

А. А. Ларин

Харьков индустриальный

Танкостроение в Харькове

ТАНКОВОЕ ДИЗЕЛЕСТРОЕНИЕ



Важнейшим агрегатом танка является двигатель. Танки, за исключением некоторых современных, имеющих газотурбинные двигатели (ГТД), оснащаются поршневыми двигателями внутреннего сгорания (ДВС). В годы Первой мировой войны танки использовались исключительно для поддержки атакующей пехоты, и их скорость ограничивалась скоростью пешехода. Для таких машин было вполне достаточно двигателей мощностью от 40 до 150 л. с. Поэтому до конца 1920-х годов на танках ставились карбюраторные моторы, в основном автомобильные, серийно выпускаемые в то время. В некоторых танках применялось даже не по одному, а по два и более таких двигателя. Это либо было связано с отсутствием одного двигателя необходимой мощности, и тогда применялся единый агрегат из спаренных двигателей, либо определялось принятой конструктивной схемой машины, когда каждый из двух двигателей приводил в движение одну гусеницу танка.

Однако двигатель танка работает в более жестких условиях, чем автомобильный. Как показали исследования Московского автомеханического института, проведенные в конце 1940-х годов, двигатели грузовых автомобилей 25 % времени работают с нагрузкой до 15 % максимальной мощности, 65 % времени – от 15 до 75 % и только 10 % времени – свыше 75 % мак-

симальной мощности. Таким образом, 90 % времени двигатель грузового автомобиля работает с неполной нагрузкой. В танке же двигатель до 30 % времени работает на максимальной мощности и лишь до 15 % времени – на холостых оборотах и малых нагрузках. Основное же время эксплуатации (до 55 %) нагрузки достигают 80 % максимальной мощности. Кроме того, двигатель танка испытывает более частые изменения нагрузочного режима работы. При движении танка нет использования «наката» машины, характерного для автомобиля. Более высокий уровень нагрузок вследствие наличия в танке гусеничного движителя, удары при преодолении неровностей местности и препятствий – все это в значительной степени влияет на ужесточение условий эксплуатации двигателя танка по сравнению с двигателем автомобиля [1, с. 8–9].

К 1930-м годам танки становятся основной ударной силой сухопутных войск. Появилась новая концепция применения бронетанковой техники. Танки предполагалось использовать уже не только для сопровождения атакующей пехоты, но и для выполнения самостоятельных задач, для чего стали создаваться новые типы танков, в частности тяжелые танки прорыва и быстрые крейсерские или маневренные. Новые машины потребовали более мощных двигателей, а за неимением специальных танковых конструкторы исполь-



зовали авиационные бензиновые моторы, так как только в авиации были легкие двигатели мощностью 300–500 л. с. Дополнительным аргументом служила возможность получения определенной экономической выгоды, ведь на танкостроительные заводы часто направляли отработавшие свой срок на самолетах и прошедшие переборку авиадвигатели, отрегулированные на меньшую мощность для повышения моторесурса.

Авиационные моторы еще больше, чем автомобильные, отличались от танковых по режимам работы. Авиамотор, в отличие от двигателей наземных транспортных средств, работает в условиях малой запыленности воздуха, не испытывая ударных нагрузок, передаваемых от трансмиссии при сравнительно нечастых управляющих воздействиях. Высокая частота вращения коленчатого вала авиационного двигателя требовала больших передаточных чисел в понижающих редукторах трансмиссии танков. Но самым главным недостатком бензиновых авиамоторов была их высокая пожароопасность, обусловленная легучестью и взрывоопасностью паров применяемого в них высокооктанового авиационного бензина. Однако авиационные моторы широко использовались в танках, поскольку альтернативы по удельной мощности им не существовало.

Более привлекательными для танков были дизельные двигатели. Но производимые до 1930-х годов дизели большой мощности были тихоходными, предназначались в основном для судов или стационарных установок и из-за своих габаритов не могли быть установлены в танк. Однако в начале 1930-х годов ведущие промышленные державы все больше стали внедрять дизели в грузовиках и автобусах. Были начаты разработки и авиационных дизелей.

На I Всесоюзной дизельной конференции, состоявшейся в октябре 1933 года, молодой конструктор из Центрального института авиационного моторостроения (ЦИАМ) А. Д. Чаромский¹ сделал доклад о перспективах авиационного дизелестроения. В нем он отметил, что «при одинаковой степени надежности расчетные сечения нагруженных деталей (картер, вал, головка блока цилиндров, поршень, шатун и др.) у двигателя с воспламенением от сжатия выше, чем у бензинового. При мощности 1 000 л. с. и четырехтактном цикле вес дизеля 1 000 кг, а бензинового двигателя — 700 кг. Однако по расходу топлива бензиновый двигатель никогда не сможет конкурировать с нефтяным»².

В связи с этим, дизельный двигатель выгоден только при дальних перелетах продолжительностью свыше пяти часов». В своем докладе Алексей Дмитриевич наметил и пути совершенствования рабочего процесса авиадизеля — наддув и применение двухтактного цикла [2, с. 221, 224].

Хотя авиадизель разрабатывался во многих странах, а в некоторых и серийно выпускался, большого распространения он не получил, так как в довоенный период его мощность еще не удовлетворяла предъявля-

*После войны основным двигателем
в мировом танкостроении
стал дизель, каковым
и остается поныне.*

*Приоритет в создании первого
в мире специального танкового
дизеля принадлежит Харьковскому
паровозостроительному заводу*

емым требованиям, а в послевоенный период авиация перешла на ГТД. Однако опыт, накопленный при разработке авиационных дизелей, послужил конструкторам танковых дизелей.

Преодолеть трудности создания танкового дизель-мотора удалось не сразу. Создать специальный танковый дизель перед войной смогли только советские конструкторы, и только советские танки в годы войны оснащались специальными дизелями. После войны основным двигателем в мировом танкостроении стал дизель, каковым и остается поныне. Приоритет в создании первого в мире специального танкового дизеля принадлежит Харьковскому паровозостроительному заводу (ХПЗ). Именно здесь в предвоенные годы был создан танковый дизель В-2, который устанавливался на всех средних и тяжелых советских танках в годы войны, и именно его применение позволило советским конструкторам создать лучшие в мире танки.

¹ Алексей Дмитриевич Чаромский родился 15 февраля 1899 года в селе Чаромское (Шекснинский район Вологодской области). Участвовал в Октябрьской революции и гражданской войне. В 1928 г. окончил Военно-воздушную инженерную академию имени Н. Е. Жуковского. С 1928 г. работал в научном авиационном институте, а затем в ЦИАМ. Занимался конструированием авиационных дизелей. Был необоснованно репрессирован и в 1938–1942 гг., находясь в заключении, работал в моторной группе особого техбюро НКВД. Лауреат Сталинской премии первой степени (1943 г.), генерал-майор инженерно-авиационной службы (1944 г.), доктор технических наук (1953 г.). Скончался в 1982 году.

