

Е. А. Зубов

ДВИГАТЕЛИ ТАНКОВ

(из истории танкостроения)

Послевоенный период

Под редакцией к. т. н. Н. И. Троицкого



НТЦ «Информтехника»
Москва, 1995

Е. А. Зубов. Двигатели танков (из истории танкостроения). Послевоенный период / Под редакцией к.т.н. Н.И.Троицкого. — М.: НТЦ «Информтехника». 1995. 1—144 с. 10 ил.

Представленные материалы, отражающие развитие отечественного танкового двигателестроения в послевоенные годы (1945—1990 гг.), являются продолжением книги «Двигатели танков» (из истории танкостроения), охватывающей период с 1919 по 1945 гг. (автор Е.А.Зубов), издания НТЦ «Информтехника», Москва, 1991 г.

Для сравнения приведены краткие данные по ряду наиболее характерных зарубежных танковых двигателей.

Книга предназначена для специалистов-двигателестроителей отрасли, а также для читателей, интересующихся историей отечественной оборонной техники.

Евгений Абрамович ЗУБОВ
Д В И Г А Т Е Л И Т А Н К О В
(из истории танкостроения)

Послевоенный период

Редакторы *В.С.Идлис, Ж.А.Киркина*

Корректор *Т.Е.Макарова*

Сдано в набор 09.03.95. Подписано в печать 14.04.95. Формат 60×90 1/16.
Бумага типографская №1. Уч.-изд.л. 8,75. Печ.л. 9. Тираж 500 экз. Заказ 67.
Научно-технический центр «Информтехника»
Типография ведомственная

ВВЕДЕНИЕ

В годы Великой Отечественной войны вся экономика страны и ее промышленный потенциал были подчинены обеспечению потребностей фронта. Все наиболее крупные коллективы научно-исследовательских и конструкторских организаций так же, как и промышленные предприятия, во время войны работали в напряженном режиме для сражающейся армии.

В конструкторских коллективах, возглавляемых И.Я.Трапутиным и Я.Е.Вихманом, Т.П.Чупахиным и В.А.Венедиктовым, Е.М.Львом и Е.И.Артемьевым и др. был создан значительный научно-технический задел по танковым двигателям. Наиболее богатым был опыт создания многих модификаций дизелей на базе двигателя В-2.

Опыт применения бронетанковой техники (БТТ) в боевых операциях (особенно на заключительном этапе войны) показал важнейшую роль этой техники в системе Сухопутных войск Армии и привел к существенному пересмотру некоторых концепций ее применения, к изменениям в структуре парка военных гусеничных машин (ВГМ), потребовал разработки ряда новых конструкторских решений.

Для нового, послевоенного поколения БТТ нужны были более мощные, более совершенные и надежные двигатели, способные обеспечить боевым машинам возможность в любое время суток и при любых погодных условиях совершать быстрые перемещения на большие расстояния, гибко маневрировать на поле боя, насыщенном новыми мощными противотанковыми средствами, с ходу преодолевать крупные водные и другие преграды, противостоять новейшим средствам поражения, в том числе и ядерным.

Потребовались двигатели не только для основных танков нового поколения, но и для машин самоходной ствольной и ракетной артиллерии, для многочисленного

семейства разнообразных бронированных машин инженерного и вспомогательного назначения, для вновь создаваемых гусеничных бронированных машин легкой категории по массе типа БМП, БМД и др.

В конце 40-х — начале 50-х годов в отечественном танковом двигателестроении, в том числе и в опытно-конструкторских работах, преимущественное направление занимала дальнейшая модернизация существующих двигателей, особенно дизелей семейства В-2, еще далеко не исчерпавших заложенных при их создании возможностей по совершенствованию и форсированию по мощности.

Модернизация двигателей этого семейства не требовала таких длительных сроков, которые были необходимы для разработки и создания принципиально отличающихся образцов и новых семейств, а также позволяла практически без остановки серийного производства внедрять на заводах конструкторские изменения, не меняя основного (особенно специального) технологического оборудования и не нарушая поточного технологического процесса в массовом производстве двигателей.

Модернизация дизелей типа В-2 позволяла в значительной степени сохранять унификацию узлов и деталей с большим числом дизелей этого семейства, находящихся в эксплуатации, что существенно облегчало снабжение запасными частями, ремонт и техническое обслуживание.

Кроме того, в первые же послевоенные годы дизели типа В-2 стали широко применяться и изготавливаться крупными партиями в серийном производстве для многих народнохозяйственных образцов: дорожно-строительных машин, большегрузных автомобилей, судов, локомотивов, дизель-генераторов и других машин.

Жесткие требования по количественному выпуску двигателей в некоторой степени сдерживали внедрение в производство ряда новых конструкторских решений.

Двигателестроительные производства заводов Челябинского тракторного, Барнаульского «Трансмаша», Уральского турбомоторного и других заводов за время войны выросли в крупные предприятия. Им стало труднее приспособливаться к постановке на производство новых образцов двигателей, с учетом необходимости обязательного обеспечения заданного планом выпуска. Но, кроме того, при этом требовались и значительные капиталовложения на подготовку и реорганизацию производства.

Факт консерватизма крупных предприятий к нововведениям был присущ не только упомянутым

отечественным заводам. Известно, например, (из американских источников по их машиностроительным фирмам), что даже экономическая выгодность опытно-конструкторских работ (ОКР) зависит от масштабов предприятия: на малых предприятиях на каждый доллар, вложенный в ОКР, получают отдачу в виде внедрения изобретений в 4 раза большую, чем предприятия, средние по величине, и в 24 раза (!) ббольшую, чем фирмы-гиганты.

Наши основные моторостроительные заводы относятся к категории крупных предприятий.

В 50-е—60-е годы в США и ряде стран Западной Европы проводились, однако, довольно частые смены в производстве образцов гусеничных машин и двигателей для них как бензиновых, так и дизельных в условиях жесткой конкуренции; уделялось огромное внимание ускорению технического совершенствования, привлекались к изготовлению и разработке многие фирмы-конкуренты. Образцы выпускались сравнительно небольшими сериями, что привело к необходимости создания гибких технологий. У нас же в танковом моторостроении отдавалось предпочтение количественному выпуску серийных образцов, модернизируемых в ходе производства без его ломки и переоснащения основным технологическим оборудованием.

Что касается организации опытно-конструкторских и научно-исследовательских работ (НИР) по танковым двигателям, то следует отметить, что в 50-е—60-е годы в стране осложнилась координация этих работ в связи с тем, что моторостроительные предприятия из единой отрасли промышленности (Министерства транспортного машиностроения СССР) были разделены сначала по разным совнархозам, а после ликвидации последних — по разным министерствам. Координация НИР и ОКР перешла в значительной степени с уровня отрасли на уровень аппарата Совмина СССР.

Кроме того, в 50-х годах, по взглядам руководства страны (Н.С.Хрущев и др.), БТТ рассматривалась вообще как второстепенный элемент вооружения в связи с появлением ракет как «основного и глобального вооружения Армии».

Ряд конструкторских разработок, начатых еще в военные годы, был приостановлен, финансирование их прекращено, тем более, что значительная часть таких разработок по двигателям была непосредственно привязана к конкретным, вновь разрабатываемым проектам тяжелых

танков, работы над которыми правительственными решениями были прекращены.

Однако ряд элементов и конструкторских решений от этих проектов и образцов были использованы позднее в разработках опытных двигателей в качестве научно-технического задела.

Но уже во второй половине 50-х годов определилось некоторое ускорение в развитии наших танковых двигателей в связи с появлением ряда требований по совершенствованию техники при создании танков послевоенного поколения. Этому способствовало также и соперничество со странами НАТО в разработке и наращивании вооружений, повышении их эффективности.

Проводимые в конце 1954 г. работы по созданию опытных танковых двигателей и дальнейшее совершенствование серийных дизелей типа В-2 имели целью ликвидацию наметившегося отставания в создании двигателей, обеспечивающих дальнейший прогресс в развитии бронетанковой техники. Именно в этот период велись разработки дизелей В-12-7 и ДТН-10 в Челябинске, 2ДГ-8М в Свердловске, УТД-30 в Барнауле, 5ТД в Харькове и др. По мощностным, экономическим и габаритным характеристикам эти опытные танковые дизели находились на более высоком уровне, чем первые послевоенные двигатели зарубежных танков нового поколения. Этот прогресс был обусловлен в основном сравнительно высокими техническими показателями некоторых серийных отечественных танковых дизелей, применением в них наддува, переходом в ряде конструкций на короткоходовый более высокооборотный двигатель, а также использованием 2-тактного цикла (5ТД).

Характеризуя уровень мирового танкового двигателестроения к началу 60-х годов, можно выделить его следующие особенности:

1. Четко определялась тенденция применения в танках дизельных двигателей. Во всех танкопроизводящих странах за рубежом, в том числе и в США, стали разрабатываться дизели взамен наиболее распространенных там танковых бензиновых двигателей. Помимо пожаробезопасности и лучшей экономичности их привлекало и то обстоятельство, что дизели можно было выполнять в многотопливном варианте.

2. Основным направлением, обеспечивающим повышение мощностных, экономических, габаритных и весовых параметров танковых дизелей, стало применение наддува с использованием энергии отходящих газов.

Форсирование дизеля наддувом непрерывно развивалось в сторону более высокого наддува. Значение давления наддува 0,2...0,25 МПа (2,0...2,5 кгс/см²) было в то время уже достаточно освоенным.

3. Получение лучших габаритных показателей дизелей достигалось совершенствованием их конструктивной схемы как с целью уменьшения габаритов двигателя, так и габаритов силовой установки, расположенной в моторно-трансмиссионном отделении танка. Наиболее широкое распространение получили двигатели с V-образным расположением цилиндров. Однако велись разработки по созданию одно- и двухрядных горизонтальных двигателей с оппозитным расположением цилиндров, что позволяло значительно уменьшить высоту двигателя и существенно повлиять на уменьшение объемов МТО и, особенно, на снижение силуэта танка и уменьшение его высоты. Разрабатывалась и Ц-образная схема (например, ДТН-10), которая, с точки зрения сокращения объема МТО танка и удобства размещения двигателя в нем, считалась достаточно рациональной.

4. Абсолютное большинство танковых дизелей у нас и за рубежом выполнялись 4-тактными. Вместе с тем, в целях более значительного повышения агрегатной и габаритной мощности наметилось и применение 2-тактного дизеля. Опыт создания 2-тактного 5ТД с низкой теплоотдачей, с противоположно движущимися поршнями, горизонтально расположенного в поперечном положении в танке, подтвердил возможность получения высоких мощностных, габаритных и весовых параметров как по двигателю, так и по силовой установке в целом, позволил значительно уменьшить по высоте силуэт танка.

5. В тот период наибольшее распространение получили короткоходные двигатели повышенной быстроходности, что также влияло на уменьшение габаритных размеров.

6. Дизели воздушного охлаждения в нашей стране не получили распространения, хотя они и имели некоторые эксплуатационные преимущества по сравнению с двигателями жидкостного охлаждения.

7. В конце 50-х — начале 60-х годов в СССР стало больше уделяться внимания развитию работ в двигателестроении по совершенствованию материалов и технологии изготовления деталей и узлов, что в основном было связано с повышением требований по надежности работы двигателя в условиях его более высокой тепловой и механической напряженности. Особое внимание при новых

разработках стало уделяться технологии изготовления деталей цилиндропоршневой группы, коленчатых валов, редукторных деталей, узлов и агрегатов наддува, топливной аппаратуры.

В какой степени отрабатывались и учитывались все эти вопросы, какой конкретно была целевая направленность НИР и ОКР в реальных образцах опытных и модернизируемых двигателей, насколько эти направления работ совпадали с общими тенденциями развития мирового танкового двигателестроения, будет показано при рассмотрении инженерных решений по наиболее представительным образцам танковых дизелей и газотурбинных установок, разрабатываемых в послевоенный период в отечественном танковом двигателестроении.

К началу 80-х годов на отечественных танках нового поколения, наряду с дизельными двигателями, устанавливались газотурбинные двигатели (ГТД). В танковом двигателестроении сформировалось, таким образом, новое самостоятельное направление, а танк Т-80 стал первым серийным танком, одним из лучших в мировом танкостроении. Однако основная масса машин бронетанковой техники продолжала оснащаться дизельным двигателем, изобретенным еще в 1883 г. Рудольфом Дизелем.

К началу 90-х годов в отечественном танковом двигателестроении сформировалось фактически пять групп (семейств) двигателей:

1. Многочисленные модификации модернизированного (в том числе и с турбонаддувом) 4-тактного дизеля типа В-2.

2. 4-тактные дизели повышенной быстроходности типа УТД.

3. 2-тактные дизели типа 5ТД, 6ТД.

4. 4-тактные дизели другой, отличной от В-2 размерности и компоновки (типа 2В) с турбонаддувом.

5. Модификации газотурбинного двигателя типа ГТД-1000Т.

ПОСЛЕВОЕННОЕ РАЗВИТИЕ ТАНКостроения

Послевоенные конструкции отечественных танков с учетом опыта минувшей войны претерпели существенные изменения. Достижение оптимального сочетания в танке огневой мощи, защиты и подвижности при резком повышении всех тактико-технических характеристик стало основным требованием при проектировании и создании новых поколений машин.

Усиления огневой мощи танка конструкторские коллективы добивались путем оптимального выбора калибров основного вооружения, улучшения его баллистических характеристик, увеличения технической скорострельности, автоматизации заряжания, системы управления огнем, усиления действия снаряда у цели, обеспечением наибольшей вероятности поражения цели с первого выстрела.

В новом поколении танков нашли применение пушечно-ракетное вооружение, системы управления огнем с лазерными дальномерами, электронными баллистическими вычислителями, высокоточными 2-плоскостными стабилизаторами и новые ночные приборы. Танки стали оснащаться средствами защиты от самолетов и вертолетов. Эти новые технические решения по повышению огневой мощи танка приводили к необходимости увеличения массы вооружения и боекомплекта. Для их реализации нужны были дополнительные забронированные объемы в танке и энергопитание для множества новых механизмов и приборов. От двигателя при этом требовалось обеспечение минимальных объемов, занимаемых в танке силовой установкой, увеличение габаритной и агрегатной мощности и повышение надежности работы.

В послевоенном поколении отечественных танков коренным образом пересматривалась система всех видов защиты.

По броневой защите преимущественным направлением, наряду с совершенствованием основных материалов и состава брони, оставалось, как и прежде, дифференцирование бронирования по толщинам и углам

наклона основных элементов башни и корпуса. Однако резкое усиление бронирования приводило к увеличению массы танка. В связи с этим конструкторы стремились уменьшить габаритные размеры танка, особенно по высоте. Существенным фактором защиты танка стали считаться его наименьший силуэт, а также высокая маневренность на поле боя. Танки начали оснащаться автоматизированной системой противопожарного оборудования, системой защиты от оружия массового поражения и средствами постановки дымовых завес.

В последние два десятилетия танки начали оснащаться средствами динамической защиты (навеска взрывных касет снаружи брони, взрывающихся при попадании в них снаряда и взрывом гасящих его энергию).

Появление защиты танка от оружия массового поражения поставило задачу добиться сохранения работоспособности двигателя в тех случаях, когда сам танк при ядерном ударе не подвергнется разрушению и сохранит свою боеспособность. В этом случае двигатель должен надежно работать в условиях прохождения ударной волны, т.е. резкого нарастания и спада давлений на впуске и выпуске. Иначе говоря, должен быть обеспечен соответствующий запас прочности основных элементов двигателя (цилиндропоршневой группы, агрегатов наддува, газоздушных коммуникаций и других), где могут возникнуть силовые нагрузки, значительно превышающие нагрузки нормального режима работы.

В целом все мероприятия по всем видам защиты танка и его экипажа требовали увеличения мощности двигателя, повышения его надежности и долговечности, сокращения объемов, занимаемых силовой установкой, простоты и безопасности обслуживания экипажем в эксплуатации.

Повышение подвижности БТТ достигалось путем:

- увеличения скоростей движения машин, их подвижности и маневренности на местности, надежности при совершении маршей на большие расстояния;
- достижения возможности преодоления по дну значительных водных преград и ведения боевых действий в высокогорных условиях;
- достижения для ряда машин авиатранспортабельности, авиадесантирования и плавучести;
- увеличения запаса хода на одной заправке топливом и обеспечения возможности использования различных сортов топлива;

- повышения боеготовности машин за счет обеспечения быстроты холодного пуска двигателя и готовности танка к движению, снижения трудоемкости технического обслуживания и ремонта силами экипажа;
- облегчения управления машиной на местности и при длительных маршах;
- обеспечения возможности буксирования неисправной машины и запуска двигателя с буксира и др.

Необходимость повышения подвижности и маневренности танка при вынужденном увеличении его массы и энергопотребления от двигателя в свою очередь требовало улучшения основных свойств и показателей двигателей. Важнейшими из них стали:

1. Максимальная мощность. Существенное увеличение максимальной мощности позволило увеличить удельную мощность танка. За 15—20 первых послевоенных лет удельная мощность отечественных танков возросла почти в 1,5 раза, достигнув величин порядка 17...19 кВт/т (24...26 л.с./т) вместо 8...13 кВт/т (11...18 л.с./т) на танках военного времени.

2. Нарботка двигателя. Достигнутая в конце 40-х годов гарантийная наработка танковых дизелей около 300 ч была безусловно мала. Ее следовало увеличить как минимум до 500...600 ч, что могло быть достигнуто путем совершенствования конструкции, улучшения технологии изготовления, применения новых материалов повышенной прочности и износостойкости.

3. Расход горюче-смазочных материалов (ГСМ). Требование снижения расхода ГСМ, наряду с необходимостью увеличения запаса хода, играет весьма существенную роль с точки зрения экономного расходования стратегически важных ГСМ и их доставки, особенно в военный период.

4. Надежность работы при повышенных сопротивлениях по впуску и выпуску. Это свойство особенно важно, например, при подводном движении танка. Если принять, что глубина погружения машины при форсировании по дну водной преграды может достигать десяти метров, то это потребует надежной работы двигателя с заданной мощностью при увеличении сопротивления на выпуске до 100 кПа (1,0 кг/см²) и на впуске до 10...15 кПа (0,1...0,15 кгс/см²), имея в виду дополнительное сопротивление в специальных воздушных коммуникациях (трубах-воздуховодах);

5. Приспособленность для работы в различных климатических и горно-высотных условиях, когда разрежение на впуске может достигать 25...30 кПа (0,25...0,30 кгс/см²).

6. Возможность низкотемпературного пуска при температуре окружающего воздуха до минус 40°C. Для этого поршневые двигатели оборудуются специальными разогревающими устройствами. В этом отношении значительно лучшими пусковыми качествами обладают газотурбинные двигатели, у которых время холодного пуска и выхода на режим принятия нагрузки практически не зависит от температуры окружающего воздуха и составляет от 1,5 до 3 мин (при теплых танковых аккумуляторных батареях), тогда как у дизеля это время на порядок больше даже при умеренно низких температурах окружающего воздуха.

7. Приемистость и тормозные качества. С точки зрения упрощения и автоматизации управления силовой установкой танка от двигателя требуется повышение его коэффициента приспособляемости, улучшение приемистости и тормозных качеств. Повышение коэффициента приспособляемости дизеля достигается применением наддува и регулированием его давления соответственно режиму работы двигателя.

Особую остроту приобрела проблема приемистости и требуемых тормозных качеств при установке в танки газотурбинных двигателей, у которых эти показатели были значительно хуже, чем у дизелей.

