента пробуксовки у танка Т-54 находится в пределах 18—50 кгм. С падением этой величины даже при незначительном изменении числа оборотов коленчатого вала двигателя скорость вращения вентилятора уменьшается, а следовательно, снижается скорость потока воздуха, проходящего через радиатор, и ухудшается охлаждение силовой установки. Неисправности в приводе вентилятора предотвращаются путем его своевременного обслуживания и регулярного замера величины момента пробуксовки.

В случае перегрева двигателя для снижения температуры можно открыть жалюзи и изменить режим его работы — перейти на низшую передачу и одновременно увеличить число оборотов коленчатого вала. Чтобы снизить температуру масла, также следует перейти на низшую передачу, но при этом нужно уменьшить обороты коленчатого вала двигателя. Когда одновременно повышается температура охлаждающей жидкости и масла, в первую очередь целесообразно снизить температуру охлаждающей жидкости.

Летом нередко происходит повышенный нагрев агрегатов и узлов силовой передачи и ходовой части. Поэтому за техническим состоянием их, особенно за состоянием сальников и других уплотнений, нужно следить очень тщательно. При повышенном нагреве какого-либо узла или появлении посторонних шумов необходимо выяснить причину неисправности и устранить ее. Подтекание смазки ликвидируется при первой возможности.

На работу агрегатов и механизмов отрицательно влияет как чрезмерное, так и недостаточное количество смазки. Избыток масла вызывает внутреннее жидкостное трение с выделением тепла в масло. Оно не только перестает выполнять функции охлаждающей жидкости,

но и становится источником нагрева деталей и всего агрегата. При нагреве агрегата смазка разжижается, вспенивается, что ведет к повышению давления, а это в свою очередь может вызвать пробивание сальниковых уплотнений и вытекание смазки.

Под действием высоких температур и кислорода масло окисляется и на поверхности зубьев шестерен образуется противозносная пленка. При чрезмерной же заправке агрегатов маслом доступ кислорода к зубьям шестерен задерживается, что препятствует образованию такой пленки.

Недостаток масла в картере, когда его уровень находится ниже нормы, особенно опасен. Смазочный слой в сопрягаемых деталях оказывается таким тонким, что он может разрушиться под действием высоких нагрузок. В результате между трущимися поверхностями резко увеличивается температура и наступает их повышенный износ. Консистентные смазки с низкой температурой каплепадения (у солидола она, например, равна  $+75^{\circ}\text{C}$ ) разжижаются и могут вытекать из механизмов. Поэтому в процессе эксплуатации машин необходимо строго следить за соблюдением норм заправки агрегатов маслом, своевременно производить их дозаправку, а при обнаружении течи немедленно выявлять причину и устранять ее.

Большая запыленность воздуха отрицательно сказывается на работе всех агрегатов и механизмов танка. От пыли, попавшей внутрь машины и осевшей на агрегатах, ухудшается охлаждение и увеличиваются усилия на маховиках подъемного и поворотного механизмов пушки, а также на педалях и рычагах приводов управления. При большой запыленности воздуха резко снижается видимость через приборы наблюдения, особенно при движении в колонне.

Предохранение механизмов и деталей двигателя от вредного воздействия пыли обеспечивается благодаря соблюдению установленной периодичности чистки и промывки воздухоочистителей, а также правильной их сборки и установки.

В загрязненном воздухоочистителе значительно выше сопротивление, вследствие чего уменьшается подача воздуха в цилиндры, ухудшается рабочий процесс и, как следствие, понижается мощность двигателя. При пробивании кассет увеличивается запыленность поступающего в цилиндры воздуха. Из цилиндров пыль попадает в масло, а это, как известно, ведет к чрезмерному износу деталей двигателя.

Механические примеси (пыль, песок), попадая в топливо, вызывают усиленный износ топливной аппаратуры. Увеличиваются зазоры между плунжером и гильзой, а следовательно, понижается давление впрыска. С уменьшением же количества подаваемого топлива впрыск происходит с запаздыванием. При засорении топлива может произойти зависание плунжера в гильзе, нагнетательного клапана в секции топливного насоса, иглы в распылителе форсунки. Возникают и другие неисправности.