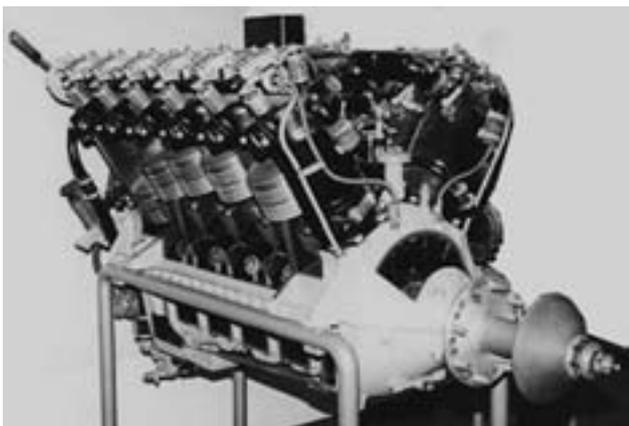
² Поскольку некоторые первые дизели работали на сырой нефти, их иногда называли нефтяными двигателями.

ХПЗ является старейшим предприятием, производившим ДВС в Украине. У истоков дизелестроения, развернувшегося на ХПЗ в 1911 г., стоял выпускник Харьковского технологического института (ХТИ), основатель кафедры ДВС ХПИ В. Т. Цветков. Именно Василий Трофимович начал формировать Харьковскую школу двигателестроения. Он работал на ХПЗ с 1911 г. в течение 20 лет, где под его руководством было выпущено множество дизелей малой, средней и большой мощности [3, с. 8].

В дореволюционный период и в первые годы советской власти заводом строились только лицензионные дизели станинного типа с компрессорным смесеобразованием, в первую очередь, фирмы MAN. Двигатели были четырехтактные, тихоходные (160–225 об/мин) и имели от одного до четырех цилиндров. Использовались они в основном как стационарные установки на промышленных предприятиях, водокачках, мельницах и т. п. [4, с. 14]. В годы гражданской войны дизелестроение на ХПЗ было прекращено и возобновилось только в 1923 г., а к 1928 г. производство дизелей на ХПЗ было восстановлено. В годы первой пятилетки (1928–1932) завод освоил новую продукцию — двухтактные бескомпрессорные дизели типа «Зульцер» (Швейцария). Выйдя на первое место в СССР по производству паровозов, ХПЗ стал также крупным производителем дизелей.

Это производство и стало основой для создания двух уникальных семейств танковых дизелей, равных которым не было в мировом танкостроении.

После выхода в 1929 г. постановления ЦК ВКП(б) и Совнаркома «О состоянии обороны СССР» на ХПЗ началось производство танков. Опытный средний танк



Авиамотор BMW-VI

Т-12, выпущенный в 1931 г., был оснащен авиационным бензиновым двигателем 8Fd французской фирмы «Испано-Сюиза». На серийный танк Т-24 устанавливали аналогичный двигатель М-6, производившийся на Запорожском заводе № 29 [5, с. 18–19].

Но вскоре ХПЗ перешел на выпуск легкого быстроходного колесно-гусеничного танка БТ-2, оснащавшегося, как и его прототип танк «Кристи», американским двигателем «Либерти». На следующих танках БТ-5 стояли уже их отечественные аналоги — авиамоторы

В Советском Союзе несколько организаций занимались разработкой авиационного дизель-мотора.

Над такими двигателями работали и в Москве, в ЦИАМе, и в Харькове, в Украинском научно-исследовательском авиадизельном институте, образованном на базе лаборатории ХТИ

М-5. Очередная модификация БТ-7, а также выпущавшиеся на ХПЗ тяжелые пятибашенные машины Т-35 конструкции Ленинградского завода имени Ворошилова, получили V-образный 12-цилиндровый авиамотор М-17 жидкостного охлаждения (лицензионный BMW-VI). Этот же двигатель применялся и в среднем танке Т-28 производства Кировского завода. Таким образом, уже в 1930-е годы танковые моторы были унифицированы. Для оснащения танков часто поступали двигатели, отслужившие свой срок (100 часов) в авиации.

По мощности и массогабаритным показателям авиационные двигатели М-17 вполне удовлетворяли требованиям танкостроителей, однако были недостаточно выносливыми для тяжелых условий эксплуатации в танке, недостаточно экономичны по расходу топлива и являлись пожароопасными.

Весной 1931 года ВСНХ СССР предложил Коломенскому и Харьковскому паровозостроительным заводам взяться за производство автотракторного дизеля мощностью не ниже 300 л. с. В техническом задании указывалась схема — V-образный 12-цилиндровый с номинальным режимом 1 600 об/мин.



В постановлении правительства двигатель назывался автотракторным, но это было сделано из соображений секретности, новый дизель предназначался для танков, так как ни тракторов, ни автомобилей, требующих такого мощного двигателя, в то время не было. Коломенский завод, несмотря на большой опыт производства дизелей (с 1904 г.), за эту работу не взялся.

Дизельный отдел ХПЗ, руководимый К. Ф. Челпаном³, приступил к заданию, когда прототипа для такого мотора ни в СССР, ни за рубежом не было. В работе использовался опыт, накопленный на ХПЗ при производстве стационарных и судовых дизелей, а также карбюраторных двигателей тракторов и тягачей. Не случайно главные размеры нового дизеля — диаметр цилиндра 150 мм и ход поршня 180 мм — были приняты такими же, как и у карбюраторного двигателя тяжелого артиллерийского тягача «Ворошиловец» мощностью 180 л. с., что позволило применять уже имеющееся оборудование и оснастку.



К. Ф. Челпан

В Советском Союзе несколько организаций занимались разработкой авиационного дизель-мотора. Над такими двигателями работали и в Москве, в ЦИАМе, и в Харькове, в Украинском научно-исследовательском авиационном институте (УНИАДИ), образованном на базе лаборатории ХТИ. Этот институт, которым руководил бывший директор ХТИ профессор Я. М. Майер, занимался созданием четырехтактного V-образного 12-цилиндрового авиационного дизеля АД-1 мощностью 500 л. с. при 1 600 об/мин. Однако дальше испытаний одной секции создатели этого двигателя не продвинулись.

Поскольку у авиационного и танкового дизелей было много общего, усилия УНИАДИ и ХПЗ решили объединить. Специалисты УНИАДИ должны были

помочь заводу в налаживании рабочего процесса, а ХПЗ, в свою очередь, должен был изготовить поковки и литые детали для опытных образцов авиационного дизеля и помочь с налаживанием технологии [6, ф. 1, оп. 20, ед. хр. 6472, л. 134].

Однако руководители Харьковской области, в частности Обком КП(б)У, видимо, не поняли важности поставленной перед двигателями задачи и отвлекали их от основной работы [6, ф. 1, оп. 20, ед. хр. 6472, л. 4]. В силу ряда причин вовремя заказы УНИАДИ, размещенные на ХПЗ, выполнены не были. Так, изготовленные на ХПЗ коленчатые валы были переданы на тракторный завод для термической обработки и в результате испорчены [6, ф. 1, оп. 20, ед. хр. 6472, л. 134]⁴.

В итоге авиационный дизель был создан в ЦИАМе, возможности которого многократно превышали возможности УНИАДИ.