8. Приспособленность к техническому обслуживанию. Требование о наиболее удобном и простом техническом обслуживании двигателя и его систем в эксплуатации могло быть выполнено путем создания более простых конструкций, обеспечения доступа для замены отдельных элементов без снятия двигателя с машины и сокращения мест в силовой установке, нуждающихся в систематическом и частом наблюдении и обслуживании (смазки, замены элементов, подтяжки креплений, регулировки и т.п.). Стала очевидной целесообразность разработки таких компоновок, в которых двигатель и все связанные с ним узлы и агрегаты силовой установки могли бы монтироваться (и демонтироваться) в танке в виде единого агрегата (моноблока).

Послевоенное поколение отечественных танков Т-54, Т-55, Т-62 и более поздние, такие, как Т-64А, Т-72, Т-80, и машины на их базе, а также ВГМ легкой категории по массе типа БМП создавались уже с учетом выше упомянутых требований.

МОДЕРНИЗАЦИЯ СЕРИЙНЫХ ДИЗЕЛЬНЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ

История развития отечественного танкового двигателестроения подтверждает, что разработчики двигателей всегда уделяли повышенное внимание получению наилучших удельных показателей литровой мощности, расхода топлива, удельной массы, габаритной мощности и др. Но на каждом этапе своего развития двигателестроение испытывало и испытывает ряд наиболее характерных для данного периода трудностей в разрешении конкретных задач по обеспечению надежности и ресурса двигателей, улучшению топливной экономичности и массогабаритных показателей, совершенствованию применяемых материалов и технологий, обновлению и замене технологического оборудования в производстве, внедрению новейших достижений науки и организации производства.

По оценке специалистов промышленности и эксплуатирующих организаций дизели типа В-2, выпускавшиеся в нескольких модификациях для БТТ периода войны, могли быть доработаны и форсированы до требуемых показателей по мощности и другим характеристикам и применены в БТТ следующего поколения. Тем более, что модернизация серийных дизелей этого семейства не требовала такого длительного времени, как для разработки совершенно новых двигателей, а постановка на производство даже новых модификаций дизеля типа В-2 не вызвала необходимости полного технического переоснащения и реорганизации существующих производственных мощностей моторостроительных заводов.

Коллективы конструкторов заводов Челябинского тракторного, Барнаульского «Трансмаша» и Уральского турбомоторного с участием научно-исследовательских институтов (НИИ двигателей, ВНИИтрансмаш и др.) успешно вели работы по модернизации дизелей типа В-2.

Челябинский тракторный завод (ЧТЗ)

Моторостроительное производство ЧТЗ было крупнейшим производителем танковых дизелей типа В-2. Конструкторское бюро СКБ-75 являлось головным по

дизелям этого семейства. Еще в военный период времени коллективом СКБ-75 (главный конструктор И.Я.Трапугин) были разработаны модификации дизеля В-11-ИСЗ и В-54 (рис.1). Они были наиболее массовыми дизелями семейства В-2 из числа многих выпускаемых дизелей в первые послевоенные годы. Дизель В-11-ИСЗ начал изготавливаться еще в военное время.

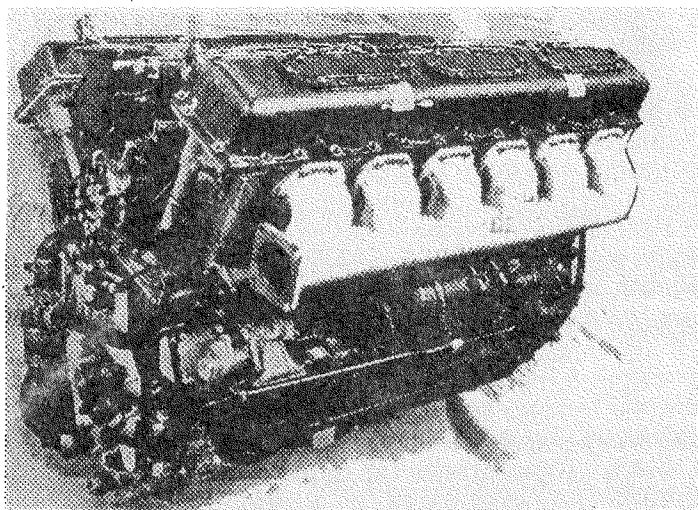


Рис.1. Дизель В-54

С 1944 г. некоторое время выпускалась очередная модификация такого двигателя под индексом В-44 мощностью 368 кВт (500 л.с) — это был предшественник дизеля В-54, серийное производство которого началось уже в послевоенный период.

Двигатели В-54 и В-11-ИСЗ развивали мощность 382 кВт (520 л.с.) и различались лишь конструкцией нижней половины картера, водяного и масляного насосов и соответствующих механизмов их привода. За счет этой разницы была уменьшена высота дизеля В-54. По всем другим узлам и деталям двигателя были унифицированы. Дизель В-54, поставленный после войны на серийное производство, явился базовой моделью для целого ряда

последующих модификаций, устанавливаемых во многие новые образцы БТТ техники. Лицензии на производство дизеля В-54 были проданы в некоторые другие страны, например в Китай, где с помощью СССР был построен для этого завод в г.Датуне. Дизели В-54 выполнялись в безнаддувном варианте. Ряд последующих модификаций, таких, как В-54-6, В-54-6Б, развивали мощность 426 кВт (580 л.с.) при той же частоте вращения 2000 мин^{-1} , а их габаритная мощность возросла до 333 кВт/м^3 (453 л.с./м^3) против 256 кВт/м^3 (348 л.с./м^3) — у дизеля В-2 и 268 кВт/м^3 (365 л.с./м^3) — у дизеля В-2-34.

После В-54 очередной базовой модификацией был дизель В-55, ставший также наиболее массовым танковым двигателем мощностью 426 кВт (580 л.с.). Это был дизель без наддува, с подогреваемым картером и гидромфтой для привода генератора Г-5. На этом двигателе устанавливался дополнительный центробежный маслоочиститель МЦ-1. Коллекторы были выполнены с теплоизолирующей вставкой. В приводе топливного насоса применена 2-позиционная муфта «зима-лето».

Для военных гусеничных машин легкой категории по массе разрабатывались одноблочные 6-цилиндровые модификации двигателей (типа В-6).

Маркировка дизелей типа В-2 и В-6 в конструкторском бюро СКБ-75 велась таким образом, что буквы в конце марки двигателя означали:

- для 12-цилиндровых дизелей:
 - «Г» — генератор Г-74 (3 кВт);
 - «Б» — генератор Г-5 (5 кВт);
 - «В» — генератор Г-6,5 или Г-6,5С (6,5 кВт);
 - для 6-цилиндровых дизелей:
 - «Г» — генератор Г-74 (3 кВт);
 - «Б» — генератор Г-6,5 или Г-6,5С (6,5 кВт);
 - «В» — наличие дополнительного узла отбора мощности;
- «П» — наличие картера с обогревом.

Остальные буквы в маркировке двигателей указывали на предназначение дизеля в период его разработки для определенной гусеничной машины (В-2К — для танка КВ, В-11-ИС — для танка ИС, В-44 — для танка Т-44, В-2-54 — для танка Т-54, В-11-ИС3 — для танка ИС-3 и т.д.).

Из числа безнаддувных двигателей семейства В-2 для тяжелых (по массе) танков изготавливались такие дизели, как В-2-10М, В-2-10МК, В-11-ИС3, В-54К и др. На средние танки устанавливались дизели В-44 мощностью 368 кВт (500 л.с.), В-2-34М — 368 кВт (500 л.с.),

В-34-М11 — 368 кВт (500 л.с.), В-54 — 382 кВт (520 л.с.), В-54Г — 382 кВт (520 л.с.) и др.

Для легких ВГМ изготавливались 6-цилиндровые дизели В-6 — 176 кВт (240 л.с.) и В-6В — 176 кВт (240 л.с.).

Для ряда вновь проектируемых танков послевоенного поколения требовались двигатели более высокой мощности. Повышение мощности дизеля в принципе можно было получить за счет увеличения суммарного рабочего объема цилиндров (литража), увеличения их числа, либо изменив размерность (D/S). Для заводов, выпускавших дизели типа В-2, этот путь грозил заменой значительного парка технологического оборудования и нарушением детальной и узловой унификации с большим числом дизелей этого семейства, находящихся в эксплуатации в армии и народном хозяйстве. Решено было танковый дизель В-2 форсировать путем повышения его литровой мощности за счет увеличения весового заряда воздуха, поступающего в цилиндры, а также за счет увеличения частоты вращения коленчатого вала. Конечно, этот путь приводил к росту механических и тепловых нагрузок на элементы двигателя. Конструкторы СКБ-75, как головного КБ по дизелям типа В-2, приняли решение повысить мощность двигателя с минимальными переделками серийных узлов и деталей за счет применения наддува. Внедрение наддува в конструкцию дизеля В-2 явилось одним из наиболее крупных мероприятий в процессе модернизации этих двигателей, в результате реализации которого был создан серийный танковый двигатель с наддувом под индексом В-12.

Наддув — это повышение давления подаваемого в цилиндр воздуха, которое позволяет существенно повысить среднее индикаторное и эффективное давление и тем самым поднять литровую мощность.

Идея наддува в поршневых двигателях внутреннего сгорания (в том числе и с использованием энергии отработавших газов в турбине) возникла еще в период 1916—1918 гг. как способ повышения высотности полета карбюраторного авиационного двигателя.

В отечественном дизелестроении наддув с целью повышения мощности двигателя нашел практическое применение в 30-х годах. Первой научно-исследовательской организацией в нашей стране, занявшейся исследованием влияния наддува на рабочий процесс дизеля и практическим применением наддува, стала дизельная лаборатория ЦИАМ им. П. И. Баранова.

Первое практическое использование результатов этих исследований в области наддува дизелей было осуществлено на мощном авиационном дизеле АН-1 конструкции профессора А.Д.Чаромского.

Учитывая, что при создании танкового дизеля БД-2 (В-2) использовался опыт создания авиадизеля АН-1, была предпринята в 1938—1939 гг. попытка форсирования наддувом и дизеля В-2. В тот период на Харьковском паровозостроительном заводе им.Коминтерна (позднее — на заводе №75) под руководством главного конструктора Т.П.Чупахина разрабатывалась опытная наддувная модификация дизеля В-2 под индексом 2КФ мощностью 625 кВт (850 л.с.). На дизель устанавливался приводной нагнетатель от серийного бензинового авиационного двигателя.

Следует отметить, что практическая реализация наддува двигателей в конце 30-х годов даже несколько опережала разработку вопросов теории рабочего процесса дизеля с наддувом.

Наиболее обстоятельное исследование этих вопросов началось лишь после окончания Великой Отечественной войны, в той же дизельной лаборатории ЦИАМ им.П.И.Баранова, а затем в НИИ двигателей (НИИД). На основе обширного экспериментального материала, полученного на авиационных и транспортных дизелях с наддувом и противодавлением на выпуске, была развита теория протекания рабочего процесса в таких дизелях. Весомый вклад в развитие этой теории внесли работы таких ученых, как А.И.Толстов, Д.А.Портнов, С.И.Погодин и др.

К началу 60-х годов в отечественном двигателестроении уже сложилась вполне законченная теория форсирования быстроходного дизеля наддува, на основе которой можно было решать все основные задачи, связанные с практическим применением и дальнейшим развитием наддува и в танковом дизелестроении.

В 1947 г. на ЧТЗ началось серийное производство дизеля с наддувом под индексом В-12 для танка ИС-4. Впоследствии этот дизель выпускался заводом в нескольких модификациях:

- В-12-М — с 1950 г. — для танка ИС-4;
- В-12-5 — с 1953 г. — для танка Т-10;
- В-12-6Б — с 1958 г. — для танка Т-10М;
- В-12-6Ф и В-12-7 — для опытных машин.

На всех этих модификациях дизеля применялись только приводные нагнетатели (АМ-38Ф, АМ-42К, УНА-6, Н-10, Н-23, Н-41, Н-45Т, Н-46).

Лишь в 1961 г. был поставлен на производство ЧТЗ многотопливный дизель В-27 с наддувом от турбокомпрессора (ТКР-11Ф), мощностью 524 кВт (700 л.с.), а в 1965 г. для дизель-электрического трактора ДЭТ-250 на заводе стал изготавливаться дизель В-42 мощностью 280 кВт (380 л.с.) с турбокомпрессором ТКР-11.

Наддув от приводного центробежного нагнетателя (ПЦН) — наиболее простое решение. Он применялся при сравнительно невысоких давлениях наддува, когда затраты мощности были относительно невелики и мало сказывались на ухудшении топливной экономичности дизеля. Этим и объясняется применение ПЦН почти на всех дизелях с наддувом, разработанных в СКБ-75 и 50-е—70-е годы. Созданный еще в довоенное время дизель В-2 продолжал развиваться во все новые модификации и многократно форсировался по мощности. Последними модификациями этих двигателей стали дизели В-46-6 и В-84, созданные в СКБ-75 (ныне ГСКБ «Трансдизель», главный конструктор В.И.Бутов) и поставленные на производство на Челябинском тракторном заводе (ныне Акционерное общество «Уралтрак»).

Двигатели В-46-6 и В-84М (рис.2), установленные на танк Т-72 и на ряд других образцов БТТ, стали наиболее массовыми дизелями на машинах поколения 70-х—80-х годов.

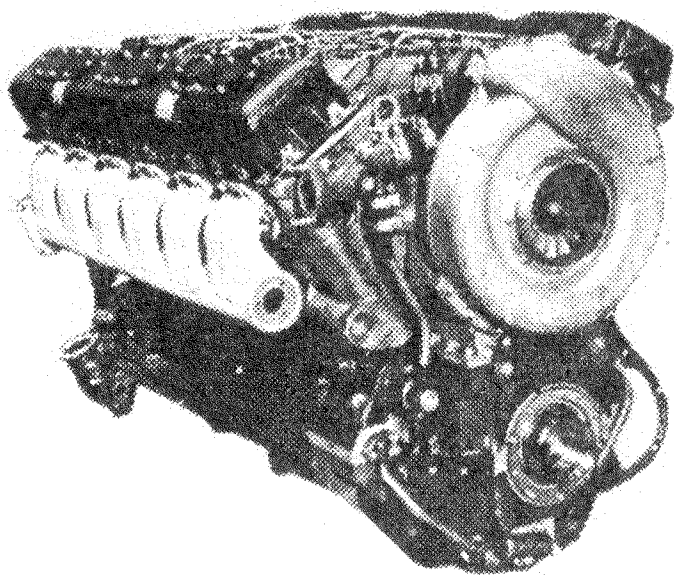


Рис.2. Дизель В-84

В первой половине 80-х годов дизель В-84М был форсирован до мощности 647 кВт (880 л.с.) и получил наименование В-88. Его работоспособность была подтверждена 350-ч стендовыми и пробеговыми испытаниями на серийном танке.

Технические характеристики дизелей на базе двигателя В-2

Параметры	В-46-6	В-54	В-55	В-12	В-84М
Тип	4-тактный	4-тактный	4-тактный	4-тактный	4-тактный
Мощность, кВт (л.с.)	573 (780)	382 (520)	426 (580)	588 (800)	618 (840)
Частота вращения, мин	2000	2000	2000	2200	2000
Наличие наддува	Наддув (ПЦН)	Без наддува	Без наддува	Наддув (ПЦН)	Наддув (ПЦН)
Число цилиндров, шт.	12	12	12	12	12
Размерность	15/18	15/18	15/18	15/18	15/18
Литраж, л	38,8	38,88	38,8	38,88	38,88
Удельный расход топлива г/(кВт·ч) (г/л.с.·ч)	252 (185)	252 (185)	235 (173)	252 (185)	247 (182)

Уральский турбомоторный завод

Во второй половине 50-х годов конструкторским коллективом завода были начаты поисковые работы с целью разработки конструкторских мероприятий, более значительно повышающих технико-экономические показатели, достигнутые к тому времени на серийных двигателях семейства дизелей типа В-2. В этом КБ под руководством главного конструктора В.А.Венедиктова создавалась модификация дизеля В-2 серии «М».

В перспективе предусматривалось развитие этой модели в семейство дизелей для различных народнохозяйственных машин и в первую очередь для танков. Проектируемые модификации дизеля серии «М» различались между собою числом и расположением цилиндров, степенью наддува, комплектацией навесным оборудованием,

а также частотой вращения. Предусматривался и безнаддувный вариант двигателя.

Основным направлением при разработке дизелей серии «М» считалось обеспечение высокой наработки до капитального ремонта (не менее 12 тыс.ч) при гарантийной наработке до 4 тыс.ч. Получить такие высокие показатели намечалось за счет повышения прочности и жесткости основных деталей и узлов, снижения удельных давлений в подвижных соединениях, повышения пределов усталостной прочности и износостойкости деталей по сравнению с серийными двигателями типа В-2.

Разработчиками уделялось большое внимание повышению удобства технического обслуживания и ремонта, улучшению экономичности работы дизеля по топливу и смазочным материалам.

В отличие от серийных дизелей на двигателях В-2 серии «М» был применен ряд совершенно новых узлов и деталей, а некоторые элементы были значительно изменены. Картер дизеля, например, был выполнен с повышенной жесткостью, закрытого типа, с двойными стенками, образующими полости для циркуляции жидкости при разогреве двигателя перед пуском в холодное время. Картер для повышения жесткости стягивался в поперечном направлении специальными шпильками. На заднем торце картера устанавливался кожух маховика, а на переднем — агрегатная коробка, являющаяся автономным узлом, в которой размещались шестерни привода вспомогательных навесных агрегатов. Передача к агрегатам и механизмам дизеля была значительно упрощена и усилена.

Диаметры коренных и шатунных шеек коленчатого вала были увеличены на 10 мм. Была также увеличена и толщина щек коленчатого вала. Эти мероприятия повысили запас прочности коленчатого вала на 30—40% и снизили удельное давление в подшипниках на 10—15%.

Сечения шатунов дизеля были существенно увеличены, что позволило повысить их запас прочности на 20—40%.

Претерпели изменения и поршни. Длина поршней была увеличена на 25 мм, днище усилено, а диаметр поршневого пальца увеличен до 48 мм. Это позволило снизить напряжения в узле на 50—60%, уменьшить удельные давления на бобышки поршней. Увеличение длины поршня способствовало также значительному снижению расхода масла.

Рубашки цилиндров, при сохранении расстояния между осями цилиндров (176 мм), были усилены за счет

утолщения стенок, введения в отливку продольных каналов для подвода охлаждающей жидкости. Посадка гильз цилиндров по диаметру в верхней части рубашки была смещена вниз на 40 мм, что обеспечило уменьшение вибрации гильз и снизило вероятность их кавитационного разрушения.

Жесткость гильз была повышена за счет утолщения их стенок, а также увеличения диаметра опорного бурта до 175 мм. Внесение этих конструктивных изменений уменьшило деформации внутреннего диаметра гильз в 2,5...4,0 раза.

В дизеле В-2 серии «М» был усилен газовый стык за счет установки стального уплотнительного кольца.

Фаски клапанов наплавлялись жаропрочным сплавом.

На двигателе был применен 12-плунжерный топливный насос с диаметром плунжера 12 мм. В привод насоса была введена стальная рессора с подводом к ее шлицам масла, сливающегося от реактивной центрифуги — фильтра.

При разработке дизеля серии «М» серьезное внимание было уделено улучшению всей системы смазки, обеспечению качественной очистки масла во время работы двигателя. Были установлены два масляных насоса, подающих масло в два параллельно работающих бумажных фильтра, которые располагались на агрегатной коробке. Это позволило выполнить масляные каналы от них путем сверления в корпусных деталях двигателя вместо трубопроводов. Сочетание бумажных полнопоточных фильтров и центробежного фильтра обеспечивало достаточно высокую степень очистки масла.