Чтобы предотвратить попадание пыли в топливо и масло, танки заправляются закрытой струей, фильтры и воздухоочистители обслуживаются в закрытом помещении или в защищенном от пыли и ветра месте. Пробки в горловины топливных и масляных баков ввертываются плотно, с прокладками. Отверстия, через которые бак сообщается с атмосферой, очищаются от пыли. В практике бывали случаи, когда топливо не поступало из баков в систему вследствие засорения отверстий. Ведь по мере расхода топлива создается разрежение и истечение топлива прекращается.

Как уже отмечалось, пыль, оседая на картерах агрегатов, ухудшает теплоотвод, а проникая внутрь агрегатов и механизмов, вызывает их повышенный износ. Поэтому после каждого возвращения танка из эксплуатации необходимо удалять пыль сжатым воздухом или ветошью.

Загрязненные шарниры приводов управления, если их невозможно очистить сжатым воздухом, промываются керосином или дизельным топливом, а затем обдуваются сжатым воздухом и протираются ветошью. В особо пыльных условиях на период марша шарнирные соединения не смазывают. Смазка задерживает пыль, песок и получается пастообразная абразивная масса, которая вызывает интенсивный износ сопряженных деталей и даже их заклинивание.

Проникая в корпус танка пыль засоряет сапуны агрегатов, и сообщение картера с атмосферой нарушается. В результате нагретый во время работы агрегата воздух стремится выдавить смазку через уплотнения. Чтобы не допустить этого, надо систематически проверять чистоту сапуна и при необходимости очищать его сетчатый фильтр от пыли и грязи.

В летний период ухудшаются условия работы гусениц, особенно на песчаных грунтах. Для предупреждения преждевременного их износа необходимо своевременно заменять траки и пальцы, а также производить регулировку натяжения гусениц в зависимости от состояния грунта.

Большая запыленность также отрицательно сказывается на работоспособности аккумуляторных батарей. Если нормальный саморазряд чистых батарей не превышает 1 проц. в сутки, то у загрязненных он может составлять до 3 проц. В течение месяца, когда танк не эксплуатируется, батареи могут полностью разрядиться. Поэтому аккумуляторные батареи надо содержать чистыми и сухими, отверстия в пробках систематически прочищать.

Опыт эксплуатации танков в условиях высоких температур и запыленности воздуха показывает, что при выполнении установленных правил эксплуатации и обслуживания все агрегаты и механизмы действуют надежно.

Танки прошли большой и сложный путь развития. На всех этапах этого пути в конструкции грозных стальных машин, в их тактико-технические характеристики вносились изменения, отвечавшие требованиям времени. Об этом ярко свидетельствует тот факт, что и в современных условиях, когда на вооружение армии пришли ракетно-ядерное оружие, реактивная техника и радиоэлектроника, танки прочно удерживают одно из ведущих мест среди средств вооруженной борьбы.

Советские танковые войска — главная ударная сила Сухопутных войск, сегодня находятся на уровне предъявляемых к ним требований. Они оснащены современными боевыми машинами, по своим качествам намного превосходящими танки периода второй мировой войны. За послевоенные годы созданы новые танки с повышенными боевыми качествами. Мощная броня делает их устойчивыми к воздействию ударной волны ядерного взрыва, а также резко снижает степень поражения экипажа проникающей радиацией. Танки имеют мощное вооружение, надежный двигатель, большой запас хода, современные приборы вождения и управления огнем. Все это позволяет им успешно действовать во всех видах боя на любой местности, днем и ночью, преодолевать зоны радиоактивного заражения, быстро использовать результаты ядерных ударов.

Успешное применение танков, использование всех их технических и боевых возможностей находится в прямой зависимости от подготовленности, боевого мастерства танкистов. Сегодня в наших танковых войсках служат замечательные молодые люди. Они в совершенстве владеют сложной боевой техникой, умело применяют ее на полях тактических учений и маневров. Впечатляющей демонстрацией могущества наших Вооруженных Сил, боевых возможностей современных танковых войск явились учения «Днепр» и войсковые маневры «Двина». На этих маневрах в сложных условиях танкисты совершали длительные марши, с ходу вступали в «бой», форсировали водные преграды, вели наступление в высоких темпах и на большую глубину, а при необходимости занимали прочную оборону. Советские танкисты, достойные наследники боевой славы героев былых сражений, умело управляли сложной техникой, вели меткий огонь, искусно осуществляли маневр и стремительное движение в атаку.