На ХПЗ дело создания танкового дизеля шло успешнее. К концу 1934 года несколько дизелей БД-2 успешно прошли испытания на тягаче «Ворошиловец», катерах и танках БТ-5 [3, с. 39]. За успехи в создании танкового дизеля начальник дизельного отдела К. Ф. Челпан и начальник



Я. Е. Вихман

КБ Я. Е. Вихман⁵ среди других руководителей и сотрудников завода были награждены орденом Ленина [5, с. 23].

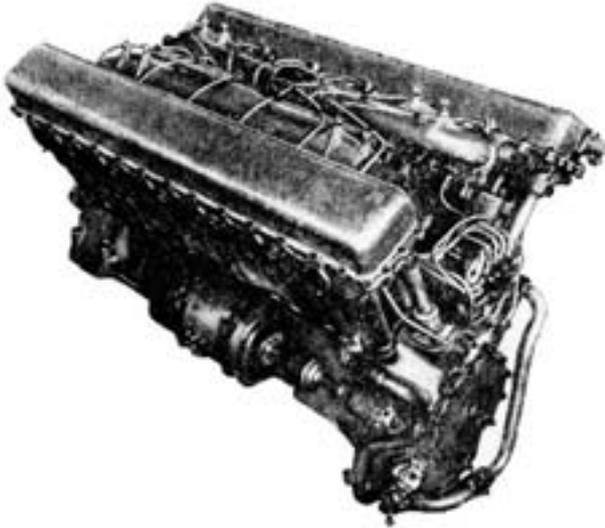
Но вслед за первыми успехами начался длительный период доводки двигателя, которая, как правило, сложнее, чем его разработка. Не случайно в акте один из членов комиссии по дизелю БД-2 записал: «Мало двигатель построить, нужно его довести, а доводка во много раз труднее, чем сама постройка» [3, с. 47].

При создании быстроходных облегченных двигателей конструкторы столкнулись с новыми проблемами, которые не встречались в тяжелых тихоходных стационарных и судовых дизелях. Облегченные авиационные и танковые двигатели имеют более низкие собственные частоты и в то же время большие обороты. В

³ Константин Федорович Челпан родился 27 мая 1899 года в Украине, в селе Чердаклы Мариупольского уезда Екатеринославской губернии (ныне село Кременевка Володарского района Донецкой области) в греческой семье. После окончания в 1919 г. Мариупольского реального училища и участия в гражданской войне поступил в ХТИ, который окончил с отличием в 1924 году. Работал на ХПЗ конструктором, главным конструктором, начальником конструкторского бюро, начальником дизельного отдела. В 1928–1929 гг. стажировался в Германии, Швейцарии и Англии. 15 декабря 1937 года К. Ф. Челпан был арестован по делу о «греческом заговоре». Как «организатор вредительской группы, систематически срывающий задания по дизелестроению», приговорен Комиссией НКВД СССР к расстрелу. Приговор приведен в исполнение 11 марта 1938 года в харьковской тюрьме.

⁴ Полный текст цитируемых архивных документов приведен в [7].

⁵ Яков Ефимович Вихман (1896–1976) – выпускник ХТИ (1924 г.). В годы Великой Отечественной войны был заместителем главного конструктора дизельного СКБ-75 Челябинского Кировского завода.



Опытный дизель БД-2

связи с этим в рабочем диапазоне могут возникнуть резонансные колебания. Так как на ХПЗ не было опытно-исследовательской базы, ему был передан



Танковый дизель В-2-34

НИИ-466 имел хорошо оборудованные исследовательские лаборатории, такие как моторная (испытательная станция с тремя стендами), топливной аппаратуры, динамическая, химмотологии, и опытную базу с обрабатывающими и сборочными цехами. Были привлечены также и сотрудники ЦИАМа. Именно специалистам НИИ-466 и ЦИАМа пришлось доводить конструкцию танкового дизеля и налаживать его производство.

Стендовые испытания выявили целый ряд недостатков, и в первую очередь высказывались претензии к динамической прочности двигателя, а именно недостаточной жесткости картера, блока и гильзы цилиндров. В связи с этим корпус двигателя был усилен [3, с. 48].

Первые шатуны двигателя БД-2 были вильчатого типа и ломались, не выдерживая высоких нагрузок. Поэтому исследовалась динамика шатунно-поршневой группы дизеля (исполнители – сотрудники НИИ-466 Ю. А. Гопп⁶ и Н. М. Глаголев⁷) [1, с. 81]. Когда перешли на прицепные шатуны с небольшой разностью по правому и левому блокам, поломки прекратились. Особенно много возникло проблем с самой нагруженной деталью двигателя – коленчатым валом, например, его поломкой по щекам. Коленчатые валы авиамоторов, как правило, были со щеками овальной формы, и на двигателе БД-2 первые валы сделали со щеками такой же формы. Однако жесткая работа дизеля и более высокие нагрузки, чем в авиационных двигателях, приводили к поломкам. Для устранения этого дефекта перешли к щекам круглой формы.

А самым важным недостатком была невозможность работы двигателя в интервале 900–1 200 об/мин из-за сильных крутильных колебаний коленчатого вала, на котором образовывался узел колебаний. Коленчатый

Двигатель является наиболее сложным и ответственным агрегатом боевой гусеничной машины, и на его разработку уходит зачастую больше времени, чем на сам танк. Зато удачный двигатель определяет развитие бронетанковой техники на многие годы и служит основой для создания самых различных образцов техники

УНИАДИ, получивший название НИИ-466. Ценность его для завода заключалась не только в привлечении квалифицированных специалистов, но и в том, что

⁶ Юрий Аркадьевич Гопп (1906–1972) – доктор технических наук (1953 г.), профессор, один из организаторов Омского машиностроительного института.

⁷ Николай Матвеевич Глаголев (1903–1976) – доктор технических наук (1948 г.), профессор, заведующий кафедрой «Двигатели внутреннего сгорания» ХПИ в 1954–1970 гг.



вал усилили, однако проблема крутильных колебаний осталась, только резонансная зона сместилась выше, оставаясь при этом в рабочем диапазоне. Справиться с проблемой при доводке двигателя не удалось, поэтому было решено на тахометре в соответствующей зоне нанести красную зону с надписью «Проходить быстро», напоминая механику-водителю о том, что на данных оборотах долго работать не рекомендуется во избежание усталостного разрушения коленчатого вала.

До 1937 г. единичные дизель-моторы изготавливали лучшие рабочие – станочники и сборщики. Но при организации серийного производства двигателей возник еще ряд проблем. Все работы проводились в непригодных для этого цехах, а строительство моторного цеха затягивалось, так как не была еще готова конструкция двигателя. Указанные неудачи происходили в 1936–1938 гг., когда на заводе развернулись массовые репрессии. В числе репрессированных были создатели дизеля В-2: в 1938 г. были расстреляны К. Ф. Челпан и начальник дизельного технологического бюро А. А. Краснов [8, с. 41–57, 64]. Пострадал от репрессий и сотрудник ЦИАМа А. Д. Чаромский, консультировавший специалистов УНИАДИ и ХПЗ по вопросам рабочего процесса в дизелях. После вынесе-

ния приговора он был переведен в особое техническое бюро в Тушино – так называемая «Туполевская шарашка», где разработал опытный оппозитный дизель ОН-4, ставший основой танкового дизеля нового поколения.