Одной из характерных особенностей двигателя В-2 серии «М» была установка вентилятора с передней стороны дизеля с приводом от гидромфты переменного наполнения, подача масла в которую регулировалась терморегулятором в зависимости от температуры выходящей из двигателя охлаждающей жидкости. Такое решение позволило осуществить автоматическое поддержание оптимального температурного режима работы двигателя, что повышало срок службы цилиндропоршневой группы и заметно снижало эксплуатационный расход топлива.

Для более качественной очистки топлива перед подачей его в топливный насос устанавливались более эффективные бумажные фильтры. Два турбокомпрессора ТКР-14, обеспечивающие давление наддува 152 кПа, были объединены в единый узел с общим

ресивером. Предусматривалась возможность охлаждения наддувочного воздуха в случае дальнейшего увеличения мощности дизеля (свыше 700 л.с.).

Двигатель В-2 серии «М», таким образом, впитал в свою конструкцию большое число оригинальных решений, обеспечивающих значительное повышение прочности и надежности работы основных деталей, узлов и систем по сравнению с серийными дизелями типа В-2. Все эти мероприятия, направленные на обеспечение гарантийной наработки до 4 тыс.ч и наработки до капитального ремонта 12 тыс.ч, привели, однако, к увеличению габаритов двигателя и его массы (до 2000 кг).

В 1968 г. на Уральском турбомоторном заводе был изготовлен опытный образец такого двигателя и проведены стендовые испытания.

Для использования на танке дизель В-2 серии «М» из-за его больших габаритов и массы был признан непригодным. Учитывая, что работа по его созданию финансировалась как создание танкового двигателя, дальнейшая разработка была прекращена. Новые конструкторские решения этого двигателя «растасили» по отдельным элементам, которые лишь частично позднее были внедрены в серийное производство. Кроме всего, сказался и консерватизм массового серийного производства дизелей типа В-2.

Из-за прекращения работ над дизелем серии «М» не получило в тот период развития направление по созданию семейства высокоунифицированных двигателей широкого диапазона мощностей с резко повышенными ресурсом и гарантийным сроком службы.

Конструкторским бюро завода №76 (Уральского турбомоторного) под руководством Т.П.Чупахина и В.А.Венедиктова еще в 1944 г. была начата разработка варианта танкового дизеля на базе В-2 не только с применением наддува (ПЦН), но и с увеличенным литражом двигателя с 38,9 до 44,3 л. Для этого было принято решение увеличить диаметр цилиндра со 150 до 160 мм. Спроектированный дизель получил наименование В-14М. Он имел степень сжатия 12,5...13,5 и развивал мощность 588 кВт (800 л.с.). Базовой моделью при разработке послужил серийный дизель В-2-34.

Был разработан и безнаддувный вариант двигателя под названием В-14 (рис.3). В двигателе были сохранены основные базовые размеры дизеля В-2: расстояние

между осями цилиндров (176 мм) и ходы поршней (180 мм — для левого и 186,7 мм — для правого ряда цилиндров).

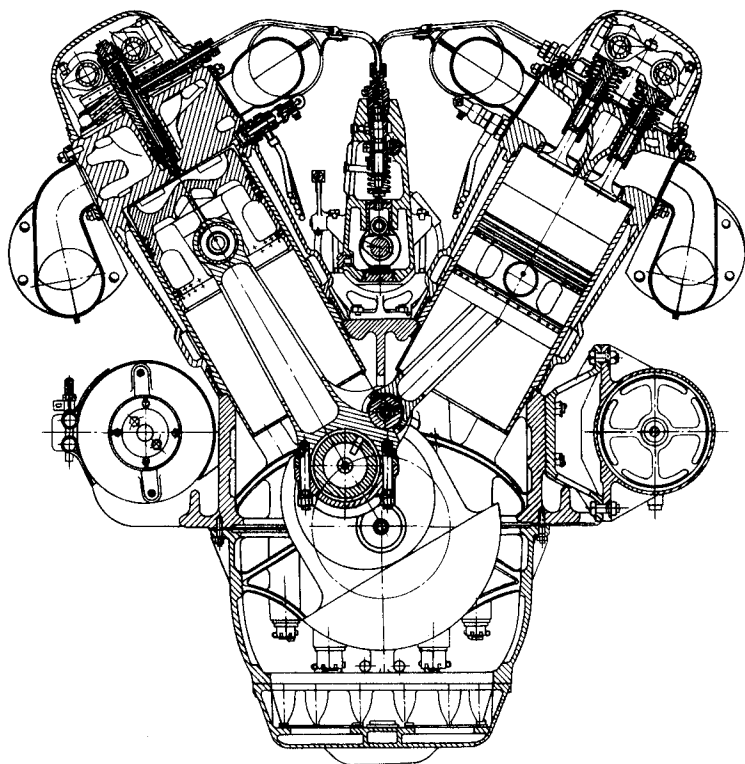


Рис.3. Дизель В-14

Двигатели В-14 и В-14М представляли особый интерес тем, что в них был внедрен целый ряд новых конструкторских решений. Дизели выполнялись по моноблочной схеме: рубашки цилиндров были выполнены за одно целое с соответствующими головками, а гильзы цилиндров с натягом по верхнему поясу запрессовывались в головки по специально разработанной технологии. Обе половины картера — нижняя и верхняя — были несущей конструкцией, в которых были образованы места установки коренных подшипников коленчатого вала.

Применение нижнего несущего картера обеспечивало повышение жесткости всего остова двигателя, что, в свою очередь, положительно влияло на надежность работы коренных подшипников, поршневой группы и других элементов дизеля.

Для упрощения изготовления двигатель имел съемный корпус носка картера, в котором размещался подшипник восьмой коренной шейки коленчатого вала.

Один из опытных образцов дизеля был выполнен с валом отбора мощности, соединявшимся с коленчатым валом дизеля шлицами. Такая конструкция позволяла исключить влияние на коренные подшипники неуравновешенных масс элементов танковой трансмиссии, навешиваемых на носок коленчатого вала дизеля.

В приводе топливного насоса была применена муфта для изменения начала впрыска топлива в цилиндры в зависимости от частоты вращения коленчатого вала. Для обеспечения надежного охлаждения двигателя были применены два водяных насоса (по одному на каждый блок цилиндров).

В конструкцию опытных дизелей В-14 и В-14М были заложены и другие новые технические решения.

Однако дальнейшая отработка этих двигателей была приостановлена из-за прекращения работ по танку, для которого они предназначались.

Дизель «ДГ». Стремясь обеспечить требование по минимально возможной высоте танкового двигателя, в КБ завода было решено спроектировать танковый дизель с горизонтальным расположением цилиндров (с углом развала между блоками цилиндров 180°) при максимальной степени унификации его узлов и деталей с дизелем типа В-2.

Был разработан и в 1951 г. изготовлен опытный образец дизеля «ДГ» (дизельный горизонтальный) (рис.4). Картер двигателя, обеспечивающий достаточную

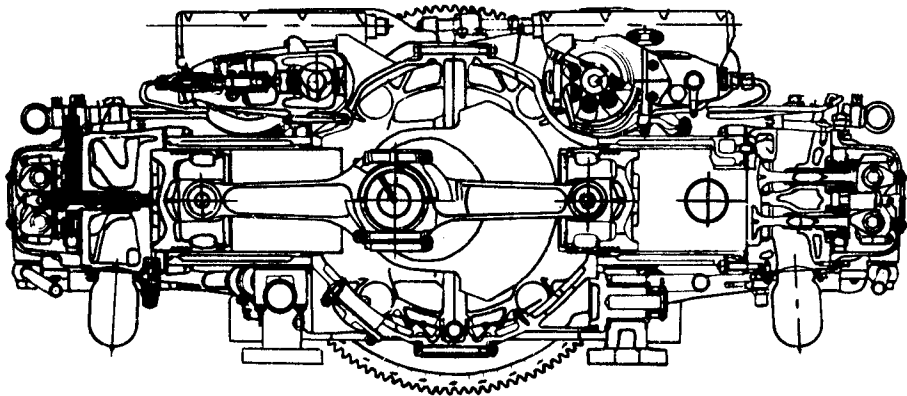


Рис.4. Дизель «ДГ»

жесткость и стабильность размеров в основных механизмах, был выполнен из двух несущих половин. Первые в отечественном двигателестроении были применены шатуны с центральным сочленением. Для обеспечения необходимого уравнивания сил инерции на коленчатый вал напрессовывались соответствующие противовесы.

На первых опытных образцах дизеля «ДГ» управление двумя 6-плунжерными топливными насосами осуществлялось тросиковым механизмом синхронизации. Непосредственно на двигателе были установлены стартер и маховик с зубчатым венцом.

Занимаемый двигателем «ДГ» объем в МТО танка был в 1,29 раза меньше объема, занимаемого дизелем В-2-34.

В марте 1951 г. дизель «ДГ» успешно прошел стендовые государственные испытания. Он мог надежно работать с наклонами до 45° в продольном и поперечном направлениях и с сопротивлением на впуске до 15 кПа и на выпуске до 30 кПа практически без снижения развиваемой мощности. Затем дизель «ДГ» без существенных замечаний прошел пробеговые испытания непосредственно на опытном танке, для которого он создавался. Однако работы по этому двигателю были приостановлены в связи с прекращением работы по опытному танку.

Техническая характеристика дизеля «ДГ»

Тип	4-тактный, без наддува
Мощность, кВт (л.с.)	294 (400)
Частота вращения, мин ⁻¹	2000
Число цилиндров, шт	12
Расположение цилиндров	Горизонтально-оппозитное
Размерность (D/S)*	15/18
Степень сжатия	14—15
Литраж, л	38,17
Габаритная мощность, кВт/м ³ (л.с./м ³)	257 (350)
Литровая мощность, кВт/л (л.с./л) ...	7,8 (10,3)
Высота двигателя (по маховику) мм ...	572

* D — диаметр цилиндра, см; S — ход поршня, см.

Дизель «ДГМ». Более мощным и совершенным дизелем типа ДГ стал двигатель с наддувом «ДГМ», опытные образцы которого были изготовлены в 1955 г. Уральским турбомоторным заводом.

Двигатель предназначался для установки в средний танк нового поколения и развивал мощность 515 кВт

(700 л.с.) Он представлял собой 12-цилиндровый дизель с горизонтальным расположением цилиндров и наддувом от ПЦН давлением 0,16 МПа. При той же высоте, что и у «ДГ» (572 мм по маховику), дизель «ДГМ» имел большую длину (1630 мм вместо 1460 мм), а его литровая мощность была доведена до 13,5 кВт/л (18 л.с./л) (при том же литраже 38,17 л).

В конструкции дизеля «ДГМ» были устранены некоторые недостатки двигателя «ДГ»: повышена надежность крепления навесных агрегатов и применена рычажная (вместо тросиковой) конструкция механизма синхронизации управления топливными насосами.

Применение наддува (ПЦН) позволило не только увеличить габаритную мощность, но и обеспечило выполнение требований по работе двигателя при увеличенных сопротивлениях на впуске и выпуске.

В связи с применением наддува были внесены необходимые конструкторские изменения в ряд узлов и систем дизеля: изменены фазы газораспределения, увеличен диаметр плунжеров топливных насосов с 10 до 12 мм, применены форсунки с распылителями $8 \times 0,3 \times 140^\circ$ вместо $7 \times 0,25 \times 140^\circ$. Кроме того, на дизеле «ДГМ» была применена автоматическая муфта изменения угла впрыска топлива, в сочетании с сезонной муфтой «зима-лето». По аналогии с дизелем «ДГ» на дизеле «ДГМ» все корпусные детали выполнялись литыми из силуминового сплава. Крепление дизеля в танке осуществлялось на трех опорах, имеющих некоторую степень свободы. Дизель «ДГМ», после заводских испытаний, в 1955 г. был подвергнут государственным испытаниям, которые он не выдержал из-за поломки вала отбора мощности. Были срочно разработаны соответствующие мероприятия, устраняющие этот дефект. Однако в связи с прекращением работ по новому танку, для которого предназначался «ДГМ», дальнейшие работы над двигателем были приостановлены.

Лишь в 1961 г. на базе дизеля «ДГМ» на заводе был создан опытный двигатель «ДГ-600ТК» мощностью 441 кВт (600 л.с.) при частоте вращения 1600 мин^{-1} , но уже с турбонаддувом. Применение турбонаддува по расчетам конструкторов обеспечивало возможность повышения мощности дизеля до 588 кВт (800 л.с.) при одновременном улучшении топливной экономичности до 210 г/кВт·ч (155 г/л.с.·ч). Главной же целью введения турбонаддува было увеличение наработки которая на

«ДГ-600ТК» по расчетам разработчиков могла достигнуть 2500 ч.

Опыт работы над дизелями «ДГ», «ДГМ» и «ДГ-600ТК» впоследствии был использован при создании новых двигателей Уральского турбомоторного завода, в том числе и дизелей с турбонаддувом с утилизацией энергии выхлопных газов.

Барнаульский завод «Трансмаш»

Еще в начале 50-х годов без прекращения серийного производства танковых дизелей типа В-2 завод «Трансмаш» подвергся первой конверсионной перестройке производства двигателей. На базе танкового дизеля В-2 были созданы главные судовые двигатели 3Д6 и 3Д12 с реверс-редукторной передачей мощностью 110 кВт (150 л.с.) и 220 кВт (300 л.с.). Завод освоил серийное производство этих двигателей. На базе этих дизелей появилось большое семейство двигателей типа Д-6 и Д-12 широкого назначения. 6-цилиндровые дизели были рядными, а 12-цилиндровые — V-образными. Размерность была сохранена такой же, как и на двигателях В-2 (15/18). Двигатели устанавливались на самые различные суда: разъездные катера и водолазные боты, буксиры и сейнеры, санитарные и лоцманские катера, сухогрузы, суда для перевозки живой рыбы и др.

В 50-х годах были разработаны и поставлены на серийное производство дизель-генераторные установки мощностью 100 и 200 кВт для нужд народного хозяйства. Кроме того, были созданы судовые вспомогательные и аварийные дизель-генераторы, а также дизель-генераторы специального назначения. Для маневрового тепловоза ТМ-1 использовался дизель 1Д-12-400Б, а для узкоколейного тепловоза — дизель 1Д-12-400К. Изготавливались и другие модификации двигателей: 1Д-12Б — для нефтебуровых установок, 2Д-12Б — для компрессорных станций, 1Д-12БМ — для снегоуборочных машин, Д-12А-375Б — для большегрузных автосамосвалов, Д-12А-525 и Д-12 — для 4-осных шасси высокой проходимости.

Дизель-генераторы с двигателями завода «Трансмаш» обеспечивали электроэнергией танкеры и атомные ледоколы «Ленин» и «Россия». Дизель 3КД-12Н-520 устанавливался на пожарные катера и суда на воздушной подушке.

Вся эта конверсионная работа завода «Трансмаш», как и других заводов, заключалась в приспособлении

конструкции танкового дизеля типа В-2 к работе на народнохозяйственных машинах без изменения основных его элементов конструкции за счет варьирования компоновкой, числом цилиндров, частотой вращения и мощностью дизелей.

Одной из последних разработок двигателей, выполненных на базе В-2, стал дизель КД-34 с турбонаддувом, мощностью 735 кВт (1000 л.с.).

РАЗРАБОТКА НОВЫХ ТАНКОВЫХ ДИЗЕЛЬНЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ

В конце 50-х — начале 60-х годов в нашей стране началась конкурсная разработка мощных двигателей для танков нового поколения. К проектированию приступили конструкторские коллективы заводов Челябинского тракторного (главный конструктор И.Я.Трашутин) и Уральского турбомоторного (главный конструктор В.А.Венедиктов). В конструкторском бюро завода «Трансмаш» (Барнаул) разрабатывался опытный дизель УТД-30 с целью развернуть его впоследствии в мощностной ряд модификаций для ВГМ тяжелой, средней, промежуточной и легкой категорий по массе.

Во вновь организованном после войны конструкторском бюро по двигателям на Харьковском заводе транспортного машиностроения (ныне Производственное объединение «Завод им.Малышева») создавался опытный 2-тактный дизель для танка.

Была также предпринята попытка разработать двигатель для танка и на заводе «Звезда» в Ленинграде.

Широкое развертывание ОКР по танковым двигателям проводилось с целью обеспечения более быстрого развития двигателей для нового поколения БТТ.

Предусматривалось из нескольких разрабатываемых вариантов выбрать такие двигатели, которые, обеспечивая основные требования разработчиков-танкистов, позволяли развернуть на базе этих двигателей семейства двигателей для ВГМ всех категорий по массе.

Челябинский тракторный завод

Дизель В-12-7. Конструкторами СКБ-75 на базе двигателя В-12 создавался дизель В-12-7 с наддувом мощностью 735 кВт (1000 л.с.). На нем был применен приводной центробежный нагнетатель со степенью повышения давления 1,98 и коэффициентом полезного действия 0,58...0,60. Предполагалось обеспечить гарантийную наработку этого дизеля, равной 200 ч. Опытные образцы двигателя были изготовлены в 1958 г.

Техническая характеристика дизеля В-12-7

Тип	4-тактный с наддувом (ПЦН)
Мощность, кВт (л.с.)	735 (1000)
Частота вращения, мин ⁻¹	2100
Число цилиндров, шт.	12
Расположение цилиндров	V-образное
Размерность	15/18
Литраж, л	38,9
Удельный расход топлива, г/(кВт·ч)	
[г/(л.с.·ч)]	258 (190)
Габаритная мощность, кВт/м ³ (л.с./м ³)	592 (805)
Литровая мощность, кВт/л (л.с./л) ...	19 (25,8)

Дизель ДТН-10. В конце 50-х годов в СКБ-75 разрабатывался и совершенно новый опытный дизель ДТН-10 мощностью 735 кВт (1000 л.с.), не связанный требованиями унификации ни с В-2, ни с В-12. Высокая габаритная мощность (588 кВт/см³) была получена при высоком давлении наддува (около 0,26 МПа) с использованием энергии отработавших газов в турбине, механически связанной с коленчатым валом дизеля.

Двигатель ДТН-10 был скомпонован по Ц-образной схеме с относительно коротким ходом поршня. Поэтому при частоте вращения 2400 мин⁻¹ скорость поршня не превышала 12,8 м/с, т.е. была почти такая же, как у дизеля В-12-7 (12,6 м/с), имеющего частоту вращения коленчатого вала 2100 мин⁻¹.

Применение в одном ряду пяти цилиндров обеспечило сравнительно малую длину дизеля ДТН-10. По высоте новый дизель также был несколько ниже серийных.

Высокое среднее эффективное давление ($p_e = 1,10$ МПа) и высокая средняя скорость поршня определили большую литровую мощность — 23 кВт/л (31,3 л.с./л). Однако дизель ДТН-10 по сравнению с другими танковыми дизелями имел слишком высокую теплоотдачу в воду и масло.

Коленчатые валы обоих рядов цилиндров через общий редуктор передавали мощность на один выходной вал. Этот редуктор при испытаниях оказался одним из наиболее слабых мест в конструкции двигателя.

Дизель ДТН-10 предназначался для установки на новом опытном тяжелом танке, на котором проектировалось применить гидромеханическую трансмиссию. На испытаниях этот двигатель оказался неработоспособным из-за

опасных крутильных колебаний в зоне рабочих частот вращения. Установка демпферов, гасящих колебания, не давала возможности вписаться в заданные габариты моторно-трансмиссионного отделения опытного танка.