Современный танк — сложная боевая машина. Ну а поскольку наука и техника не стоят на месте и наши конструкторы создают все более совершенные образцы грозных стальных крепостей, то становится понятной необходимость самым серьезным образом готовиться к службе в танковых войсках. Оказать нашим юношам помощь в этом большом и ответственном деле — такую цель ставили перед собой авторы книги «Танки».

В. И. Ленин и Советские Вооруженные Силы. М., Воениздат, 1969. Изд. 2-е, доп.

50 лет Вооруженных Сил СССР. М., Воениздат, 1968.

Великая Отечественная война Советского Союза 1941—1945. Краткая история. М., Воениздат, 1970. Изд. 2-е, исправленное и доп.

А. С. Антонов, Б. А. Артамонов, Б. М. Коробков, Е. И. Магидович. Танк. М., Воениздат, 1954.

В. Д. Мостовенко. Танки. М., Воениздат, 1958. Изд. 2-е, исправленное и доп.

Танки и танковые войска. Коллектив авторов. Воениздат, 1970.

М. А. Малков. Танковые прицелы и приборы наблюдения (основания устройства). М. Воениздат, 1961.

В. Я. Никулин. Основы стрельбы из танка. М., Воениздат, 1958.

А. И. Бабаев. Стартерные свинцово-кислотные аккумуляторные батареи, М., Воениздат, 1967.

В. И. Котовский. Стабилизаторы танкового вооружения. М., Воениздат, 1961.

А. К. Малиновский. Ходовая часть гусеничных машин. М., Воениздат, 1963.

А. М. Катунский. Возждение танков. М., Воениздат, 1964.

В. П. Тарасенков. Основы технического обслуживания гусеничных машин. М., Воениздат, 1961.

Н. Ф. Почтарев. Быстроходные четырехтактные дизели. М., Воениздат, 1965.

Н. Н. Бобров, П. И. Воропай. Применение топлив и смазочных материалов. М., Гостоптехиздат, 1962.

Тактика. М., Воениздат, 1966,

В. А. Мусиенко, К. С. Печенежский. Танковый взвод в бою. М., Воениздат, 1967.

Танкисты в боях за Родину (героические были). М., Изд-во ДОСААФ, 1965.

Журнал «Техника и вооружение» за 1960—1972 годы.

Предисловие . . . . .	Стр. 3
-----------------------	-----------

### Часть первая. СОЗДАНИЕ И РАЗВИТИЕ ТАНКОВ

Глава I. Рождение танка . . . . .	7
Глава II. Главная ударная сила . . . . .	23

### Часть вторая. СОВРЕМЕННЫЕ ТАНКИ

Глава III. Общее устройство . . . . .	62
Глава IV. Вооружение танка . . . . .	72
Глава V. Силовая установка . . . . .	95
Глава VI. Силовая передача . . . . .	131
Глава VII. Ходовая часть . . . . .	152
Глава VIII. Электрооборудование . . . . .	164
Глава IX. Средства связи. Противопожарное оборудование. Средства дымопуска . . . . .	210

### Часть третья. БОЕВОЕ ПРИМЕНЕНИЕ И ЭКСПЛУАТАЦИЯ ТАНКОВ

Глава X. Танки в бою . . . . .	223
Глава XI. Огонь из танкового оружия . . . . .	259
Глава XII. Вождение машины . . . . .	288
Глава XIII. Эксплуатация танков . . . . .	309
Заключение . . . . .	326
Литература . . . . .	327

Евгений Аркадьевич Косырев

Евгений Михайлович Орехов

Николай Никитович Фомин

#### ТАНКИ

Редактор М. Ф. Каруличев

Художник А. И. Простов

Художественный редактор Г. Л. Ушаков

Технические редакторы Р. Б. Хазен, З. И. Сарвина

Корректор Р. И. Мощенецкая

---

Г-30347. Сдано в набор 22.XII 1972 г. Подписано к печати 23.IV 1973 г.  
Изд. № 1/5756. Формат 60×84<sup>1</sup>/<sub>16</sub>. Бумага типографская № 2—3. Тираж 59 000.  
Цена 94 к. Объем физ. п. л. 20,5, усл. п. л. 19,07, уч. изд. л. 22,4. Зак. 2-425. Изда-  
тельство ДОСААФ, Москва Б-66, Новорязанская ул., д. 26.

---

Книжная фабрика им. М. В. Фрунзе Государственного комитета Совета Министров  
УССР по делам издательств, полиграфии и книжной торговли, Харьков, Донец-  
Захаржевская, 6/8.