Одна из причин затруднений и затягивания процесса доводки дизеля – хроническая, проявлявшаяся и в послевоенный период недооценка руководством отрасли, да и промышленности в целом, значения опытно-конструкторских и исследовательских организаций, опытных баз предприятий. За рассматриваемый период наблюдалось непропорциональное развитие массового производства двигателей в ущерб опытному производству и проведению необходимых исследований. В результате этого доводка изделий повсеместно проводилась в условиях серийного производства.

И все-таки в 1938 г. танковый двигатель, получивший наименование В-2, был внедрен в серийное производство. В начале 1939 года дизельное производство из состава ХПЗ им. Коминтерна выделилось в самостоятельный дизельный завод № 75 Наркомата авиационной промышленности. Директором нового завода назначили авиационного инженера Г. Д. Брусникина, главным инженером – И. С. Могилевского. На заводе было создано Управление главного конструктора, которое возглавил Т. П. Чухачин, а серийное конструкторское бюро по дизелям В-2 возглавил И. Я. Трашутин.

Первые машины, оснащенные дизелем В-2



Артиллерийский тягач «Ворошиловец»



Легкий колесно-гусеничный танк БТ-7М



Средний танк Т-34 образца 1940 г.



Тяжелый танк КВ-1

Опытным конструкторским бюро по дизелям стал руководить И. В. Асланов. Заводской НИИ-466 (бывший УНИАДИ) был передан заводу № 75 и начал называться отделом 1600.

Двигатель является наиболее сложным и ответственным агрегатом боевой гусеничной машины, и на его разработку уходит зачастую больше времени, чем на сам танк. Зато удачный двигатель определяет развитие бронетанковой техники на многие годы и служит основой для создания самых различных образцов техники. Так случилось и с дизелем В-2, модификации которого применялись в танках разных типов и в других объектах, в том числе и мирного назначения [1, с. 62]. 1 сентября 1938 года было принято решение о серийном выпуске танкового дизеля В-2, и в том же году он был установлен на танке БТ-7М вместо авиационного бензинового мотора М-17Г. Именно то обстоятельство, что двигатель В-2 создавался как многоцелевой, позволило быстро развернуть его в многочисленное семейство дизелей, предназначенных для различных типов машин и выполненных на одной базе. К июню 1941 года, через 20 месяцев после начала серийного производства, завод № 75 освоил пять модификаций дизеля: для легкого танка БТ-7М, среднего танка Т-34, тяжелого танка КВ, артиллерийского тягача «Ворошиловец», а также дизелей с левым и правым направлением вращения для боевых катеров и, наконец, однорядного шестицилиндрового для легкого танка Т-50 (см. табл. 1).

Комплектование всех средних и тяжелых танков, в том числе и вновь создаваемых танков серии ИС, а также самоходных артиллерийских установок (СУ) на их базе одним и тем же дизелем типа В-2 сыграло очень важную роль в обеспечении танкостроительных заводов моторами и облегчило ремонт и эксплуатацию бронетанковой техники в тяжелейшие годы Великой Отечественной войны.

Возникает вопрос, почему ни до войны, ни в ее ходе промышленность ни одной страны не смогла создать

Таблица 1

Танки с двигателями семейства В-2

Марка двигателя	Год	Мощность, л. с.	Режим, об/мин	Машины
В-2	1938	450	1 800	БТ-7М
В-2/34	1939	500	1 800	Т-34, СУ-85, СУ-100, СУ-122
В-2В	1939	375	1 500	Арт. тягач «Ворошиловец»
В-2К	1939	600	2 000	КВ-1, КВ-2, КВ-1С. КВ-85, СУ-152
В-4	1939	250	1 800	Т-50
В-2П, В-2Л	1939	400	1 650	Катер ПК-1
В-2ИС	1943	520	1 800	ИС-1, ИС-2, ИСУ-152
В-44	1944	500	1 950	Т-44
В-55	1945	520	1 950	Т-54, Т-55, ЗСУ-57-2

не то что равного советскому дизелю В-2, а просто никакого дизеля, пригодного для установки в танк, хотя целесообразность создания танка с двигателем, работающим на тяжелом дизельном топливе, перед легковоспламеняющимся бензиновым двигателем была очевидной. При этом еще до войны во многих странах были созданы вполне работоспособные авиационные дизели. Особенно в этом деле преуспели Германия и США.



Авиамотор «Райт» R-975

Двигательная установка А-57
«Мальтибэнк» фирмы «Крайслер»

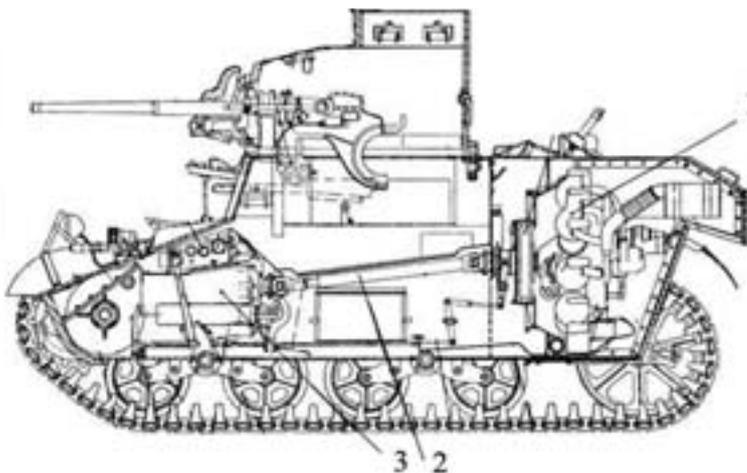


Безусловно, конструкторам танков были ясны преимущества дизеля в танке перед бензиновым мотором. Однако ни в одной стране, кроме СССР, специального танкового дизеля не создали. Причины на то были разные. Так, в Великобритании и США основную ставку в обороноспособности делали на военно-морской флот и авиацию, и танкостроение там находилось в состоянии «спячки». Когда надвигающаяся после оккупации почти всей Западной Европы угроза вторжения заставила англичан и американцев заняться выпуском современной техники, именно отсутствие специальных танковых двигателей стало причиной невысокого качества танков. Британские конструкторы применяли на своих крейсерских танках авиационный мотор «Либерти» мощностью до 400 л. с., низкая надежность которого стала бичом для английских танкистов. Только к концу войны им удалось, опять на основе авиационного мотора «Мерлин», создать надежный 12-цилиндровый двигатель «Роллс-Ройс Метеор» мощностью 600 л. с.