Изменение порядка вспрышек для обеспечения одновременной работы двух цилиндров (по одному из каждого ряда) приводило к неуравновешенности сил инерции как у обычного 5-цилиндрового двигателя.

Дизель ДТН-10 принципиально отличался и своей размерностью 16/16, т.е. был «квадратным» в отличие от всех танковых дизелей семейства В-2. Это был один из первых танковых дизелей с турбонаддувом, в котором использовалась энергия отработавших газов. Турбонаддув дал реальную возможность получить от дизеля ДТН-10 довольно высокую габаритную и особенно литровую мощность — 23 кВт/л (31,3 л.с./л) существенно превосходящую литровую мощность дизеля В-12-7.

Двигатель ДТН-10, кроме многократных стендовых испытаний, проходил пробеговые испытания на макете опытного тяжелого танка. Однако дальнейшие работы и над танком, и над двигателем ДТН-10 были прекращены.

В конце 60-х — начале 70-х годов в СКБ-75 (ныне ГСКБ «Трансдизель») под руководством главного конструктора В.И.Бутова были развернуты работы по новому семейству дизелей типа 2В размерностью 15/16 с наддувом от турбокомпрессора ТКР, с компоновкой, способствующей получению существенного увеличения габаритной мощности двигателей.

Уральский турбомоторный завод

Дизель 2ДГ-8М. В конструкторском бюро завода создавался опытный танковый дизель 2ДГ-8М (рис.5) мощностью 735 кВт (1000 л.с.) с размерностью 15/16, предназначавшийся также для опытного тяжелого танка.

В качестве базовой конструкции авторы взяли разработанный здесь ранее двигатель «ДГ-М», как бы положив два таких дизеля один над другим и в результате получив 2-рядный 16-цилиндровый горизонтально-оппозитный двигатель. Такая оригинальная схема обеспечивала двигателю малую высоту и высокую габаритную мощность.

Конструкция дизеля потребовала разработки ряда новых узлов и механизмов.

Картер дизеля 2ДГ-8М был выполнен обогреваемым и состоявшим из двух несущих половин с вертикальным

разъемом вдоль осей коленчатых валов. На задний торец картера крепился редуктор, состоявший из корпуса, двух шестерен, упруго соединенных с коленчатыми валами, и

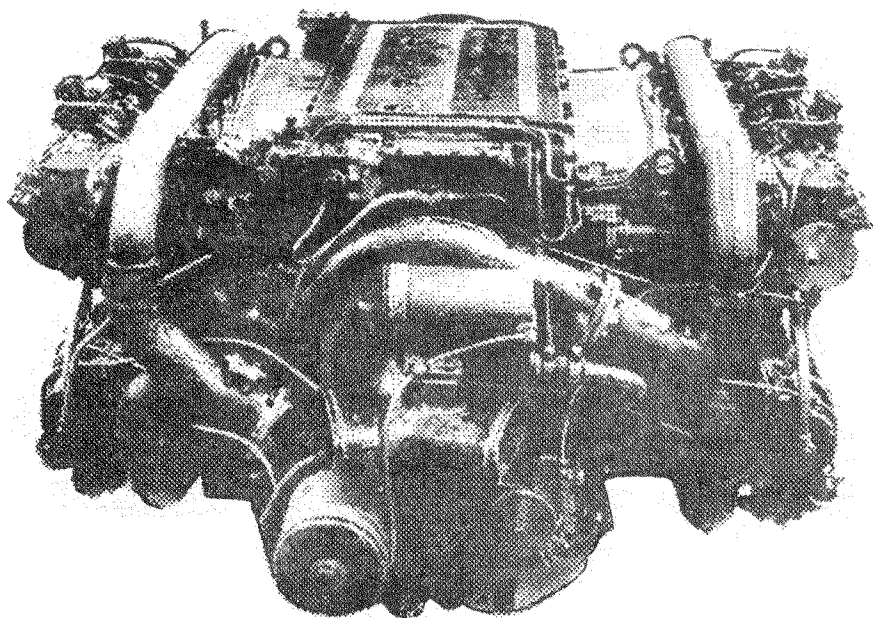


Рис.5. Дизель 2ДГ-8М

шестерни вала отбора мощности. Настройка упругих элементов шестерен каждого коленчатого вала обеспечивала снижение ударных нагрузок на зубья. Кроме того, для устранения износов на нерабочей стороне зубьев шестерен от перекладки зазоров была принята схема чередования вспышек одновременно в верхнем и нижнем рядах цилиндров. Для смазки и охлаждения зубьев шестерен через специальное устройство подавалось необходимое количество масла.

В редукторе размещался также 2-ступенчатый привод к стартеру-генератору, автоматически переключающийся со стартерного режима на генераторный. Передаточное отношение в стартерном режиме было 8,67, а в генераторном — 2,48. Фрикционные элементы стартерной и генераторной ветвей привода настраивались на передачу определенного крутящего момента, соответствующего

режиму работы. Для устранения задиров и спекания дисков четные диски были снабжены выемками, в которые запекалась специальная графитовая масса.

На дизеле 2ДГ-8М применялись шатуны с центральным сочленением, усовершенствованные и проверенные в ходе стендовых и пробеговых испытаний двигателей «ДГ» и «ДГ-М».

Для устранения имевшего место выкрашивания вкладышей внутреннего шатуна от высоких удельных давлений заливка их производилась специально подобранной бронзой (типа ОС-7-17). Вкладыши вильчатого шатуна и коренных подшипников заливались свинцовистой бронзой БС-30. Кроме того, все вкладыши по рабочей поверхности покрывались свинцово-оловянным сплавом.

Шатуны с центральным сочленением, разработанные на турбомоторном заводе, в дальнейшем были применены на дизелях Барнаульского завода «Трансмаш».

Гильзы цилиндров дизеля 2ДГ-8М группами (по четыре гильзы) запрессовывались в моноблоки со значительным натягом в верхнем поясе, что обеспечивало надежную работу газового стыка.

Уплотнение водяной полости в нижней части гильзы цилиндров осуществлялось набором резиновых и металлических колец, зажимаемых гайкой. Однако такая конструкция вызывала овализацию гильзы, что создавало дополнительные трудности при отработке конструкции поршня.

Топливные насосы объединялись в блок-насосы по четыре насоса. Управление насосами осуществлялось от регулятора через специальный синхронизирующий механизм. Регулятор топливного насоса для повышения усилия снабжался сервомеханизмом и встроенным масляным насосом. Перед каждым топливным блок-насосом для устранения засорения устанавливались малогабаритные топливные фильтры. Была организована система дренажа для выпуска воздуха из топливной системы.

В связи с требованием обеспечения работы дизеля при значительных сопротивлениях на впуске и выпуске, применялся приводной центробежный нагнетатель, обеспечивающий давление наддува 0,176 МПа. Разрежение на всасывании допускалось 12 кПа.

В связи с тем, что ограниченные размеры моторно-трансмиссионного отделения танка не позволяли использовать обычный вертикальный центробежный масляный фильтр, в КБ завода была разработана специальная конструкция горизонтального фильтра с реактивным приводом.

Конструкция дизеля 2ДГ-8М обеспечивала работу при высоких температурах охлаждающей жидкости (на выходе до 120°С) и масла, а также при кренах и дифферентах танка до 45°. Для предпускового разогрева в холодное время картер дизеля, масляный фильтр, регулятор и маслозакачивающий насос были снабжены специальными полостями для прокачки обогревающей жидкости.

Привод клапанов был осуществлен рычажным механизмом, расположенным непосредственно над ними. Для снижения массы штоки клапанов выполнялись пустотелыми и азотировались, а фаски клапанов наплавлялись жаростойким сплавом.

Был внедрен и ряд других оригинальных конструкторских решений. При дальнейшей отработке конструкции дизеля предполагалось значительно улучшить его технико-экономические параметры. Так же, как и в опытном дизеле ДТН-10 Челябинского тракторного завода, предполагалось применить турбонаддув, при котором мощность двигателя 2ДГ-8М могла быть доведена до 882 кВт (1200 л.с.) в основном за счет исключения приводного нагнетателя, затраты мощности на привод которого составляли более 147 кВт (200 л.с.). При использовании турбонаддува должна была улучшиться экономичность по топливу и маслу.

За время работы над дизелем 2ДГ-8М (1955—1960 гг.) на Уральском турбомоторном заводе было спроектировано, изготовлено и испытано несколько вариантов различных сложных узлов и агрегатов двигателя. Одновременно с отработкой конструкции дизеля 2ДГ-8М на стендах завода проводились и его пробеговые испытания на опытном тяжелом танке, разработанном ВНИИтрансмаш. Для этих испытаний было изготовлено несколько образцов двигателя. Пробеговые и стендовые испытания проходили успешно, и к началу 1961 г. на дизеле 2ДГ-8М были устранены практически все замечания междуведомственной комиссии и он был готов к повторной междуведомственной проверке.

Однако правительственным решением в январе 1961 г. работы по созданию нового тяжелого танка и дизеля для него были прекращены.

Ленинградский завод «Звезда»

Дизель М-850. Двигателестроителями завода «Звезда» в Ленинграде в конце 50-х годов была предпринята попытка создать танковый двигатель на базе дизеля М-50 — одной из модификаций авиационного мотора АН-1,

разработанной под руководством В.М.Яковлева для торпедных катеров. Танковый вариант этого двигателя получил наименование М-850.

Разработчики проектировали дизель на мощность 772 кВт (1050 л.с.) при частоте вращения 1850 мин⁻¹. Двигатель имел довольно большой литраж — 62 л. Он представлял собою 12-цилиндровый V-образный дизель с наддувом от приводного нагнетателя. Размерность была выбрана равной 18/20. При литровой мощности 12,5 кВт/л (17 л.с./л) дизель М-850 значительно уступал по габаритной мощности дизелю В-12-7 (458 против 592 кВт/м³) и удельной массе (2,0 против 1,4 кг/кВт).

Уступал М-850 и другим разрабатываемым в тот период новым мощным танковым дизелям по целому ряду параметров.

Таким образом, очередная попытка использовать для танковой техники двигатель другого (авиационного) назначения оказалась неудачной. Разработка дизеля М-850 как танкового двигателя была прекращена. Неудачный опыт конструкторов завода «Звезда» еще раз подтвердил, что для танковой техники необходимы специально разработанные танковые двигатели.

Барнаульский завод «Трансмаш»

Одной из первых послевоенных работ на самом молодом из двигателестроительных заводов отрасли была работа по созданию на базе дизеля В-2 6-цилиндрового двигателя для легкого плавающего танка. Начатая в 1949 г. разработка дизеля В-6 мощностью 176 кВт (240 л.с.) была закончена в 1951 г. сдачей двигателя на междуведомственные стендовые испытания. В результате дизель В-6 для легкого плавающего танка ПТ-76 был поставлен на серийное производство и принят на снабжение армии.

Конструкторский коллектив завода продолжал поисковые работы по созданию новых танковых двигателей, основываясь при этом на следующих основных положениях:

- новые танковые дизели должны иметь более высокие технические характеристики, чем созданный еще в 30-х годах дизель В-2;
- на основе нового базового танкового дизеля должно быть создано семейство двигателей для разных типов ВГМ различных категорий по массе с максимальной степенью унификации между модификациями;

- при создании танковых дизелей должна быть обеспечена возможность развития на их базе семейства «гражданских» двигателей для народнохозяйственной техники;
- желательно максимально сохранить основную технологическую преемственность с существующим на заводе производством серийных двигателей типа В-2.

В период 1949—1952 гг. на заводе, с целью выбора лучшего варианта танкового двигателя, были выполнены проекты двигателей Д-17, Д-19, Д-21 и другие, которые приводили к значительному отрыву от конструкции серийных двигателей семейства В-2. Это показало необходимость более подробного обоснования теоретических предпосылок для выработки оптимального решения, обеспечивающего необходимый качественный скачок по техническим характеристикам двигателя, но с учетом параметров моторно-трансмиссионного отделения ВГМ.

С этой целью в 1952 г. на заводе была выполнена работа «Силовая установка танка», в которой был проведен объемный анализ, показавший возможность оценивать и целенаправленно разрабатывать двигатель, взаимно увязывая его характеристики со всеми системами силовой установки. Это позволяло получить наиболее оптимальные размеры моторно-трансмиссионного отделения ВГМ.

Конструкторским отделом завода в 1956 г. в инициативном порядке было разработано техническое предложение по новому семейству танковых дизелей с размерностью 15/15 в 6- и 12-цилиндровом исполнении. В этих двигателях расстояние между осями цилиндров и диаметры цилиндров были сохранены такими же, как и в дизелях типа В-2, исходя из стремления к технологической преемственности с этими дизелями. Уже в 1957 г. были изготовлены два одноцилиндровых отсека, на которых проводилась отработка рабочего процесса и деталей поршневой группы. Были изготовлены также образцы новой топливной аппаратуры, автоматической муфты изменения угла подачи топлива, шатунов и ряда других узлов. На стендах проводились исследования характеристик и проверка работоспособности этих узлов.

В конце 1957 г. был изготовлен первый экспериментальный образец 12-цилиндрового дизеля, проведено тензометрирование его силовых элементов, сняты мощностные и экономические характеристики. Образец дизеля отработал на стенде 57 ч. Вышел он из строя из-за обрыва шатуна.

На основе проведенных экспериментальных работ Постановлением правительства в июне 1958 г. заводу было поручено создать семейство унифицированных танковых двигателей (УТД) для легких, средних и тяжелых танков.

Двигателям было присвоено наименование:

УТД-20 — для легкого танка;

УТД-30 — для среднего танка;

УТД-40 — для тяжелого танка.

В ноябре 1958 г. на заводе «Трансмаш» было создано Особое конструкторское бюро (ОКБ). Главным конструктором его был назначен Б.Г.Егоров.

Разрабатываемые в этом ОКБ двигатели типа УТД представляли интерес тем, что они должны были составлять мощностной ряд унифицированных танковых дизелей с широкой возможностью использования их в народном хозяйстве.

Учитывая, что разработка опытного дизеля УТД проводилась в период, когда велись работы в других конструкторских бюро двигателестроительных заводов отрасли по созданию двигателей для тяжелых танков (В-12-7, ДТН-10, 2ДГ-8М, М-850), а также дизелей В-12-5, В-12-6 и 5ТД для средних танков, работы над УТД были направлены, в первую очередь, на создание модификаций танкового дизеля мощностью 426...460 кВт (580...625 л.с.) и 735 кВт (1000 л.с.). Разработанный двигатель мощностью 426 кВт (580 л.с.) получил наименование УТД-30, а проект варианта дизеля мощностью 460 кВт (625 л.с.) — УТД-10. Для достижения мощности 515 кВт (700 л.с.) и 735 кВт (1000 л.с.) предполагалось использовать турбонаддув.

Дизель УТД-30. В 1958 г. были выпущены рабочие чертежи УТД-30 — первого дизеля этого семейства. Массогабаритные показатели этого дизеля были лучшими по сравнению с серийными двигателями типа В-2 (удельная масса 1,4...1,5 против 1,8 кг/л.с.); топливная экономичность была примерно такой же, как у опытного, в то время 2-тактного дизеля 5ТД.

Суммарная теплоотдача в воду и масло была меньше, чем у серийного послевоенного массового дизеля В-55 при одинаковой мощности 426 кВт (580 л.с.). По теплоотдаче УТД-30 уступал лишь 2-тактному дизелю 5ТД.

Средняя скорость поршня у УТД-30 составляла 13,5 м/с, что было выше, чем у всех серийных и опытных танковых дизелей. Высокая габаритная мощность (618 кВт/м³) была получена при уменьшении

коэффициента избытка воздуха, т.е. путем перехода на более высокие температуры цикла. Отказавшись от применения наддува на УТД-30 и форсируя двигатель при уменьшении коэффициента избытка воздуха, разработчики существенно упростили конструкцию, но при этом возникли трудности в обеспечении работоспособности деталей поршневой группы из-за более высоких температур рабочего процесса.

В условиях работы в танке при наличии разрежения на всасывании и противодействия на выпуске коэффициент избытка воздуха на режиме максимального крутящего момента снижался до весьма малой величины (1,25...1,3). Температура отработавших газов доходила при этом до 700°C и даже выше. С данным обстоятельством и столкнулись разработчики при доводке дизеля УТД-30.

В безнаддувной модификации двигатель УТД-30 практически не имел возможности для форсирования по мощности. Для этого дизелю нужен был воздух, который мог дать только наддув.

Конструктивные особенности дизеля УТД в процессе доводки потребовали решения многих проблемных вопросов: отработки тоннельного блок-картера, коленчатого вала, устанавливаемого на больших роликовых подшипниках, шатунов с вильчатым сочленением при высоких частотах вращения коленчатого вала, передачи к механизму газораспределения и ряда других узлов.

Наибольшие трудности были вызваны высокими температурами цикла и поэтому потребовалось трудоемкое и особо тщательное изготовление деталей поршневой группы.

Рассматривая конструкцию дизеля УТД-30, следует отметить ряд наиболее интересных компоновочных особенностей этого двигателя. Так, для обеспечения поперечной установки двигателя в танке коленчатый вал был выполнен с 2-сторонним отбором мощности. Устанавливался он на роликовых подшипниках качения. Привод к элементам газораспределения и обслуживающим агрегатам осуществлялся цилиндрическими шестернями, установленными на подшипниках качения. Стартер и генератор (7,5 кВт) соединялись с коленчатым валом шестеренчатым приводом.

Туннельный блок-картер дизеля имел поддон с закрытой полостью для прохода отсасываемого масла. Отсеки блок-картера были соединены с этой полостью через лепестковые клапаны. Такая конструкция обеспечила эффективный отсос масла из картера при малых габаритах нижней части блок-картера.

На двигателе была предусмотрена установка насосов для смазки трансмиссии танка и компрессора высокого давления (для заполнения сжатым воздухом баллонов системы воздухопуска).

После согласования установки дизеля УТД-30 во вновь разрабатываемый в то время средний танк (главный конструктор А.А.Морозов) доводочные работы были активизированы. Ряд узлов и деталей претерпел существенные изменения. Устранялись поломки блок-картера, раскрытие газового стыка, трещины в головках блоков, выгорание поршней и другие недостатки. В ходе доводочных испытаний было наработано только на одноцилиндровых отсеках более 7900 ч, а на опытных образцах полноразмерных двигателей более 3500 ч.

В 1959 г. для нового среднего танка было принято решение применить двигатель мощностью 515 кВт (700 л.с.). К этому времени ОКБ завода «Трансмаш» закончило работы над двигателем УТД-30 проведением в декабре 1961 — январе 1962 г. совмещенных заводских и межведомственных стендовых испытаний в объеме 250 ч. Двигатель эти испытания выдержал с некоторыми замечаниями (закосовывание отверстий распылителей форсунок, недостаточное уплотнение водяного насоса и др.). После разборки и дефектации деталей этот образец дизеля был собран и прошел без замечаний дополнительно стендовые испытания в объеме 150 ч.

В 1963 г. межведомственной комиссией дизель УТД-30 мощностью 426 кВт (580 л.с.) был рекомендован к производству. Применение его предполагалось в качестве одного из вариантов для нового среднего танка.