Что касается США, то при огромных объемах выпуска танков даже в богатой Америке не хватало авиационных двигателей, и поэтому силовые установки танков были разнообразной комплектации. На самые массовые средние танки М3 и М4 устанавливался не очень подходящий для танка звездообразный 9-цилиндровый 350-сильный авиамотор «Райт»

мощностью 370 л. с, которой оснащались модификации М3А4 и М4А4. Она представляла собой пять автомобильных двигателей, объединенных в одном блоке и работающих на общую коробку передач. На танке М4А3 применялся V-образный 8-цилиндровый карбюраторный двигатель жидкостного охлаждения «Форд» GAA с рабочим объемом 18 026 см³ и мощностью до 500 л. с. при 2600 об/мин.

Американцы применяли также авиационные и автомобильные дизели. Так, дизель T-1020 «Гиберсон»



Компоновка легкого танка М3 «Генерал Стюарт» (США, 1942 г.).

Применение звездообразного авиамотора (1) и переднее расположение трансмиссии (3), вынуждающее установить внизу машины карданный вал (2), делает танк очень высоким

мощностью 210 л. с. использовался для легких танков М2 и М3. В американских средних танках М3А3 и М4А2 в 1941–1942 гг. применялся агрегат из двух автомобильных 6-цилиндровых дизелей GMC-71 мощностью 210 л. с. каждый.

Во Франции предпочтение было отдано танкам сопровождения, имевшим совсем малую скорость, и мощность карбюраторных танковых двигателей даже у тяжелых машин не превышала 200 л. с. Исключением являлся легкий танк FCM 36, на котором устанавливался V-образный четырехцилиндровый дизель мощностью всего около 100 л. с., выпускаемый фирмой «Берлье» по лицензии английской фирмы «Рикардо».

Как ни странно, большее применение дизели нашли в Японии и Италии, танкостроение которых отставало от других стран. Сами по себе японские и итальянские танки создавались уже устаревшими и не сыграли во Второй мировой войне какой-либо значительной роли. Что касается двигателей, то у японцев это был 6-цилиндровый тракторный дизель «Мицубиси» воздушного охлаждения мощностью 120 л. с., а у итальянцев 8-цилиндровый автомобильный дизель SPA 8-TV мощностью 125 л. с. при 1 800 об/мин.

Несмотря на то что в Германии производство дизелей было развито хорошо, немцы в ходе Второй

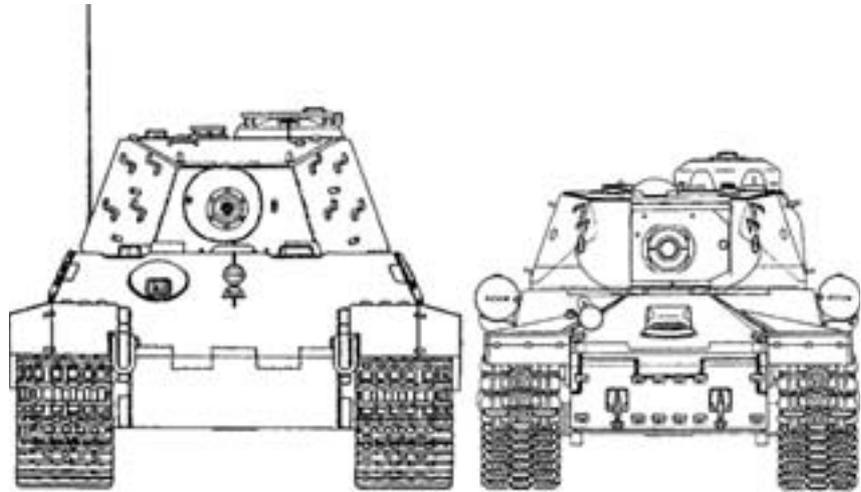
В Великобритании и США основную ставку в обороноспособности делали на военно-морской флот и авиацию, и танкостроение там находилось в состоянии «спячки»

R-975 воздушного охлаждения. Во время войны из-за недостатка этих двигателей фирма «Крайслер» разработала двигательную установку А-57 «Мальтибэнк»

мировой войны не стали устанавливать их на танки, хотя танковый дизель фирмы «Даймлер – Бенц» MB-507 мощностью 720 л. с. в 1942 г. успешно прошел испытание. Однако двигатель имел слишком большие габариты. Кроме того, Германия испытывала явную нехватку дизельного топлива. Используемые немцами отличные танковые моторы «Майбах» HL120TR мощностью 300 л. с. (для средних танков Pz. III и Pz. IV) и «Майбах» HL230P45 в 700 л. с. (тяжелые Pz. VI «Тигр» и Pz. V «Пантера») могли работать на низкосортном синтетическом бензине, вырабатываемом из каменного угля, и были менее пожароопасными, чем авиационные. Также немцы оснащали свои танки системой пожаротушения и отделяли топливные баки от боевого отсека внутренней броневой перегородкой, что понижало опасность для экипажа.

Основным недостатком применения в немецких танках бензиновых моторов стал малый запас хода, который, например, у «Тигра» не

же навесить дополнительно на танк канистры с бензином делают его небоеспособным.



Сравнение фронтальной проекции тяжелых танков Pz. VI «Королевский тигр» (слева) (Германия, 1944 г.) и ИС-2 (СССР, 1944 г.). Применение компактного дизеля В-2ИС и заднее расположение трансмиссии позволило советским конструкторам создать танк с более мощным вооружением, масса которого в полтора раза меньше массы немецкого танка при аналогичном бронировании

В условиях военного времени достоинства техники определяются не только ее моторесурсом, но в первую очередь боевыми возможностями, простотой обслуживания, технологичностью производства, а эти качества у советских танков были на высоком уровне

Что касается танкового дизеля В-2, то, безусловно, он был пущен в производство очень «сырым», его истинный моторесурс составлял всего 50–60 часов. Больше всего беспокоили топливная аппаратура и система воздухоочистки, а на третьем месте стояли проблемы вибраций. Однако в условиях военного времени достоинства техники определяются не только ее моторесурсом, но в первую очередь боевыми возможностями, простотой обслуживания, технологичностью производства, а эти качества у советских танков были на высоком уровне. Что касается срока жизни техники, то он на фронте у большинства машин был еще меньше 50 часов вследствие боевых потерь, а не ограниченности моторесурса.

Дизель В-2 служил не только в танках, его модификации устанавливались на тягачах и кораблях, а также использовались в промышленных силовых установках. В дальнейшем двигатели на его основе использовались в танках Т-44, Т-54, ПТ-76, Т-55, Т-62, ИС-4, Т-10 и др. Современные российские танковые дизели создавались также на основе В-2.

Ни для кого не секрет, что приоритетной в Советском Союзе всегда была техника военного назначения. Именно ею занимались лучшие ученые и инженеры, для ее создания использовались самые современные материалы и оборудование. По этой причине, несмотря на отставание СССР в создании многих видов машиностроительной продукции от ведущих западных стран, советская военная техника была вполне конкуренто-

превышал 100 км. Дело в том, что при большей экономичности применение дизеля позволяет размещать снаружи еще и дополнительные топливные баки. Попытки

способной, а по многим видам и далеко опережала технику «вероятного противника».

В 1960-е годы в Харькове, на ХЗТМ им. В. А. Малышева, был создан танковый дизель нового поколения – 5ТДФ, имевший уникальные характеристики. Двигатель, опередивший свое время, стал основой для создания семейства двигателей, предназначенных для бронетанковой техники, и определил пути ее развития в СССР, а позже и в независимой Украине.

История создания этого дизеля началась с разработки в ЦИАМе под руководством А. Д. Чаромского в 1948–1950 гг. проекта четырехцилиндрового двухтактного турбопоршневого высокооборотистого авиационного дизеля М-305 со встречно движущимися поршнями, Х-образным расположением цилиндров и взлетной мощностью 1000 л. с. Проект не был реализован, так как авиационная промышленность перешла на газотурбинные двигатели. Тогда Алексей Дмитриевич решил заняться проектированием танковых дизелей. В 1952 г. его группа стала научно-исследовательской лабораторией двигателей и впоследствии преобразовалась в Научно-исследовательский институт двигателей. В качестве прототипа для создания нового танкового дизеля был взят М-305. Поскольку его компоновка не годилась для танка, разработали эскизный проект рядного дизеля 4ТД. Этот проект не был реализован в металле, так как расчетная мощность двигателя оказалась недостаточной [9, с. 396–397]. После доработки проекта добавили еще один цилиндр, и в 1953 г. на заводе им. Малышева началась работа по созданию проекта нового пятицилиндрового танкового двигателя 5ТД. В июле 1955 года, после утверждения проекта, на ХЗТМ было организовано КБ по танковому двигателестроению – отдел 60Б. Главным конструктором двигателей стал А. Д. Чаромский, переехавший из Москвы в Харьков.

В 1958 г. дизель 5ТД мощностью 580 л. с. успешно прошел испытания. В КБ под руководством А. А. Морозова был создан новый танк, оснащенный этим дизелем, – объект 430. Хотя танк и двигатель показали высокие качества, в серийное производство



они не пошли, так как их тактико-технические характеристики не соответствовали новым повышенным требованиям. Но поскольку у нового двигателя были еще большие возможности для форсирования, разработка этой схемы продолжалась.

В 1960 г. А. Д. Чаромский по состоянию здоровья вышел на пенсию и возвратился в Москву. Новым главным конструктором по танковому моторостроению стал Л. Л. Голинец⁸. В 1964 г. началось изготовление первых образцов форсированной модификации дизеля



А. Д. Чаромский

5ТДФ. Сначала оно происходило в цехах, выпускающих серийную продукцию, а в декабре 1965 года приказом министра оборонной промышленности СССР С. А. Зверева при заводе им. Малышева было организовано самостоятельное подразделение – Харьковское конструкторское бюро по двигателестроению (ХКБД) [9, с. 505]. В 1966 г. дизель 5ТДФ успешно прошел 200-часовые межведомственные испытания (МВИ). За период его конструктивной и технической доводки с 1962 по 1967 год практически все узлы двигателя претерпели изменения [10, с. 200].

5ТДФ – это рядный пятицилиндровый двигатель с горизонтальным расположением цилиндров, в каждом из которых находятся два поршня, движущихся навстречу друг другу. Между поршнями при их максимальном сближении образуется камера сгорания. В стенках каждого цилиндра имеются: с одной стороны, продувочные окна, а с другой – выпускные. Продувочные окна служат для выпуска в цилиндры свежего воздуха, а выпускные обеспечивают выход из цилиндра отработавших газов. Поршни помимо своего прямого назначения управляют открытием и закрытием продувочных и выпускных окон, т. е. выполняют функции газораспределительного механизма. В цилиндрах расположены два противоположно движущихся поршня, каждый из которых посредством шатуна связан со своим коленчатым валом. В связи с этим, поршни, управляющие продувочными окнами, а также связанный с ними коленчатый вал, называются впускными (продувочными), а поршни, управляющие выпускными окнами и их коленчатый вал, – выпускными (выхлопными).

Коленчатые валы связаны друг с другом главной передачей, состоящей из пяти зубчатых колес, что

⁸ Леонид Леонидович Голинец (1927–2000) – выпускник Львовского политехнического института по специальности «Реактивные двигатели». С 1950 г. работал на ХЗТМ. Лауреат Ленинской премии за создание танка Т-64А. С 1973 г. был заместителем главного конструктора ХЗТМ по дизелестроению.

задает одинаковое направление их вращения. Для разгрузки выполненного из алюминиевого сплава блока цилиндров от растягивающих усилий картеры коленчатых валов соединены между собой шестью парами стальных анкерных болтов.

Двигатель имеет турбонаддув с комбинированной связью компрессора (нагнетателя), газовой турбины



Дизель 5ТДФ

и коленчатого вала. Турбина, вращающая вал компрессора, работает от энергии выхлопных газов, а в случае ее нехватки снимает мощность с главной передачи. Это использование энергии отработавших газов повышает экономичность двигателя, а турбонаддув позволяет увеличить количество подаваемого в цилиндры топлива и тем самым значительно повысить мощность двигателя.

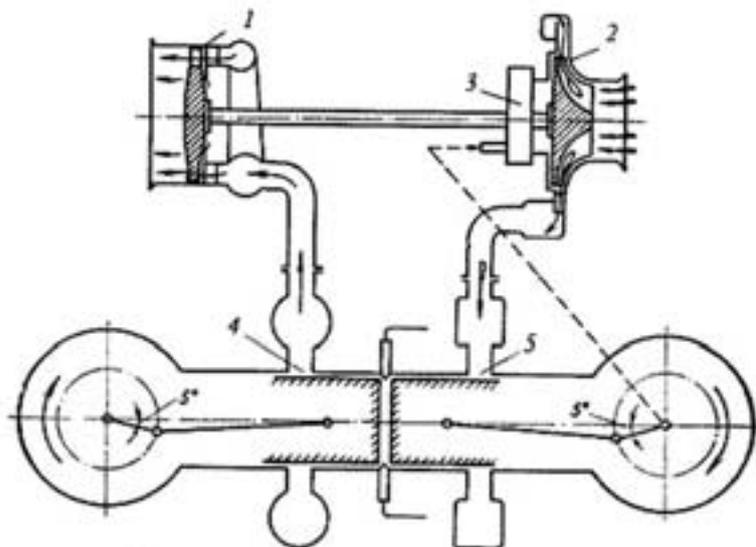
Сложнейшую проблему осуществления силовой связи между находящимися с разных сторон двигателя турбиной и компрессором блестяще решил конструктор Г. А. Волков, предложивший сделать ее в виде соединения, расположенного внутри кулачкового вала топливных насосов [9, с. 397]. Привод состоит из трех тонких валов (рессор), последовательно соединенных между собой стальными цементированными шлицевыми втулками, вращающимися в бронзовых подшипниках скольжения, расположенных в расточке кулачкового вала.