Техническая характеристика дизеля УТД-30

Тип	4-тактный, без наддува
Мощность, кВт (л.с.)	426 (580)
Частота вращения, мин ⁻¹	2600
Число цилиндров, шт.	12
Расположение цилиндров	V-образное
Угол развала цилиндров, ... °	66
Размерность	15/15
Литраж, л	31,8
Удельный расход топлива, г/(кВт·ч) [г/л.с.·ч]	231—238 (170—175)
Масса, кг	940
Габаритные размеры, мм:	
длина	1350
ширина	940
высота	775
Габаритная мощность, кВт/м ³ (л.с./м ³)	618 (840)
Литровая мощность, кВт/л (л.с./л)	13,4 (18,2)
Степень сжатия	16,0

Дизель УТД-45. В 1962 г. ОКБ завода «Трансмаш» была поручена работа по форсированию двигателя УТД-30 до мощности 515 кВт (700 л.с.) для среднего танка Т-64А (главный конструктор А.А.Морозов). Этот двигатель должен был представлен на межведомственные стендовые испытания во втором квартале 1964 г.

Под руководством главного конструктора Б.Г.Егорова в 1962 г. был разработан технический проект форсированного дизеля, получившего наименование УТД-45. Этот двигатель представлял собою вариант дизеля УТД-30 с конструктивными отличиями, вытекающими из требований продольного расположения двигателя в танке и применением приводного центробежного нагнетателя, который вместе с редуктором крепился на правой стороне блок-картера дизеля. В конструкции ряда узлов двигателя был использован опыт доводки УТД-30. В ОКБ проработали также возможность установки УТД-45 в многоцелевой транспортер-тягач. Однако в связи с тем, что заводом «Трансмаш» были сорваны сроки поставки образцов дизеля для пробеговых испытаний транспортер-тягача, двигатель УТД-45 на нем не был применен.

Сроки отработки дизеля были перенесены на два года. Лишь в 1966 г. двигатель УТД-45 прошел официальные стендовые испытания.

Работа над этим дизелем УТД-45 закончилась принятием решения о возможном применении его как резервного варианта для установки в моторно-трансмиссионном отделении танка Т-64А.

Дизель УТД-40. Технический проект двигателя УТД-40 мощностью 735 кВт (1000 л.с.) при частоте вращения коленчатого вала 2700—2800 мин⁻¹ для нового тяжелого танка был разработан в мае 1959 г. Основное его отличие от базового дизеля УТД-30 заключалось в установке на переднем торце двигателя приводного центробежного нагнетателя.

Возможность и целесообразность установки дизеля УТД-40 в тяжелый танк была согласована с разработчиками машины. На одноцилиндровом отсеке проводилась доводка рабочего процесса с наддувом. В 1959 г. были изготовлены два опытных образца дизеля и начаты их стендовые испытания.

Однако в связи с прекращением работ по всем тяжелым танкам дальнейшие работы над дизелем УТД-40 были приостановлены и в дальнейшем не возобновлялись.

Следует отметить, что в процессе работ по созданию дизеля УТД-40 с наддувом от ПЦН в 1959 г. сотрудниками НИИД были выполнены расчетно-теоретические работы по разработке форсированного варианта УТД с турбонаддувом мощностью 735...809 кВт (1000...1100 л.с.). Но для этого необходимо было создавать специальный турбокомпрессор с коэффициентом полезного действия 0,53...0,55, при расходе воздуха 0,6...0,7 кг/с и степени повышения давления 2,6. Одновременно надо было обеспечить надежную работу дизеля при высокотемпературном режиме охлаждения (125°C) и температуре отработавших газов около $700\text{--}750^{\circ}\text{C}$. При таком решении возможно было на базе УТД-30 создать типовой ряд танковых двигателей мощностью 220; 243; 294; 426; 478; 735 кВт (300; 330; 400; 580; 650; 1000 л.с.). Все эти двигатели отличались бы между собою лишь числом цилиндров, их расположением, наличием наддува и его величины.

Дизель УТД-20. Модификация дизеля УТД мощностью 220 кВт (300 л.с.) получила наименование УТД-20 (рис.6). По своим габаритам, массе, габаритной мощности

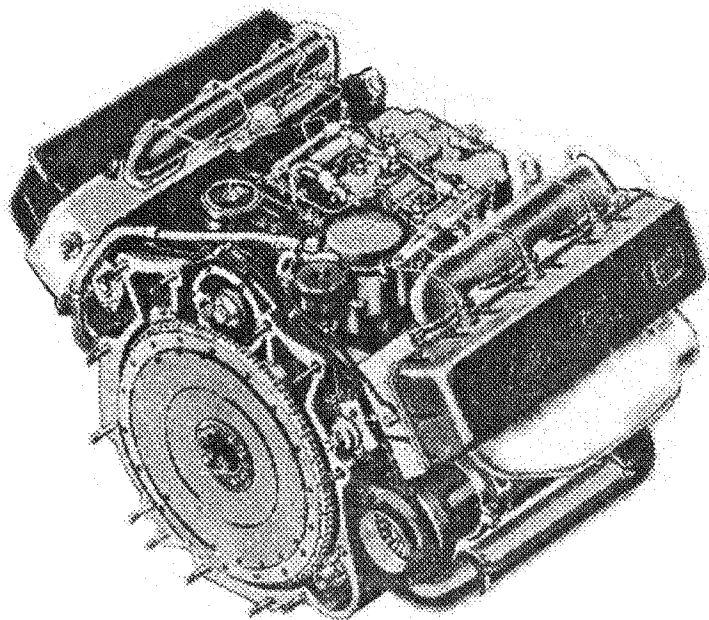


Рис.6. Дизель УТД-20

(348 кВт/м³) этот двигатель превосходил «малые» танковые двигатели 8Д6 (176 кВт), 8Д6-Ф (206 кВт) и В-4 (220 кВт), у которых габаритная мощность была соответственно 161, 191 и 237 кВт/м³.

Зарубежные танковые двигатели этого класса, такие, как «Гибберсон» (276 кВт), «Татра» (184 кВт) и другие, по габаритной мощности также уступали дизелю УТД-20.

Техническая характеристика дизеля УТД-20

Тип	4-тактный, без наддува
Мощность, кВт (л.с.)	220 (300)
Частота вращения, мин ⁻¹	2600
Число цилиндров, шт.	6
Расположение цилиндров	V-образное
Угол развала цилиндров, ... °	120
Размерность	15/15
Литраж, л	15,9
Удельный расход топлива, г/(кВт·ч)	
[г/(л.с.·ч)]	228 (168)
Габаритная мощность, кВт/м ³ (л.с./м ³)	289 (393)
Масса, кг	665
Гарантийная наработка, ч	400

В 1965 г. двигатель УТД-20 был принят к серийному производству. Ему было суждено стать двигателем одной из самых массовых легких ВГМ — боевой машины пехоты (БМП).

В течение более 26 лет многие модификации дизеля УТД-20 серийно изготавливались заводом «Трансмаш» как для БМП и машин на ее базе, так и для различной народнохозяйственной техники (судов, автомобилей, тракторов, дизель-генераторов и др.). Поэтому имеет смысл более подробно рассмотреть историю создания и развития дизеля УТД-20 и его модификаций.

Технический проект двигателя в ОКБ завода «Трансмаш» под руководством главного конструктора Б.Г.Егорова был выполнен в первом квартале 1959 г.

В марте этого же года проект был утвержден для изготовления опытных образцов.

Для 6-цилиндрового дизеля была выбрана V-образная схема расположения цилиндров с углом развала блоков 120°. Это позволяло достичь наиболее плотной компоновки при меньшей высоте и длине, чем на рядном 6-цилиндровом двигателе.

Технологическая целесообразность выбора V-образной схемы для шести цилиндров была подтверждена

сравнительным анализом рядного и V-образного дизелей, проведенным технологическим институтом ВПТИ-12 в марте 1959 г. В выводах технологов института отмечалось: «...одним из основных преимуществ дизеля УТД-20 является малогабаритность его деталей. При организации производства УТД-20 значительно сократятся потребные производственные площади, снизятся габариты и сложность требуемого технологического оборудования, уменьшится металлоемкость приспособлений и мощность подъемно-транспортных средств».

Первый опытный образец УТД-20 был собран и представлен на стенд для испытаний 29 июня 1959 г. После отладочных испытаний работы над дизелем были остановлены из-за отсутствия предложений по установке двигателя УТД-20 на какой-либо ВГМ.

Но 30 мая 1960 г. вышло Постановление правительства о создании нового легкого плавающего танка (главный конструктор И.В.Гавалов) с дизелем УТД-20, и работы над двигателем были продолжены. В конце 1960 г. по результатам стендовых испытаний двух опытных образцов в конструкцию дизеля был внесен ряд изменений. Больше всего эти изменения коснулись блок-картера. Для улучшения работы газового стыка для каждого цилиндра были установлены индивидуальные уплотнительные прскладки. Головки цилиндров были ужесточены путем утолщения нижней полки. Подверглась изменению конфигурация поршней: их стали выполнять с 3-конусной образующей, подобранной опытным путем на одноцилиндровом отсеке, с минимальным зазором в гильзе цилиндра.

Эти изменения были введены в один из двух первых образцов двигателя, который в апреле 1961 г. вновь был подвергнут стендовым испытаниям. Двигатель отработал 454 ч по внешней характеристике. При этом он десять раз снимался с испытаний для частичных разработок с целью устранения выявлявшихся дефектов (в том числе и производственных). Дефектов по переделанному блок-картеру, поршневой группе, втулкам цилиндров, газовому стыку, коленчатому валу и передаче не было выявлено. Не выдержали испытаний только топливный насос и уплотнения коленчатого вала. Были подвергнуты испытаниям и другие опытные образцы двигателей в том же исполнении и в той же комплектации. На шести опытных образцах было наработано на стенде около 3000 ч.

Параллельно с доводкой дизеля велась доработка систем силовой установки танка. С этой целью танковому заводу было передано три двигателя для стендовой

отработки систем и два — для пробеговых испытаний в танке. В процессе пробеговых испытаний (август 1961 г.) обнаружилась сильная вибрация двигателя и произошло разрушение подмоторного постаменты, выполненного из легкого сплава.

Следует отметить, что при установке дизеля в легкий танк не была использована возможность жесткого соединения двигателя с трансмиссией в единый силовой блок.

Повышенные вибрации двигателя вызывались неуравновешиванием инерционных сил возвратно-поступательного движения масс кривошипно-шатунного механизма дизеля УТД-20, выполненного по V-образной схеме с развалом двух 3-цилиндровых блоков под углом 120°. Частичное уравнивание двигателя было выполнено путем установки противовесов на коленчатом валу. Однако частично неуравновешенным оставался момент от сил инерции второго порядка, для уравнивания которого требовалась установка соответствующих противовесов, вращающихся в противоположную сторону со скоростью вращения коленчатого вала. Решение проблемы уравнивания затруднялось тем, что двигатель был уже в значительной степени доработан и закомпонован в танк. В принципе можно было решить такую задачу, увеличив длину дизеля на 200...250 мм (т.е. на 30%), и установить по его торцам два корпуса с дополнительными противовесами и приводными шестернями. Но это потребовало бы перекомпоновки всей силовой установки танка. Решение проблемы было найдено путем установки валоуравнивающего механизма с противовесами в нижней части блок-картера под коленчатым валом без увеличения длины дизеля. Общая масса двигателя увеличилась лишь за счет массы самого вала, противовесов и подшипников. Естественно, что для установки уравнивающего механизма была частично изменена конструкция блок-картера, в котором пришлось изменить каналы системы охлаждения.

Работа нового механизма проверялась на дополнительно изготовленном образце дизеля. При этом величины неуравновешенных моментов не выходили за пределы неуравновешенности в серийных двигателях.

В мае — июне 1962 г. дизель УТД-20 с уравнивающим механизмом подвергся длительным стендовым испытаниям в объеме заданной наработки. Испытания прошли успешно. Пробеговые испытания этого двигателя в танке с новым усиленным подмоторным

постаментом показали, что максимальные амплитуды вибраций в различных точках машины уменьшились от 1,7 до 5,0 раз. Максимальные значения амплитуд перешли из зоны рабочих частот вращения в зону максимальных частот вращения холостого хода.

В конце 1962 г. дизель УТД-20 подвергся 400-часовым межуведомственным стендовым испытаниям. Комиссия отметила, что технические характеристики двигателя по мощности, топливной экономичности, габаритным показателям и массе соответствуют заданным требованиям. Двигатель был рекомендован для всесторонних испытаний в образцах БТТ и машинах на их базе. Комиссией была отмечена также целесообразность начала подготовки серийного производства дизеля УТД-20.

В декабре 1962 г. завод «Трансмаш» вышел с ходатайством об организации на заводе отдельного производства дизеля УТД-20 и реконструкции некоторых цехов, изготавливающих детали двигателей типа В-2, используемые в новом дизеле. Таких деталей в составе двигателя УТД-20 насчитывалось около 25%.

Однако новый легкий танк на серийное производство не был принят, и ходатайство завода «Трансмаш» положительного решения тогда не получило.

Предварительное рассмотрение возможности установки дизеля УТД-20 в разрабатываемую в то время боевую машину пехоты (БМП) состоялось еще в 1960 г., а в мае 1961 г. между главным конструктором БМП П.П.Исаковым и главным конструктором дизеля УТД-20 Б.Г.Егоровым были согласованы технические требования и габаритные чертежи на двигатель для поставки опытных образцов.

В 1962 г. создание БМП с двигателем УТД-20 было включено в правительственный план ОКР. В том же году разработчику БМП — Челябинскому тракторному заводу были переданы четыре двигателя УТД-20 для стендовой отработки систем силовой установки и заводских пробеговых испытаний машины.

Следует отметить, что БМП проектировалась в нескольких вариантах разными конструкторскими бюро и на все эти варианты была согласована установка дизеля УТД-20, опытные образцы которого были поставлены заводом «Трансмаш» различным разработчикам машин.

В сентябре 1963 г. первый образец БМП конструкции П.П.Исакова с дизелем УТД-20 закончил испытания, в процессе которых было отмечено прогорание выпускных коллекторов, разработанных и изготовленных заводом-

разработчиком БМП. Отработку этих коллекторов после этого поручили конструкторам ОКБ завода «Трансмаш».

В 1964 г. БМП успешно прошла полигонно-войсковые испытания. На двигателе были отмечены такие неисправности, как поломка подшипника уравнивающего механизма, течь масла по уплотнению коленчатого вала, дефекты зубьев маховика и некоторые другие.

В выводах комиссии по этим испытаниям указывалось, что дизель УТД-20 по своим мощностным, массогабаритным и эксплуатационным показателям является современным танковым двигателем и обеспечивает боевой машине пехоты заданные тактико-техническими требованиями динамические, тяговые, маневренные качества и достаточный запас мощности для преодоления препятствий. Отмечалось также, что потери охлаждающей жидкости из системы охлаждения в ходе испытаний и отсутствие в машине устройства, предохраняющего двигатель от перегрева при внезапных остановках его под нагрузкой на высокотемпературном режиме, приводили к преждевременному выходу двигателя из строя и не позволили выявить его надежную работу на полный срок службы. Рекомендовалось улучшить систему воздухопитания двигателя для обеспечения более равномерного снабжения воздухом всех цилиндров обоих блоков дизеля на всех скоростных режимах работы.

В период 1964—1965 гг. на ЧТЗ и заводе «Трансмаш» проводилась доработка и машины, и двигателя с целью устранения выявленных дефектов и замечаний, снижения массы и повышения технологичности деталей дизеля. Для подтверждения эффективности внедряемых в конструкцию мероприятий были изготовлены три двигателя, в программу испытаний которых также были внесены решения, ужесточающие условия работы дизеля на стенде и приближающие их к условиям работы в машине. Наиболее крупными мероприятиями, проведенными в ходе доводки дизеля перед постановкой его на серийное производство, были технические решения по улучшению работы поршневой группы, выпускных коллекторов, воздухопитания двигателя, безопасности внезапной остановки дизеля под нагрузкой и др. Для улучшения условий работы деталей поршневой группы было проведено уточнение гидравлического тракта охлаждения, внедрен контроль овальности гильз цилиндров в горячем состоянии, применена дифференцированная затяжка стяжных и сшивных шпилек блока для исключения появления овальности гильз цилиндров при затяжке.

Был установлен минусовый допуск (-5%) на регулировку мощности дизеля. Доводка выпускных коллекторов, подвергавшихся при работе дизеля короблению и прогоранию, вылилась в серьезную проблему. К тому же сказался и длительный «неинженерный» спор о том, куда отнести коллекторы — к двигателю или к БМП? Разрабатывались многие варианты коллекторов: штампованные сварные, полуохлаждаемые литые из алюминиевых сплавов (с внутренней теплоизолированной трубой), чугунные литые и др. В итоге на двигатели для БМП были установлены чугунные литые выпускные коллекторы. Однако на всех других модификациях УТД-20 в дальнейшем устанавливались только полуохлаждаемые коллекторы.

В ходе доработки систем силовой установки БМП конструкторы столкнулись с явлением пульсации воздуха в системе воздухопитания дизеля, что приводило к уменьшению наполнения цилиндров воздухом на $13-17\%$ при частоте вращения $1800...2000 \text{ мин}^{-1}$. Был переделан воздушный тракт, и явление пульсации устранилось.

С помощью специалистов НИИД и ВНИИТрансмаш была достигнута возможность безопасной внезапной остановки дизеля УТД-20 под нагрузкой на высокотемпературном режиме работы, обусловленной характером выполнения БМП некоторых тактических задач.

В таком доработанном исполнении дизель УТД-20 и был поставлен на серийное производство завода «Трансмаш». При создании нового двигателя, таким образом, решался целый ряд весьма сложных проблем, обусловленных необходимостью получения высокой мощности и топливной экономичности, повышенных надежности и ресурса при одновременном уменьшении габаритных размеров и массы, а также достижению высоких тяговых, динамических характеристик ВГМ и минимального объема моторно-трансмиссионного отделения с учетом тенденций максимально возможного уменьшения ее силуэта.

В создание двигателя УТД-20 большой творческий вклад внесли Б.Г.Егоров, О.А.Назаров, И.Н.Фролова, А.А.Шестаков, В.Ф.Пугин, В.Я.Соколов, Н.Е.Петрушенко, Н.Е.Кухарев, Г.Г.Горбачев, Ю.Н.Новодержкин, В.В.Ануфриев, Г.В.Казаков, В.Т.Мерзликин, Н.И.Колпаскин, Б.В.Сопов, В.Б.Пушкарев, Б.А.Дурыманов и многие другие.

Большую работу по исследованиям дизеля и его узлов выполнили В.И.Решетов, О.В.Казаков, В.И.Голубев, И.М.Терентьев, В.А.Муравьев, В.М.Шатров и др.

В отработке новых технологических процессов приняли активное творческое участие Е.И.Щедрин, А.З.Колосов, М.М.Каневский, Е.М.Литоренко, Я.В.Майданский, А.К.Лазарев, П.П.Логошко и др.

В выполнении работ по исследованию и доводке дизеля УТД-20 большую и активную помощь заводскому коллективу оказали сотрудники НИИД (руководители А.И.Толстов и Л.И.Пугачев, ведущие специалисты Н.И.Рудаков, Б.Я.Гинзбург, И.В.Болдырев и др.).

В отработке двигателя по конкретным проблемам активно участвовали сотрудники ВНИИтрансмаш, Военной академии бронетанковых войск им.Р.Я.Малиновского, НИИБТ полигона, Сибирского НИИ авиации, НИИ-21 Минобороны СССР, ВНИИ подшипниковой промышленности, НИИ стали, ВПТИ-12, ЦНИТИ (с 1965 г.), ВИАМ, НИИ резиновой промышленности, НИИ твердых сплавов, ЦНИДИ и других организаций.

14 апреля 1966 г. правительственным постановлением дизель УТД-20 был официально принят на снабжение Армии.