Двигатель имеет рабочий объем всего 13,6 л и мощность 700 л. с. с возможностью дальнейшего форсирования. Его показатели по литровой и особенно по объемной мощности стали для своего времени рекордными, сочетаясь при этом с высокой экономичностью. Главными достоинствами нового дизеля были малая высота – всего 581 мм – и двухсторонний отбор мощности. Уникальные массогабаритные характерис-

тики 5ТДФ позволили создать компактное моторно-трансмиссионное отделение (МТО), что в целом очень благоприятно повлияло на компоновку всего танка. Благодаря плоскому двигателю удалось разместить радиаторы систем охлаждения и смазки над ним, в крыше МТО, и, несмотря на это, снизить высоту танка до 2,17 м. Для сравнения, современные ему танки других стран имеют высоту не менее 2,7 м. Съём мощности с двух сторон выпускного коленчатого вала позволил радикально изменить компоновку МТО и отказаться от главного и бортовых фрикционов. Танк оснащен двумя планетарными коробками перемены передач (КПП) и планетарными бортовыми передачами. Повороты осуществляются включением в КПП отстающего борта, или нейтральной передачи, или передачи на ступень ниже, чем в опережающем.

Среди систем 5ТДФ по красоте решения выделяется привод стартер-генератора, представляющий собой гидромеханическую передачу с автоматическим изменением передаточного отношения при переходе из стартерного режима в генераторный. Чтобы преодолеть динамические нагрузки, возникающие в приводе во время пуска, а также в других различных ситуациях, характерных для эксплуатации танкового дизеля, потребовались годы упорных усилий [9, с. 513].

Внедрение в танкостроении нового семейства двухтактных дизелей со встречно движущимися поршнями



Условные обозначения:

→ Направление движения воздуха
 → Направление движения отработавших газов

Схема работы дизеля 5ТДФ: 1 – турбина, 2 – нагнетатель, 3 – редуктор, 4 – выпускные окна, 5 – продувочные окна

создало очень много проблем, в частности излишних вибраций. Специфическая схема двигателя требовала от двигателестроителей решения новых вопросов



и проведения дополнительных расчетов. В Харьковском политехническом институте в 1960–1980-е годы под руководством профессора Л. И. Штейнвольфа, а в последующие годы – его учениками, осуществлялись все расчеты колебаний дизелей 5ТДФ и 6 ТД [10].

Первоначально планировалось выпускать Т-64А не только в Харькове, но и на Ленинградском Кировском заводе и Уралвагонзаводе (УВЗ) (г. Нижний Тагил). Но поскольку ХЗТМ не обладал мощностями для обеспечения трех заводов танковыми дизелями и, кроме того, дизель 5ТДФ имел еще много рекламаций по ресурсу, были разработаны запасные варианты танка с дизелем В-45, являющимся развитием знаменитого В-2 [11, с. 104]. На основе этих проектов в России впоследствии был создан танк Т-72 с аналогичным вооружением и броневой защитой. Однако вследствие более объемного двигателя танк имеет большие габариты, и его масса составляет 46 т. Преимуществам двухвального оппозитного дизеля перед традиционными V-образными посвящена статья [12].

При создании дизеля 5ТДФ предполагалось, что он будет развивать мощность 1 000 л. с. при 3 000 об/мин. Однако в конце рабочего диапазона возникал резонанс крутильных колебаний, кроме того, двигатель оказался перегружен. В результате пришлось ограничить максимальные обороты (2 800 об/мин) и снизить мощность до 700 л. с. Так в последующие годы мощность дизеля 5ТДФ была повышена сначала до 750, а затем и до 840 л. с.

В 1960-е годы в США были начаты работы по созданию танкового ГТД. В декабре 1966 года появились сообщения, что фирма «Лайкоминг» начала испытания ГТД мощностью 1500 л. с. Следует отметить, что еще в конце 1940-х годов на Ленинградском Кировском заводе разрабатывался проект тяжелого танка с газотурбинным двигателем. Впоследствии, несмотря на достигнутые успехи, работы по созданию танкового ГТД были прекращены в связи остановкой работ по тяжелым танкам.

*16 апреля 1968 года
ЦК КПСС и Совмином СССР
было принято решение о создании
советских танков с ГТД.
С этого момента началась
история танка Т-80*

Когда об американских газовых танковых турбинах узнали у нас, несмотря на то что ведущие европейские танкостроительные державы – Германия, Англия

Боевые машины, оснащенные дизелями серии ТД



Танк Т-64



Танк Т-80



БМП-3



БТР-80

и Франция – отдали предпочтение поршневому двигателю, 16 апреля 1968 года ЦК КПСС и Совмином СССР было принято решение о создании советских танков с ГТД. С этого момента началась история танка Т-80. Уже в мае 1969 года новый ГТД установили на опытный образец танка. В 1970 г. Калужскому моторостроительному заводу было поручено освоение серийного производства танкового двигателя ГТД-1000Т, разработанного НПО им. В. Я. Климova [13].

ГТД имеет ряд преимуществ перед дизелем, а именно:

- отсутствие системы водяного охлаждения;
- уменьшенная теплоотдача в масло и малый его расход;
- уменьшенная вибрация в связи с отсутствием возвратно-поступательных частей;
- лучший коэффициент приспособляемости;
- незаглохаемость при возникновении внезапного сопротивления.

Однако ГТД имеет и ряд непреодолимых недостатков:

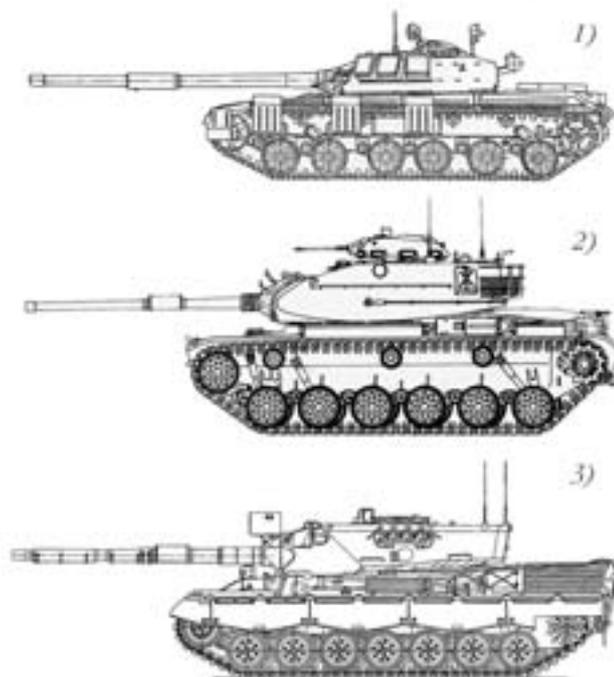
- расход топлива в 1.5–1.7 раза больше, чем у поршневых двигателей;
- высокая стоимость;
- отсутствие резервных средств пуска;
- двигатель не приспособлен к работе в условиях повышенной запыленности;
- большие потери мощности при повышении температуры окружающей среды;
- низкая тормозная мощность [14].

Конструкторы ХЗТМ и УВЗ отказались от идеи использования газотурбинного двигателя в танке, а на Кировском заводе был создан основной боевой танк Т-80. Этот первый в мире серийный танк с единой газотурбинной силовой установкой поступил на вооружение Советской армии в 1976 году. Таким образом, в танковом парке СССР оказалось три основных танка с примерно одинаковыми характеристиками. Однако жизнь показала, что улучшить топливную экономичность танка с ГТД и снизить его стоимость невозможно.