За создание двигателя УТД-20 главному конструктору Б.Г.Егорову было присвоено звание Героя Социалистического Труда, а его заместителям — О.А.Назарову и И.Н.Фроловой — присуждена Ленинская премия.

Модификация дизеля УТД-20. Как ранее отмечалось, при разработке дизелей УТД конструкторами предусматривалось не только применение их в различных образцах БТТ, но и возможность установки таких двигателей в машинах народнохозяйственного назначения.

Еще в 1958 г. заводу «Трансмаш» была поручена разработка на базе дизеля типа УТД главного судового 12-цилиндрового двигателя мощностью 220 кВт (300 л.с.) и судового дизель-генератора мощностью 100 кВт. Эскизные проекты дизеля и дизель-генератора были выполнены в 1959 г. и одобрены техническим советом заказчика, который рекомендовал электротехнической промышленности создать электрогенератор маховичного типа мощностью 100 кВт.

Вследствие возникших в то время затруднений в работах по доводке танковых модификаций дизелей УТД работы по судовым дизелям были приостановлены. Лишь в 1962 г., после того как основные узлы танковых дизелей были отработаны и проверены, создались условия для экспериментальных работ над народнохозяйственными модификациями этих дизелей.

По поручению Алтайского совнархоза (сентябрь 1962 г.) на заводе «Трансмаш» было разработано техническое предложение по созданию типоразмерного ряда двигателей размерностью 15/15 для автомобилей, тракторов, судов и стационарных установок.

В 1963 г. был разработан технический проект 6-цилиндровых дизелей Д-20 в автомобильном, тракторном и общепромышленном исполнении.

В соответствии с требованиями установки дизеля типа УТД на трактор «Кировец» (К-700) была разработана конструкция двигателя Д23Т с газотурбинным наддувом.

Однако начатые экспериментальные работы по этому дизелю были прекращены из-за загруженности опытно-экспериментальной базы завода изготовлением установочной партии двигателей УТД-20 для ВГМ.

Коллективом ОКБ завода «Трансмаш» в тот период был проведен подробный анализ основных технических показателей отечественных и зарубежных транспортных двигателей выпуска 1952—1962 гг. Анализ подтвердил, что спроектированные на заводе дизели в основном отвечают требованиям перспективного транспортного дизелестроения даже с учетом времени, необходимого на их отработку. Параметры дизелей «Трансмаш» соответствовали также принятым в СССР на 1966—1970 гг. показателям тракторных двигателей, разработанным НАМИ («Перспективный типаж тракторов, самоходных шасси, тракторных и комбайновых двигателей», 1962 г.).

В проектах народнохозяйственного двигателя ОКБ завода «Трансмаш» предусматривались чугунные отливки блок-картера и втулок цилиндров, топливный насос распределительного типа и другие особенности.

В 1966 г. проводились испытания дизеля типа Д-20 на 3000...4000 ч работы для определения его фактического ресурса и рациональных сфер его использования. Испытаниям подвергался двигатель, отрегулированный на мощность 110 кВт (150 л.с.) при частоте вращения 1500 мин⁻¹, спаренный с генератором мощностью 100 кВт. Двигатель отработал более 4000 ч и вышел из строя лишь из-за потери охлаждающей жидкости из-за неисправности стендовой системы охлаждения.

В мае 1964 г. автомобильная модификация дизеля под индексом Д-20А была согласована для установки в боевую машину десанта (БМД). В отличие от дизеля УТД-20 двигатель Д-20А был отрегулирован на мощность 176 кВт (240 л.с.) при частоте вращения 2400 мин⁻¹.

Основные конструктивные отличия двигателя Д-20А от УТД-20:

- применены литые полуохлаждаемые выпускные коллекторы;
- отсутствует суфлер, а суфлирование блок-картера осуществляется через масляный бак машины, сообщаемый с помощью трубопровода с полостью блок-картера;
- осуществлен отбор мощности (до 2 кВт) от муфты привода генератора;
- отсутствует воздухоудовка охлаждения генератора (она устанавливается в машине, а не на двигателе).

Для двигателя Д-20А допускалась работа дизеля с малой нагрузкой (5...20 кВт) до 90% времени от общей наработки.

В официальных документах по согласованию установки дизеля Д-20А в БМД отмечалось, что использование этого двигателя имеет ряд преимуществ в сравнении с опытными и серийными автомобильными двигателями того периода (ЯАЗ-206А, ЯАЗ-206В, ЯМЗ-236, ЯМЗ-238, ЗИЛ-375, ЗИЛ-111, Урал-374, Урал-376, Урал-378, ГАЗ-13). Дизель Д-20А имел наименьшую высоту и длину, меньший удельный расход топлива, значительный гарантийный срок службы, возможность работы с повышенным противодавлением на выпуске, что позволяло создать для БМД силовую установку минимального объема и массы. Это было особенно важно для такой легкой плавающей авиатранспортабельной и авиадесантируемой машины, какой была БМД.

Дизель Д-20А успешно прошел все виды испытаний в машине и в 1968 г. БМД с этим двигателем была принята в серийное производство. Двигатель получил наименование 5Д-20-240.

Несколько позднее появилась еще одна модификация этого двигателя — дизель 5Д-20Б-240, отличающийся тем, что на него не устанавливался генератор. Этот двигатель использовался для привода агрегатов электрогидроустановки, размещенной на шасси высокой проходимости и предназначенной для предполетной проверки систем самолетов.

Заводом «Трансмаш» выпускалось еще одна модификация дизеля 5Д-20 — двигатель 5Д-20-300, отрегулированный на мощность 220 кВт (300 л.с.), который устанавливался на специальную инженерную машину, на передвижную паромно-мостовую переправу и на

корпусное колесное шасси высокой проходимости. Двигатель выпускался с гарантийной наработкой 600 ч.

В 1965—1966 гг. был создан дизель 3Д-20 для установки на прогулочный катер на подводных крыльях «Невка» и пограничный картер «Аист» с водометным двигателем.

Были изготовлены шесть образцов дизеля для стендовой отработки движительной колонки катера «Невка». Двигатель 3Д-20 испытывался на долговечность на теплоходе «Кастрополь» Ялтинского морского порта. Испытывались двигатели и в ходовых условиях на катерах «Невка» и «Аист».

Массовая эксплуатация дизеля 3Д-20 на пограничных катерах «Аист» началась в 1968 г. До 1970 г. для этих катеров завод выпускал установочную партию двигателей с гарантийной наработкой 500 ч. По техническому заданию наработка должна была составлять: до первой переборки 1000 ч, а до капитального ремонта — 3000 ч. Однако первое время двигатели не отработывали такой срок из-за поломок (трещин) в перегородках блок-картера. В августе 1969 г. дизель 3Д-20 с внесенными изменениями выдержал 1000-ч испытания, после чего началось его серийное производство. В марте 1970 г. были успешно закончены испытания на 3000 ч, в ходе которых двигатель наработал 3100 ч.

В 1971 г. завод получил задание на дальнейшее повышение наработки до первой переборки до 2000 ч. Почти четыре года потребовалось заводу, чтобы выполнить это требование. Многие элементы дизеля были усовершенствованы. Наконец, в 1975 г. дизель 3Д-20 успешно прошел межведомственные испытания и стал выпускаться с гарантийной наработкой 2000 ч. В процессе последующего совершенствования двигателя (1978—1983 гг.) наработка до первой переборки была доведена до 3000 ч.

В 1973 г. на серийное производство завода была поставлена еще одна судовая модификация дизеля 3Д-20 — двигатель для работы с реверсивно-редукторной передачей (левого и правого вращения выходного вала).

Техническая характеристика дизеля 3Д-20

Номинальная мощность при частоте вращения 2200 мин^{-1} , кВт (л.с.) 173 (235)

Максимальная мощность (в течение 1 ч непрерывной работы) при частоте вращения 2270 мин^{-1} , кВт (л.с.) 190 (260)

Удельный расход топлива, г/(кВт·ч)	
[г/(л.с.·ч)]	231 (170)
Масса (с насосом забортной воды и валом отбора мощности), кг	770
Габаритные размеры, мм:	
длина (с насосом забортной воды)	1122
высота	767
ширина	1150
Система охлаждения	Принудительная 2-контурная (один контур — замкнутый, другой — проточный)
Система смазки	Комбинированная (с «сухим» картером)

Дизель-генераторы «ДГ». В 1970 г. на заводе «Трансмаш» была создана первая дизель-генераторная установка с двигателем типа УТД-20.

После отработки дизеля и доведения его наработки до первой переборки до 3000 ч наработки до капитального ремонта 6000 ч, а также после проведения доводочных испытаний дизель-генераторов (1971—1978 гг.) в 1980 г. была утверждена для серийного производства техническая документация на дизель-генератор с двигателем, который получил наименование 1Д20.

Основными отличиями дизеля 1Д20 были следующие:

- установлен вентилятор системы охлаждения радиаторов;
- маховик закрыт кожухом;
- применен конический редуктор, закрепленный со стороны передачи для привода датчика тахометра и датчика скорости автоматизированной системы управления дизель-генератором;
- топливный насос оборудован регулятором, с устройством регулирования наклона регуляторной характеристики для сохранения частоты вращения коленчатого вала близкой к номинальной при изменениях нагрузки. Такое устройство позволяло изменять наклон характеристики регулятора без остановки дизеля, что обеспечивало возможность вводить дизель-генератор в параллельную работу с другими дизель-генераторными установками и промышленной электросетью;
- применен «жесткий» привод топливного насоса (без муфты автоматического регулирования угла опережения впрыска топлива);
- отсутствует генератор.

Техническая характеристика дизеля 1Д20

Номинальная мощность при разрежении на впуске и противодавлении на выпуске, температуре окружающего воздуха 45°C, высоте над уровнем моря до 1000 м, при частоте вращения коленчатого вала

1500 мин⁻¹, кВт (л.с.) 110 (150)

Максимальная мощность при тех же

условиях, кВт (л.с.) 153 (208)

Удельный расход топлива, г/(кВт·ч)

[г/л.с.·ч] 238 (175)

Система охлаждения Высокотемпературная, закрытая, с паровоздушным клапаном

Система смазки Комбинированная, с «сухим» картером

Масса «сухого» дизеля, кг 752,5

Габаритные размеры, мм:

длина 744

ширина 1150

высота 767

Дизель УТД-29. Развивая и совершенствуя двигатели семейства УТД, в 1979—1980 гг. коллектив ОКБ «Трансмаш» создал 10-цилиндровый двигатель УТД-29 (рис.7) мощностью 368 кВт (500 л.с.), который стал первым двигателем нового поколения в семействе УТД и был применен в новой боевой машине пехоты БМП-3.

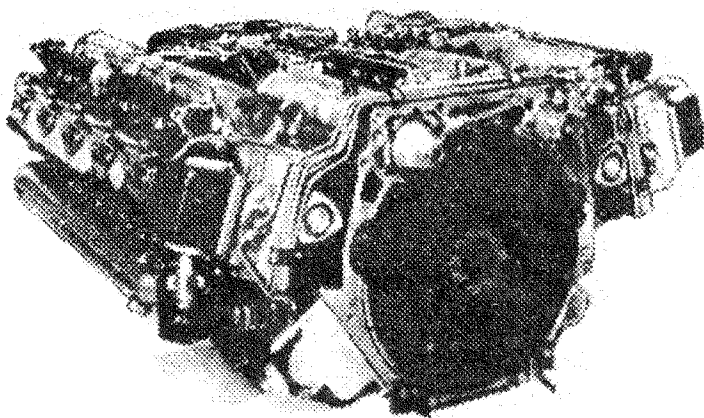


Рис.7. Дизель УТД-29

Техническая характеристика дизеля УТД-29

Мощность, кВт (л.с.)	368 (500)
Частота вращения, мин ⁻¹	2600
Число цилиндров, шт.	10
Расположение цилиндров	V-образное
Угол развала цилиндров, ... °	144
Наличие наддува	Без наддува
Размерность	15/15
Литраж, л	26,5
Удельный расход топлива, г/(кВт·ч)	
[г/(л.с.·ч)]	222 (163)
Степень сжатия	15,8
Масса, кг	850
Литровая мощность, кВт/л (л.с./л)	13,9 (18,9)
Габаритная мощность, кВт/м ³ (л.с./м ³)	503 (684)

На базе дизеля УТД-29 разработаны конструкции дизеля 3Д29 мощностью 324 кВт (440 л.с.) при частоте вращения 2270 мин⁻¹ для морских катеров «Алмаз» и дизель 5Д29 мощностью 294 кВт (400 л.с.) при частоте вращения 2400 мин⁻¹ для самоходных транспортеров. Был также создан дизель 3Д32 с газотурбинным наддувом мощностью 452 кВт (615 л.с.) при частоте вращения 2270 мин⁻¹.

Число модификаций дизелей типа УТД разрасталось. Были, например, созданы и такие дизели, как УТД-33 и УТД-38.

Из вышеизложенного видно, что на базе танкового двигателя типа УТД-20 ОКБ «Трансмаш» удалось создать семейство дизелей многоцелевого назначения с высокой степенью унификации, с техническими характеристиками, обеспечивающими достаточно эффективное использование этих двигателей как на военных, так и в народно-хозяйственных машинах самого различного назначения.

В ходе многолетнего серийного производства дизелей типа УТД-20 на заводе «Трансмаш», Токмакском заводе (Украина), а также и за рубежом (например, в Китае, Польше и др.) конструкторами ОКБ под руководством Б.Г.Егорова, О.А.Назарова, Ю.С.Червякова велась постоянная работа по дальнейшему совершенствованию характеристик и повышению эксплуатационной надежности двигателя. В результате надежность дизеля в ходе его производства значительно возросла.

По оценке НИИД средняя наработка танковых дизелей УТД-20, работающих в наиболее тяжелых условиях, уже в 1982 г. составила 1350 ч.

Двигатели БМД (быстроходные многоцелевые дизели). В конце 80-х годов и особенно в начале 90-х, когда достаточно остро встал вопрос о конверсии оборонной промышленности, на заводе «Трансмаш» приступили к созданию нового семейства дизелей многоцелевого назначения. Разработчики (главный конструктор Ю.С.Червяков) поставили задачу создать многоцелевой народнохозяйственный двигатель, который при необходимости мог бы «конвертироваться» в двигатель для нужд обороны страны (например, в танковый).

Дизели семейства БМД представляют широкий мощностной ряд от 74 кВт (100 л.с.) до 956 кВт (1300 л.с.), а при возможном форсировании и до 1100 кВт (1500 л.с.) ... 1324 кВт (1800 л.с.) с соответствующим снижением нагрузок.

Размерность дизелей семейства была выбрана равной 15/18, как и у двигателей В-2. Двигатели разработаны в 3- и 4-цилиндровом исполнении рядными, а в 8- и 12-цилиндровом исполнении — V-образными с углом развала 90°. По замыслу их создателей, семейство новых дизелей БМД должно обеспечить:

- более высокие технические характеристики;
- расширение номенклатуры двигателей, выпускаемых заводом, и сферы их применения в народном хозяйстве;
- исключение спада на производство в случае последующей конверсии;
- сокращение применения высоколегированных материалов и дорогостоящих легких сплавов;
- снижение трудоемкости изготовления;
- повышение надежности и работки;
- удовлетворение возросших экологических требований;
- простоту обслуживания и ремонта;
- минимально возможные затраты на горюче-смазочные материалы.

Дизели БМД значительно отличались по конструкции от двигателей УТД. Головки цилиндров дизелей БМД были выполнены 4-клапанными, индивидуально отлитыми из высокопрочного алюминиевого сплава. Надежность газоподводящего стыка обеспечивается равномерным круговым расположением шести крепежных болтов. Привод клапанов осуществлен коромыслами от распределительных валов, расположенных в крышке головок. Гильзы цилиндров выполнены 3-опорными. Гильза охлаждается путем подвода охлаждающей жидкости в верхнюю часть полости.

Поршень составной, сварной, из высококремнистого сплава, с масляным охлаждением. Юбка поршня удлинена. Поршневой палец увеличенного диаметра, плавающего типа. Для поршня применены четыре кольца: два компрессионных и два маслосъемных, установленных в одной канавке и подпружиненных экспандером. Шатуны кованные с дробеструйной обработкой их стержней. Диаметры коренных и шатунных шеек коленчатого вала увеличены. Шатунные шейки 3-, 4- и 8-цилиндровых двигателей развернуты на 180°, а в 12-цилиндровых — на 120° относительно друг друга для снижения степени неуравновешенности и уровня крутильных колебаний. На 4- и 8-цилиндровых дизелях установлены четыре противовеса для уравнивания сил инерции второго порядка.

В топливной системе применен топливный насос высокого давления с подвесными плунжерными парами и регулятором, автоматической муфтой изменения угла опережения впрыскивания топлива. Применены бесштанговые форсунки. На двигателях БМД применен газотурбинный наддув турбокомпрессорами (ТК) с промежуточным охлаждением наддувочного воздуха (ОНВ) в воздушных холодильниках. Пуск двигателя осуществляется сжатым воздухом и электростартером. На двигателях устанавливается генератор переменного тока мощностью 3 кВт с самовентиляцией. На базе дизелей БМД разрабатывается ряд дизель-генераторных установок мощностью 50, 100, 200, 315, 500 и 600 кВт.

Основные параметры базовых дизелей семейства БМД

Параметры	БМД-3	БМД-4	БМД-8	БМД-12
Мощность, кВт (л.с.)	147–191 (200–260)	195–250 (265–340)	390–500 (530–680)	589–750 (800–1020)
Частота вращения, мин	1500	1500	1500	1500
Число цилиндров, шт.	3	4	8	12
Расположение цилиндров	Рядн.	Рядн.	V-образное	V-образное
Угол развала цилиндров, градус	—	—	90	90
Наддув	ТКР+ ОНВ	ТКР+ ОНВ	2ТКР+ 2ОНВ	2ТКР+ 2ОНВ

Параметры	БМД-3	БМД-4	БМД-8	БМД-12
Размерность	15/18	15/18	15/18	15/18
Литраж, л	9,54	12,72	25,44	38,16
Удельный расход топлива, $\frac{\text{г/(\text{кВт} \cdot \text{ч})}}{[\text{г/(\text{л.с.} \cdot \text{ч})}]}$	$\frac{197-204}{(145-150)}$	$\frac{197-204}{(145-150)}$	$\frac{197-204}{(145-150)}$	$\frac{197-204}{(145-150)}$
Степень сжатия	13—13,5	13—13,5	13—13,5	13—13,5
Давление наддува, МПа	0,21—0,3	0,21—0,3	0,21—0,3	0,21—0,3
Масса, кг	900	1100	1400	1750
Литровая мощность $\frac{\text{кВт/л}}{(\text{л.с./л})}$	$\frac{15,4-20,0}{(20,9-27,2)}$	$\frac{15,3-19,6}{(20,8-26,6)}$	$\frac{15,3-19,6}{(20,8-26,6)}$	$\frac{15,4-19,6}{(20,9-26,6)}$
Габаритная мощность $\frac{\text{кВт/м}^3}{(\text{л.с./м}^3)}$	$\frac{270-355}{(367-483)}$	$\frac{280-360}{(381-490)}$	$\frac{300-385}{(408-524)}$	$\frac{345-440}{(470-598)}$
Габариты, мм:				
длина	795	1030	1090	1430
ширина	668	668	1288	1288
высота	1017	1017	923	923

Харьковский завод транспортного машиностроения им. Малышева

В 1955 г. было принято правительственное решение о создании на Харьковском заводе транспортного машиностроения конструкторского бюро по специальному дизелестроению и о создании нового танкового двигателя. Главным конструктором КБ был назначен профессор А.Д. Чаромский.

Выбор конструктивной схемы будущего дизеля определился, главным образом, опытом работы над 2-тактными дизелями ОНД ЦИАМ и двигателем У-305, а также стремлением наиболее полно удовлетворить требования конструкторов нового танка Т-64, разрабатываемого на

этом заводе под руководством главного конструктора А.А.Морозова: обеспечить минимальные размеры дизеля, особенно по высоте, в сочетании с возможностью размещения его в танке в поперечном положении между бортовыми планетарными коробками передач. Была выбрана схема 2-тактного дизеля с горизонтальным расположением пяти цилиндров с противоположно движущимися в них поршнями. Решено было выполнить дизель с наддувом и утилизацией энергии выхлопных газов в турбине.

Чем же обосновывался выбор дизеля, работающего по 2-тактному циклу?

Ранее, в 20-х—30-х годах создание 2-тактного дизеля для авиации и наземных транспортных средств сдерживалось из-за многих нерешенных проблем, которые не могли быть преодолены при накопленном к тому времени уровне знаний, опыта и возможностей отечественной промышленности.

Изучение и исследование 2-тактных дизелей некоторых зарубежных фирм приводило к выводам о значительных трудностях освоения их в производстве. Так, например, изучение в Центральном институте авиационного моторостроения (ЦИАМ) в 30-х годах 2-тактного дизеля ЮМО-4 конструкции Гуго Юнкерса показало значительные проблемы, связанные с освоением производства подобных двигателей отечественной промышленностью того периода. Было известно также, что неудачи с освоением производства двигателя Юнкерса претерпели Англия и Япония, закупившие лицензию на этот дизель. В то же время и в 30-х, и в 40-х годах в нашей стране уже велись научно-исследовательские работы по 2-тактным дизелям и изготовлялись экспериментальные образцы таких двигателей. Ведущая роль в этих работах принадлежала специалистам ЦИАМ и, в частности, его Отделу нефтяных двигателей (ОНД). В ЦИАМ были спроектированы и изготовлены образцы 2-тактных дизелей различной размерности: ОН-2 (12/16,3), ОН-16 (11/14), ОН-17 (18/20), ОН-4 (8/9) и ряд других оригинальных двигателей.

Среди них был двигатель ФЭД-8, спроектированный под руководством видных ученых-двигателистов Б.С.Стечкина, Н.Р.Брилинга, А.А.Бессонова. Он представлял собой 2-тактный 16-цилиндровый Х-образный авиационный дизель с клапанно-поршневым газораспределением, с размерностью 18/23, развивающий мощность 1470 кВт (2000 л.с.). Одним из представителей 2-тактных дизелей с наддувом стал изготовленный в ЦИАМ под

руководством Б.С.Стечкина звездообразный 6-цилиндровый турбопоршневой дизель мощностью 147...220 кВт (200...300 л.с.). Мощность газовой турбины передавалась на коленчатый вал через соответствующий редуктор.

Принятое при создании двигателя ФЭД-8 решение по самой идее и конструктивной схеме представляло тогда значительный шаг вперед. Однако рабочий процесс и особенно процесс газообмена при высокой степени наддува и петлевой продувке не были предварительно отработаны. Поэтому дизель ФЭД-8 не получил дальнейшего развития и в 1937 г. работы над ним были прекращены.

Уже в послевоенные годы (1948—1950 гг.) в Отделе нефтяных двигателей ЦИАМ под руководством А.Д.Чаромского был разработан проект 2-тактного дизеля с противоположно движущимися поршнями М-305. Этот дизель развивал мощность 7350 кВт (10000 л.с.) при малой удельной массе (0,5 кг/л.с.) и низком удельном расходе топлива — 190 г/кВт·ч (140 г/л.с.·ч). Было принято Х-образное расположение 28 цилиндров (четыре 7-цилиндровых блока). Размерность двигателя была выбрана равной 12/12. Высокий наддув осуществлялся турбокомпрессором, механически связанным с валом дизеля. Для проверки основных характеристик, заложенных в проекте М-305, отработки рабочего процесса и конструкции деталей был построен экспериментальный образец двигателя, имевший индекс У-305. В проектировании, доводке и испытаниях этого дизеля принимали активное участие Г.В.Орлова, Н.И.Рудаков, Л.В.Устинова, Н.С.Золотарев, С.М.Шифрин, Н.С.Соболев, а также технологи и рабочие опытного завода ЦИАМ и мастерской ОНД.

Проект полноразмерного авиадизеля М-305 не был реализован, так как работы ЦИАМ, как и всей авиационной промышленности страны, в то время уже были ориентированы на освоение турбореактивных и турбовинтовых двигателей и потребность в 10000-сильном дизеле для авиации отпала.

Дизель 5ТД. Полученные на дизеле У-305 высокие показатели: литровая мощность двигателя 99 кВт/л (135 л.с./л), литровая мощность с одного цилиндра почти 220 кВт (300 л.с.) при давлении наддува 0,35 МПа; высокая частота вращения (3500 мин^{-1}) и данные ряда успешных длительных испытаний двигателя — подтверждали возможность создания эффективного малогабаритного 2-тактного дизеля транспортного назначения с аналогичными показателями и элементами конструкции.

В 1952 г. лаборатория №7 (бывший Отдел нефтяных двигателей) ЦИАМ правительственным решением была преобразована в Научно-исследовательскую лабораторию двигателей (НИЛД) с подчинением ее Министерству транспортного машиностроения. Инициативная группа сотрудников — высококвалифицированных специалистов по дизелям (Г.В.Орлова, Н.И.Рудаков, С.М.Шифрин и др.) во главе с профессором А.Д.Чаромским уже в составе НИЛД (впоследствии — НИИД) продолжала работы по доводке и исследованию 2-тактного двигателя У-305.

В 1954 г. А.Д.Чаромским было внесено предложение в правительство о создании 2-тактного танкового дизеля.

После принятия правительственного решения о создании такого дизеля и назначения А.Д.Чаромского главным конструктором вновь созданного КБ по дизелям Харьковского завода транспортного машиностроения началась разработка двигателя. Работы начались с изготовления одноцилиндровой установки (ОЦУ), аналогичной двигателю У-305. На ОЦУ велась отработка элементов и процессов будущего полноразмерного танкового дизеля.

Основными участниками этих работ были А.Д.Чаромский, Г.А.Волков, Л.Л.Голинец, Б.М.Кугель, М.А.Мексин, И.Л.Ровенский и др.

В 1955 г. к проектным работам на заводе по дизелю подключились сотрудники НИЛД: Г.В.Орлова, Н.И.Рудаков, В.Г.Лавров, И.С.Эльперин, И.К.Лаговский и др. Специалисты НИЛД Л.М.Белинский, Л.И.Пугачев, Л.С.Ронинсон, С.М.Шифрин проводили на Харьковском заводе транспортного машиностроения экспериментальные работы сначала на ОЦУ, а затем и на образце дизеля, который получил наименование 5ТД.

Размерность этого дизеля была выбрана равной 12/12, т.е. такой же, как на двигателе У-305 и ОЦУ. Для улучшения приемистости дизеля турбину и компрессор было решено механически связать с коленчатым валом.

Дизель 5ТД имел следующие особенности:

- высокая мощность — 426 кВт (580 л.с.) при сравнительно малых габаритных размерах;
- повышенная частота вращения — 3000 мин⁻¹;
- эффективный наддув и утилизация энергии отработавших газов;
- малая высота (менее 700 мм);
- уменьшенная на 30—35% теплоотдача по сравнению с существующими 4-тактными (без наддува) дизелями, а следовательно, и меньший объем, необходимый для системы охлаждения силовой установки;

- удовлетворительная топливная экономичность и возможность работы двигателя не только на дизельном топливе, но и на керосине, бензине и на различных их смесях;
- отбор мощности с обоих концов дизеля и сравнительно малая его длина, обеспечивающая возможность компоновки моторно-трансмиссионного отделения танка с поперечным расположением дизеля между двумя бортовыми планетарными коробками передач в значительно меньшем занимаемом объеме, чем при продольном расположении двигателя и центральной коробке передач;
- удачное размещение таких агрегатов, как воздушный компрессор высокого давления со своими системами, стартер-генератор и др.

Высокие показатели двигателя 5ТД (среднее эффективное давление, литровая мощность, теплоотдача, частота вращения и др.) потребовали использования в его конструкции ряда новых принципиальных решений и специальных материалов. Поршень для этого дизеля, например, изготавливался с использованием жаровой накладки и проставки.

В качестве первого поршневого кольца было применено неразрезное жаровое кольцо манжетного типа. Цилиндры выполнялись стальными, хромированными.

Возможность работы дизеля с высоким давлением вспышки обеспечивалась силовой схемой двигателя с несущими стальными болтами, литым алюминиевым блоком, разгруженным от действия газовых сил, а также отсутствием газового стыка. Улучшению процесса продувки и наполнения цилиндров (а это проблема для всех 2-тактных дизелей) способствовала в определенной мере газодинамическая схема с использованием кинетической энергии выхлопных газов и эжекционного эффекта.

Струйно-вихревая система смесеобразования, при которой характер и направление топливных струй согласованы с направлением движения воздуха, обеспечивала эффективную турбулизацию топливно-воздушной смеси, что способствовало улучшению процесса тепло- и массообмена.

Специально подобранная форма камеры сгорания также позволяла улучшить процесс смесеобразования и сгорания. Крышки коренных подшипников стягивались с блок-картером стальными силовыми болтами, воспринимающими нагрузку от газовых сил, действующих на поршень.

К одному торцу блок-картера прикреплялась плита с турбиной и водяным насосом, а к противоположному торцу крепилась плита главной передачи и крышки с приводами к нагнетателю, регулятору, датчику тахометра, компрессору высокого давления и воздухораспределителю.

Летом 1959 г. дизель 5ТД был подвергнут междудомственным испытаниям и показал заявленную мощность — 426 кВт (590 л.с.).

Создание такого оригинального для Харьковского завода транспортного машиностроения двигателя потребовало изготовления значительной технологической оснастки, большого числа опытных образцов дизеля и проведения длительных многократных испытаний. Нужно учитывать при этом, что и конструкторский отдел завода — впоследствии Харьковское конструкторское бюро по двигателям (ХКБД), и моторное производство создавались после войны практически заново.

Одновременно с проектированием дизеля для отработки элементов его конструкции и рабочего процесса на заводе был создан большой комплекс экспериментальных стендов и различных установок (24 единицы). Это в значительной степени помогло проверить и отработать конструкцию таких узлов, как нагнетатель, турбина, топливный насос, выпускной коллектор, центрифуга, водяной и масляный насосы, блок-картер, шатун и др. К моменту сборки первого образца дизеля эти элементы были уже предварительно проверены на стендах, однако их отработка продолжилась и далее.

С самого начала работ по созданию дизеля 5ТД к исследованиям, доводке и отладке двигателя и его систем были подключены сотрудники научно-исследовательских институтов оборонной промышленности — НИИД и ВНИИтрансмаш.

Специалисты НИИД А.И.Толстов, Л.И.Пугачев, Л.М.Белинский, В.Г.Лавров, Л.С.Ронинсон, Н.И.Рудаков, Д.И.Мухин, Ю.Г.Иссинский, Г.И.Перельдик, Д.И.Бельский, Г.Д.Поляков, М.В.Савченко, И.В.Астахов, Б.Я.Гинцбург и специалисты ВНИИтрансмаш — В.С.Старовойтов, Г.И.Рыжков, В.А.Иванов, Б.М.Гинзбург, А.П.Покровский, В.С.Дубов, В.Т.Никитин, Е.В.Калинина-Иванова и другие сыграли значительную роль в решении многих проблем, возникавших в процессе отработки, исследования и доводки дизеля 5ТД и его систем. Все лучшие инженерные силы завода и институтов отрасли принимали участие в этой работе.

Техническая характеристика дизеля 5ТД

Тип	2-тактный дизель с приводным компрессором и турбиной
Мощность, кВт (л.с.)	426 (580)
Частота вращения, мин ⁻¹	3000
Число и расположение цилиндров	5, горизонтальное, с противоположно движущимися поршнями
Размерность	12/12
Литраж, л	13,5
Удельный расход топлива, г/(кВт·ч) [г/(л.с.·ч)]	231 (170)
Габаритная мощность, кВт/м ³ (л.с./м ³)	559 (760)
Литровая мощность, кВт/л (л.с./л)	31,6 (43)

Дизель 5ТДФ. В 1959 г. по требованию главного конструктора нового танка (А.А.Морозова), для которого целевым назначением разрабатывался этот дизель, было признано необходимым увеличить его мощность с 426 кВт (580 л.с.) до 515 кВт (700 л.с.). Форсированный вариант двигателя получил наименование 5ТДФ (рис.8).

За счет увеличения частоты вращения компрессора наддува была повышена литровая мощность двигателя. Однако в результате форсирования дизеля появились новые проблемы, прежде всего по надежности узлов, агрегатов.

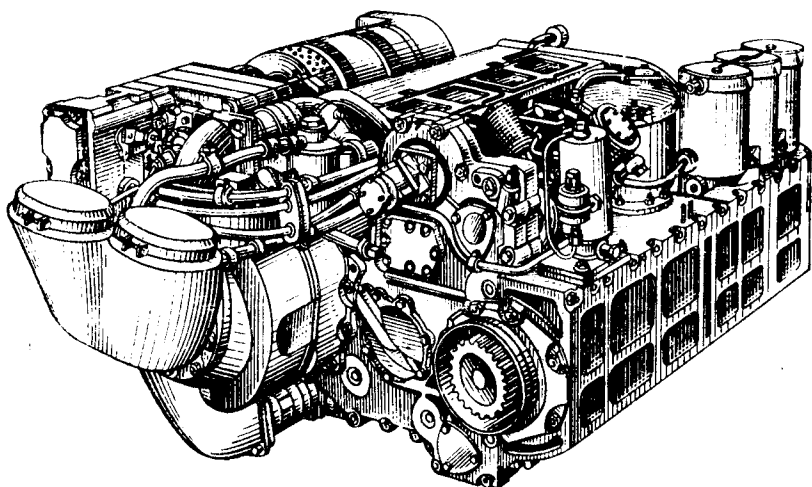


Рис.8. Дизель 5ТДФ

Конструкторы ХКБД, НИИД, ВНИИтрансмаш, технологи завода и институтов ВНИТИ и ЦНИТИ (с 1965 г.) провели огромный объем расчетных, исследовательских, конструкторских и технологических работ по достижению требуемой надежности и наработки дизеля 5ТДФ.

Наиболее трудными оказались проблемы повышения надежности работы поршневой группы, топливной аппаратуры, турбокомпрессора. Каждое, даже незначительное улучшение давалось только в результате проведения целого комплекса конструкторских, технологических, организационных (производственных) мероприятий.

Первые партии двигателей 5ТДФ характеризовались большой нестабильностью качества изготовления деталей и узлов. Определенная часть дизелей из выпускаемой серии (партий) набавывала установленную гарантийную наработку (300 ч). Вместе с тем, значительная часть двигателей снималась со стендов до гарантийной наработки из-за тех или иных дефектов.

Специфика быстроходного 2-тактного дизеля заключалась в более сложной системе газообмена, чем в 4-тактном, повышенном расходе воздуха, более высокой тепловой нагрузке поршневой группы. Поэтому требовались повышенная жесткость и вибростойкость конструкции, более строгое соблюдение геометрической формы ряда деталей, высокие антизадирыные свойства и износостойкость цилиндров, жаростойкость и механическая прочность поршней, тщательный дозированный подвод и отвод смазки цилиндров и повышенное качество трущихся поверхностей. Для учета этих специфических особенностей 2-тактных двигателей и надо было решить сложные конструкторские и технологические проблемы.

Одной из наиболее ответственных деталей, обеспечивающих четкое газораспределение и защиту уплотнительных поршневых колец от перегрева, было неразрезное стальное тонкостенное жаровое кольцо манжетного типа со специальным антифрикционным покрытием. В доводке дизеля 5ТДФ проблема работоспособности этого кольца стала одной из основных. В процессе доводки длительное время происходили задиры и поломки жаровых колец из-за деформации их опорной плоскости, неоптимальной конфигурации как самого кольца, так и корпуса поршня, неудовлетворительного хромирования колец, недостаточной смазки, неравномерной подачи топлива форсунками, скалывания окалины и отложений солей, образующихся на накладке поршня, а также из-за пылевого износа, связанного с недостаточной степенью очистки всасываемого двигателем воздуха.

Только в результате длительной и напряженной работы многих специалистов завода и научно-исследовательских и технологических институтов, по мере улучшения конфигурации поршня и жарового кольца, совершенствования технологии изготовления, регулировки элементов топливной аппаратуры, улучшения смазки, применения более эффективных антифрикционных покрытий, а также доработки системы воздухоочистки были практически устранены дефекты, связанные с работой жарового кольца.

Поломки трапециевидных поршневых колец, например, были устранены путем уменьшения осевого зазора между кольцом и канавкой поршня, улучшения материала, изменения конфигурации поперечного сечения кольца (перешли с трапециевидного на прямоугольное) и уточнения технологии изготовления колец. Поломки болтов, крепящих накладку поршней, были устранены изменением резьбы и контровки, ужесточением контроля в производстве, ограничением усилия затяжки и применением улучшенного материала болтов.

Стабильность расхода масла была достигнута за счет повышения жесткости цилиндров, уменьшения размеров вырезов на концах цилиндров, ужесточения контроля при изготовлении маслосборных колец.

Путем доводки элементов топливной аппаратуры и совершенствования газообмена было получено некоторое улучшение топливной экономичности и снижение максимального давления вспышки.

За счет повышения качества применяемой резчины и упорядочения зазоров между цилиндрами и блоком были устранены случаи течи охлаждающей жидкости через резиновые уплотнительные кольца.

В связи с существенным увеличением передаточного числа от коленчатого вала к нагнетателю на некоторых дизелях 5ТДФ выявились такие дефекты, как пробуксовка и износы дисков фрикционной муфты, поломки колеса нагнетателя и выход из строя его подшипников, которые отсутствовали на дизеле 5ТД. Для их устранения пришлось провести такие мероприятия, как подбор оптимальной затяжки пакета дисков фрикционной муфты, увеличение числа дисков в пакете, устранение концентраторов напряжений в рабочем колесе нагнетателя, виброголовка колеса, повышение демпфирующих свойств опоры, подбор более качественных подшипников. Это позволило ликвидировать дефекты, явившиеся следствием форсирования дизеля по мощности.

Повышению надежности и наработки дизеля 5ТДФ в значительной степени способствовало применение более качественных масел со специальными присадками.

На стендах ВНИИтрансмаш с участием сотрудников ХКБД и НИИД был выполнен большой объем исследований работы дизеля 5ТДФ в условиях реальной запыленности всасываемого воздуха. Они в конечном итоге завершились успешными «пылевыми» испытаниями двигателя в течение 500 ч его работы. Этим была подтверждена высокая степень отработки цилиндропоршневой группы дизеля и системы воздухоочистки.

Параллельно с доводкой самого дизеля проводились его многократные испытания совместно с системами силовой установки. При этом шло совершенствование систем, решались вопросы их взаимоувязки и надежной работы в танке.

Активное творческое участие коллективов институтов отрасли в работе над двигателем в значительной степени помогло заводским специалистам решить многие сложные задачи доводки дизеля, связанные с надежностью топливной аппаратуры, поршневой группы, снижением расхода масла, улучшением работы систем пуска, охлаждения, воздухоочистки и др.