Несмотря на то что сторонники ГТД во главе с Секретарем ЦК КПСС по обороне Д. Ф. Устиновым всячески пытались помешать дальнейшим работам над танковыми дизелями, в 1975 г. на ХКБД развернулись работы по созданию на базе 5ТДФ шестицилиндрового дизеля. Работы возглавил Н. К. Рязанцев⁹, назначенный в 1973 г. генеральным конструктором и начальником ХКБД.

Кроме добавления шестого цилиндра, для размещения которого в танке имелись резервы пространства, была также увеличена цилиндрическая мощность за счет усиления турбонаддува. На создание нового дизеля, получившего наименование 6ТД-1, с момента выпуска чертежей до межведомственных испытаний, проведенных в 1979 г., ушло всего четыре года. Параллельно ХЗТМ совместно с сотрудниками ХКБД выполнили опытно-конструкторские работы по созданию моторно-трансмиссионной установки с новым дизелем [9, с. 516].

Еще через шесть лет в двигателях семейства ТД все-таки удалось достичь цилиндрической мощности 200 л. с. – новый двигатель 6ТД-2 развивал мощность 1 200 л. с., а модернизированный 5ТДФМ – 1 000 л. с. Это стало возможно благодаря применению более мощной турбины в системе питания воздухом. Хотя обороты этих двигателей достигают 3 000 в минуту, максимальная мощность развивается на режиме 2 600 об/мин. Дизели 6ТД позволили создать новые танки Т-80УД и Т-84, успешно конкурирующие с лучшими образцами танков на мировом рынке вооружений. Они также позволили заняться радикальной модернизацией танкового парка, причем не только повысить мощность Т-64, но заменить V-образные дизели в машинах российского производства Т-72, а также самого многочисленного за всю историю мирового танкостроения Т-55. Модернизация проводится не только для армии Украины, но и для



Сравнение боковой проекции основных танков: 1) Т-64А (СССР, 1963 г.), 2) М60А1 (США, 1962 г.), 3) «Леопард 1» (ФРГ, 1965 г.). За счет применения плоского двигателя 5ТДФ масса и габариты советского танка значительно меньше при более мощном вооружении и бронировании

⁹ Николай Карпович Рязанцев (1937–2007) – генеральный конструктор, доктор технических наук, профессор, почетный доктор НТУ «ХПИ», заслуженный деятель науки и техники Украины, лауреат Государственной премии Украины. Родился 30 апреля 1937 года в Донбассе. В 1959 г. окончил ХПИ по специальности ДВС. С 1965 г. работал в ХКБД. Ушел из жизни 17 мая 2007 года.



иностранных армий, что позволяет обеспечить ХЗТМ заказами.

С обретением Украиной независимости были нарушены связи со странами, поставлявшими различные боевые и транспортные машины, а также двигатели к ним.

Поэтому для замены вышедших из строя двигателей автобусов «Икарус», боевых машин пехоты (БМП),

БТД-1 и БТД-2 был разработан новый модельный ряд трехцилиндровых двигателей. Дизели ЗТД выпускаются в четырех основных вариантах с мощностью от 280 до 600 л. с.

Модельный ряд малолитражного дизеля ЗТД успешно применяется как в транспортных, так и в боевых машинах. В частности, замена в бронетранспортерах БТР-60, БТР-70 и БТР-80 двух бензиновых двигателей на более мощный дизель дает возможность продлить срок службы этих машин. Кроме того, применение дизелей ЗТД позволило создать отечественные бронетранспортеры БТР-3 и БТР-4, которые по своим характеристикам близки к БМП. Применение дизелей семейства ТД для создания новой и модернизации существующей бронетанковой техники приводится в табл. 2.

Таблица 2

Танковые двигатели семейства ТД

Марка двигателя	Год	Мощность, л. с.	Режим, об/мин	Машины
5ТД	1958	580	3 000	Объект 430
5ТДФ	1969	700	2 800	Т-64, Т-64А, Т-64Б, Т-64БВ
	1971	750		
6ТД-1	1979	1 000	2 800	Т-64АМ, Т-64БМ, Т-80УД
6ТД-2	1985	1 200	2 600	Т-84
5ТДФМ	1986	1 000	2 600	Т-64АГ, Т-55АГМ
ЗТД-1	1990-е	280	2 600	Автобусы, БТР, БМП
ЗТД-2		400		
ЗТД-3		500		
ЗТД-4		600		

бронетранспортеров и другой техники срочно понадобились двигатели, мощность и габариты которых меньше танковых. Для этих целей на базе дизелей



ЛИТЕРАТУРА

1. Зубов Е. А. Двигатели танков (из истории танкостроения) / Е. А. Зубов – М. : НТЦ «Информтехника», 1991. – 112 с.
2. Труды Первой Всесоюзной дизельной конференции. – М. – Л. : Наркомтяжпром, 1935. – 320 с.
3. Дроботенко А. П. Рожденный на ХПЗ (Историко-технический очерк) / А. П. Дроботенко – Х. : ЧП Юшко, 2004. – 170 с.
4. История двигателестроения на ХПЗ – заводе имени Малышева. 1911–2001. Историко-технические очерки о двигателях и их создателях. – Х. : Митець, ГП Завод имени Малышева, 2001. – 480 с.
5. Ларин А. А. Танкостроение в Харькове. Быстроходные танки / А. А. Ларин // Universitates=Университеты. Наука и просвещение. – 2013. – № 1. – С. 14–26.
6. Центральный Государственный архив общественных объединений Украины.
7. Ларин А. А. Новые факты из истории создания танкового дизеля В-2 / А. А. Ларин // Зб. наук. пр. Академії внутрішніх військ МВС України. – 2012. – Вип. 1 (19). – С. 76–80.
8. Танкоград: История. Люди. События / [Л. Л. Товаж-нянский, Е. Е. Александров, Л. М. Бесов, И. Е. Александрова]. – Х. : НТУ «ХПИ», 2004. – 236 с.
9. ХПЗ – Завод имени Малышева. 1895–1995. Краткая история развития / [А. В. Быстриченко, Е. И. Добровольский, А. П. Дроботенко и др.]. – Х. : Прапор, 1995. – 792 с.
10. Ларин А. О. Дослідження коливаний танкових дизелів сімейства ТД (історія питання) / А. О. Ларин // Вісн. Нац. ун-ту «Львівська політехніка». Сер'я : «Держава та армія». – № 670. – Львів, 2010. – С. 199–205.
11. Веретенников А. И. Харьковское конструкторское бюро по машиностроению имени А. А. Морозова / А. И. Веретенников, И. И. Рассказов, К. В. Сидоров, Е. И. Решетило. – Х., 2007. – 188 с.
12. Рязанцев Н. К. Этапы развития отечественного танкового двигателестроения. Оценка эффективности 2- и 4-тактных танковых дизельных двигателей / Н. К. Рязанцев, В. Ф. Климов, С. В. Волков // Механіка та машинобудування. – 2002. – Вип. 1. – С. 35–40.
13. btvt.narod.ru/4/t-80.html
14. gurkhan.blogspot.com/2012/11/2.html