Главным конструктором ХКБД в решающий период доводки дизеля 5ТДФ был Л.Л.Голинец. Бывший главный конструктор А.Д.Чаромский, находясь на пенсии, продолжал принимать участие в доводке в качестве консультанта.

Освоение серийного производства дизеля 5ТДФ в новых, специально для этого построенных цехах завода, с новыми кадрами рабочих и ИТР, которые учились на этом двигателе, вызвало множество трудностей, потребовало значительного повышения технического уровня в оснащении производства, большого напряжения труда многих коллективов заводских служб и цехов, участия значительного числа специалистов других организаций.

До 1965 г. дизели 5ТДФ выпускались отдельными сериями (партиями). Каждая последующая серия включала ряд разработанных и проверенных на стендах мероприятий, устраняющих дефекты, выявившиеся в процессе испытаний и в ходе опытной эксплуатации в армии.

Однако фактическая наработка двигателей не превышала 100 ч.

Существенный перелом в повышении надежности дизеля произошел в начале 1965 г. К этому времени в конструкцию двигателя и в технологию его изготовления был внесен большой объем изменений. Внедренные в производство, эти изменения позволили повысить наработку очередной серии двигателей до 300 ч. Проведенные длительные пробеговые испытания танков с двигателями этой серии подтвердили значительно возросшую надежность дизелей: все двигатели при этих испытаниях отработали по 300 ч, а часть из них (выборочно), продолжив испытания, наработали и по 400...500 ч.

В 1965 г. была, наконец, выпущена установочная партия дизелей по откорректированной чертежно-технической документации и технологии для серийного производства. Всего в 1965 г. было изготовлено 200 серийных двигателей. Началось наращивание выпуска, достигшего максимума в 1980 г. В сентябре 1966 г. дизель 5ТДФ прошел межведомственные испытания.

Рассматривая историю создания дизеля 5ТДФ, следует отметить ход его технологической отработки как двигателя совершенно нового для производства завода. Практически одновременно с изготовлением опытных образцов двигателя и его конструкторской доводкой проводились технологическая отработка и строительство новых производственных мощностей завода и комплектование их оборудованием.

По уточненным чертежам первых образцов двигателей уже в 1960 г. была начата разработка проектной технологии изготовления 5ТДФ, а с 1961 г. приступили к изготовлению рабочей технологической документации. Конструктивные особенности 2-тактного дизеля, применение новых материалов, высокая точность его отдельных ведущих деталей и узлов требовали от технологов применения принципиально новых методов при обработке и даже при сборке двигателя. Проектирование технологических процессов и их оснащения осуществлялись как технологическими службами завода во главе с А.И.Исаевым, В.Д.Дьяченко, В.И.Дошечкиным и другими, так и сотрудниками технологических институтов отрасли. К решению многих металлургических и материаловедческих проблем были привлечены специалисты центрального научно-исследовательского института материалов (директор Ф.А.Куприянов).

Строительство новых цехов моторного производства Харьковского завода транспортного машиностроения

велось по проекту института «Союзмашпроект» (главный инженер проекта С.И.Шпынов).

В течение 1964—1967 гг. новое дизельное производство комплектовалось тем оборудованием (особенно специальными станками — более 100 единиц), без которого практически невозможно было организовать серийное изготовление деталей дизеля. Это были алмаз-норасточные и многошпиндельные станки для обработки блока, специальные токарные и финишные станки для изготовления коленчатых валов и др. До ввода новых цехов и участков частичное опробование и отладка технологии изготовления ряда основных деталей, а также изготовление установочных партий и первых серий двигателя были временно организованы на производственных площадях корпуса крупных тепловозных дизелей.

Ввод в эксплуатацию основных мощностей нового дизельного производства осуществлялся поочередно в период 1964—1967 гг. В новых производственных цехах был обеспечен полный цикл изготовления дизеля 5ТДФ, кроме заготовительного производства, размещавшегося на основной площадке завода.

При формировании новых производственных мощностей большое внимание было уделено повышению технического уровня и организации производства. Изготовление дизеля организовывалось по поточному и групповому принципу с учетом последних достижений того периода в этой области. Использовались наиболее прогрессивные средства механизации и автоматизации обработки деталей и сборки, что обеспечивало создание комплексно-механизированного производства дизеля 5ТДФ.

В процессе формирования производства была проведена большая совместная работа технологов и конструкторов по повышению технологичности конструкции дизеля, в ходе которой технологами было выдано в ХКБД около шести тысяч предложений, значительная часть которых нашла отражение в конструкторской документации двигателя.

По техническому уровню новое дизельное производство значительно превосходило достигнутые к тому времени показатели предприятий отрасли, выпускавших аналогичную продукцию. Коэффициент оснащенности процессов производства дизеля 5ТДФ достиг высокой величины — 6,22. Только за 3 года было разработано более 10 тысяч технологических процессов, спроектировано и изготовлено более 50 тысяч

наименований оснастки. К изготовлению оснастки и инструмента, в порядке оказания помощи заводу имени Малышева, был привлечен ряд предприятий Харьковского совнархоза.

В последующие годы (после 1965 г.) уже в ходе серийного производства дизеля 5ТДФ, силами технологических служб завода и Центрального научно-исследовательского технологического института (ЦНИТИ) проводились работы по дальнейшему совершенствованию технологии с целью снижения трудоемкости, повышения качества и надежности двигателя. Сотрудниками ЦНИТИ (директор Я.А.Шифрин, главный инженер Б.Н.Сурнин) в течение 1967—1970 гг. было разработано более 4500 технологических предложений, обеспечивающих снижение трудоемкости более чем на 530 нормочасов и значительное сокращение потерь от брака в ходе производства. Одновременно эти мероприятия позволили более чем в два раза сократить количество подгоночных операций и селективных соединений деталей.

Результатом внедрения комплекса доводочных конструкторских и технологических мероприятий явилась более надежная и качественная работа двигателя в эксплуатации с гарантийной наработкой 300 ч. Но работы технологов завода и ЦНИТИ совместно с конструкторами ХКБД продолжались. Необходимо было повысить наработку дизеля 5ТДФ в 1,5...2,0 раза. Эта задача была также решена. 2-тактный танковый дизель 5ТДФ был доработан и освоен в серийном производстве на Харьковском заводе транспортного машиностроения.

Весьма существенную роль в организации производства дизеля 5ТДФ сыграли директор завода О.А.Соич, а также ряд руководителей отрасли (Д.Ф.Устинов, Е.П.Шкурко, И.Ф.Дмитриев и другие), постоянно контролировавших ход доработки и освоения производства дизеля, а также принимавших непосредственное участие в решении технических и организационных проблем.

Дизель 6ТД. Одновременно с конструкторской и технологической доводкой дизеля 5ТДФ коллектив конструкторов ХКБД приступил к разработке следующей модели 2-тактного танкового дизеля уже в 6-цилиндровом исполнении с повышенной мощностью до 735 кВт (1000 л.с.). Этот двигатель, так же, как и 5ТДФ, представлял собою дизель с горизонтальным расположением

цилиндров, встречно движущимися поршнями и прямой продувкой цилиндров. Дизель получил наименование 6ТД (рис.9).

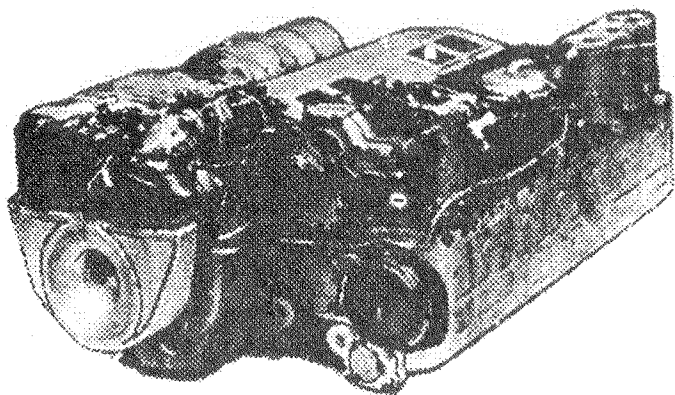


Рис.9. Дизель 6ТД

Турбонаддув был осуществлен от компрессора, механически (рессорой) связанного с газовой турбиной, преобразующей часть тепловой энергии отработавших газов в механическую работу для привода компрессора.

Поскольку мощность, развиваемая турбиной, была недостаточной для привода компрессора, он с помощью редуктора и механизма передач был соединен с обоими коленчатыми валами двигателя. Степень сжатия была принята равной 15.

Для получения требуемых фаз газораспределения, при которых обеспечивались бы необходимая очистка цилиндров от отработавших газов и наполнение сжатым воздухом, было предусмотрено (как и на двигателе 5ТДФ) угловое смещение коленчатых валов в сочетании с несимметричным расположением впускных и выпускных окон цилиндров по их длине. Крутящий момент, снимаемый с коленчатых валов, составлял для впускного вала — 30%, а для выпускного — 70% от крутящего момента двигателя. Крутящий момент, развиваемый на впускном валу, через шестеренчатую передачу передавался на выпускной вал. Суммарный крутящий момент мог сниматься

с обоих концов выпускного вала через муфты отбора мощности.

В октябре 1979 г. двигатель 6ТД после серьезной доработки цилиндропоршневой группы, топливной аппаратуры, системы воздухообеспечения и других элементов успешно прошел межведомственные испытания. С 1986 г. были изготовлены первые 55 двигателей в серийном исполнении. В последующие годы серийный выпуск двигателей увеличивался и достиг максимума к 1989 г.

Процент подетальной унификации 6ТД с дизелем 5ТДФ составил более 76%, а надежность работы была не ниже, чем у 5ТДФ, который серийно изготовлялся уже многие годы.

Работы ХКБД под руководством главного конструктора Н.К.Рязанцева по дальнейшему совершенствованию 2-тактного танкового двигателя 6ТД продолжались. Дорабатывались узлы, механизмы и системы, по которым выявлялись в эксплуатации отдельные дефекты. Совершенствовалась система наддува. Проводились многочисленные стендовые испытания двигателей с введенными конструктивными изменениями.

Разрабатывалась новая модификация дизеля — 6ТД-2. Мощность его составляла уже не 735 кВт (1000 л.с.), как у 6ТД, а 882 кВт (1200 л.с.). Подетальная унификация его с дизелем 6ТД была обеспечена более 90%, а с дизелем 5ТДФ — более 69%.

В отличие от двигателя 6ТД на двигателе 6ТД-2 был применен 2-ступенчатый осецентробежный компрессор системы наддува и изменены конструкции турбины, сильфона, масляного центробежного фильтра, патрубка и других узлов. Была также несколько снижена степень сжатия — с 15,0 до 14,5 и увеличено среднее эффективное давление с 0,98 МПа до 1,27 МПа. Удельный расход топлива двигателя 6ТД-2 составил 220 г/(кВт·ч) [162 г/(л.с.·ч)] вместо 215 г/(кВт·ч) [158 г/(л.с.·ч)] — для 6ТД. С точки зрения установки в танк дизель 6ТД-2 был полностью взаимозаменяем с двигателем 6ТД.

В 1985 г. дизель 6ТД-2 прошел межведомственные испытания и конструкторская документация была передана для подготовки и организации серийного производства.

В ХКБД с участием НИИД и других организаций продолжались научно-исследовательские и опытно-конструкторские работы по 2-тактному дизелю 6ТД с целью его форсирования по мощности до значений 1103 кВт (1500 л.с.), 1176 кВт (1600 л.с.), 1323 кВт (1800 л.с.) с проведением проверок на образцах, а также создания на

его базе семейства двигателя для ВГМ и народнохозяйственных машин. Для ВГМ легкой и промежуточной категорий по массе разрабатывались дизели 3ТД мощностью 184...235 кВт (250...320 л.с.), 4ТД мощностью 294...331 кВт (400...450 л.с.). Разрабатывался также вариант дизеля 5ДН мощностью 331...367 кВт (450...500 л.с.) для колесных машин. Для транспортеров-тягачей и инженерных машин разрабатывался проект дизеля 6ДН мощностью 441...515 кВт (600...700 л.с.).

Однако конструкторы ХКБД уделяли внимание и 4-тактным двигателям.

Дизель 12ЧН. В 70-х годах по инициативе и с участием НИИД силами ХКБД и опытного производства завода были разработаны, изготовлены и испытаны образцы 4-тактного дизеля 12ЧН размерностью 15/16. Двигатель был создан в исключительно короткие сроки. Только через несколько лет аналогичный дизель был разработан германской фирмой MTU. В этом двигателе были реализованы многие принципиальные конструкторские решения, подобные принятым в дизеле 12ЧН.

К сожалению, работы по двигателю 12ЧН по решению руководства страны (Д.Ф.Устинов и другие) были прекращены в связи с подключением ХКБД и завода к газотурбинной тематике. На заводе начало формироваться новое производство для изготовления узлов ГТД. Спустя четыре года завод (и вновь сформированное производство) был снова переориентирован с газотурбинной тематики на дизельную. Однако работы над двигателем 12ЧН возобновлены не были.

Основные характеристики дизеля 12ЧН

Тип	4-тактный дизель
Мощность, кВт (л.с.)	1100 (1500)
Частота вращения, мин ⁻¹	2350
Число цилиндров, шт.	12
Расположение цилиндров	V-образное
Угол развала цилиндров, ... °	60
Размерность	15/16
Литраж, л	33,9
Удельный расход топлива, г/(кВт·ч)	
[г/(л.с.·ч)]	224 (165)
Удельная мощность, кВт/л (л.с./л)	23,9 (32,5)
Объемная мощность, кВт/м ³ (л.с./м ³)	1059 (1440)

СОЗДАНИЕ ТАНКОВЫХ ГАЗОТУРБИННЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ

Из истории создания газовой турбины

Дизельные двигатели, обладая сравнительно высокой топливной экономичностью и рядом других достоинств, имеют принципиальные конструктивные особенности, связанные с преобразованием возвратно-поступательного движения поршня во вращательное движение коленчатого вала, а также с наличием сложных органов топливоподачи и газораспределения. Их работа связана с высокими ускорениями движущихся деталей и, следовательно, с большими нагрузками и инерционными силами, порождающими сильные вибрации работающего двигателя.

Еще на заре мировой инженерной мысли предпринимались попытки создать двигатель внутреннего сгорания, в котором лопастное колесо вращалось под действием непрерывного потока газа, поступающего с большой скоростью на лопасти (лопатки). Так, например, в 1791 г. англичанином Д.Барбером была подана заявка на получение привилегии (патента) на тепловой двигатель, работающий по принципу газовой турбины.

Теоретическое обоснование возможности создания газотурбинного двигателя было разработано более двухсот лет назад работавшим тогда в России ученым Леонардом Эйлером в его научном труде о струйной теории турбомашин.

Первый в мире газотурбинный двигатель был спроектирован в 1897 г., а затем и изготовлен (1899—1900 гг.) инженером-механиком Российского флота П.Д.Кузьминским.

В 1902 г. американский инженер Мосс изготовил газотурбинную установку, привод компрессора которой осуществлялся от паровой турбины.

Наряду с газовыми, строились и паровые турбины, начавшие конкурировать с паровыми поршневыми машинами, так как мощность турбины (при близких массе и габаритах) была значительно выше мощности поршневой паровой машины.

Однако общий уровень развития техники того периода и, прежде всего, отсутствие жаропрочных материалов с требуемыми характеристиками еще длительное время не позволяли создать работоспособную газотурбинную силовую установку.

Кроме того, тогда и не было острой потребности в таких дорогостоящих двигателях.

Но уже в XIX в, с началом широкого применения электрической энергии, бурно развивающаяся промышленность ощутила потребность в быстроходных приводных энергоагрегатах, так как громоздкие поршневые паровые машины уже не удовлетворяли предъявляемым требованиям.

Осуществление многочисленных проектов газотурбинных двигателей было сопряжено с большими трудностями по созданию жаростойких и жаропрочных материалов для лопаток турбин. Изготавливались турбины, в которых для снижения температуры лопаток соплового аппарата применялось водяное охлаждение, а нагревшаяся охлаждающая вода вдувалась затем в горючую смесь. Так была устроена, например, турбина инженера Кертиса.

В первых опытных газовых турбинах постоянного давления их мощности хватало лишь для привода собственного компрессора. Затем появились ГТД, работающие по принципу постоянного объема. В этих турбинах на сжатие воздуха в компрессоре требовалась уже значительно меньшая мощность.

Разрабатывались также ГТД с несколькими камерами сгорания, с впускными и выпускными клапанами. В связи с периодичностью процесса в турбине несколько снижался нагрев рабочих элементов. Все первые разрабатываемые ГТД предназначались исключительно для стационарных установок.

В 1909 г. российский инженер Герасимов предложил использовать газовую турбину как турбореактивный двигатель постоянного давления.

Начиная с 1923 г., с помощью газовой турбины начал осуществляться турбонаддув на судовых и тепловозных дизелях, что позволило значительно повысить мощность двигателя.

Однако в 20-е годы еще многие специалисты признавали лишь весьма ограниченные возможности перспективы развития газовой турбины как двигателя для автономной силовой установки. Многие вообще оценивали применение ГТД как бесперспективное направление в двигателестроении. Промышленность в то время

практически отказалась от газовой турбины в качестве автономного двигателя. Но в то же время ряд энтузиастов-инженеров и ученых продолжали работать над совершенствованием теории и конструированием ГТД. В 1925 г. профессором В.М.Маковским был издан его труд «Опыт исследования турбин внутреннего сгорания».

В середине 20-х годов в МВТУ им.Н.Э.Баумана — одном из первых высших учебных заведений нашей страны — была начата подготовка инженеров-турбинистов.

Академиками Н.Е.Жуковским и С.А.Чаплыгиным были выполнены работы, заложившие основы современной гидродинамической теории турбин.

В тот же период французский инженер Гийома предложил выполнять таким образом турбинную часть установки, чтобы турбокомпрессор и силовая турбина были расположены на отдельных валах. Это уже был первый 2-вальный газотурбинный двигатель.

Значительно активизировались работы по созданию ГТД в середине 30-х годов, когда авиационная техника потребовала принципиально новых силовых установок. Дело в том, что в авиации к середине 30-х годов начал отчетливо выявляться определенный предел мощности авиационного поршневого двигателя для привода винта, создающего тягу самолета. Самолеты бомбардировочной авиации с такими двигателями, например, практически достигли тех же скоростей полета, что и самолеты-истребители. Для значительного увеличения скорости полета и достижения скорости, превышающей скорость звука, надо было искать новые решения по замене винтовой тяги самолета и его поршневого двигателя.

Газовая турбина, несмотря на более низкую топливную экономичность по сравнению с поршневыми двигателями, оказалась пригодной для решения этой проблемы.

В Германии, Англии, Франции и США широко развернулись работы по установке ГТД на самолеты. Одними из первых авиационных ГТД были турбореактивные двигатели ЮМО-004 (фирмы «Юнкерс») и БМВ-003 (фирмы БМВ). Германский самолет «Хейнкель-178» в 1939 г. был уже оснащен турбореактивным двигателем.

Среди ученых и создателей первых ГТД в нашей стране наиболее известны имена В.М.Маковского, В.В.Уварова, А.А.Микулина, И.И.Кириллова, Б.С.Стечкина, Г.И.Зотикова и др. Газотурбинный двигатель совершил подлинную революцию, позволившую создать сверхскоростную и сверхвысотную авиацию в первой половине XX в.

Вскоре после окончания второй мировой войны появился и турбовинтовой авиационный двигатель. В турбореактивном двигателе часть энергии сжатых газов идет на привод компрессора, а остаток ее превращается в выходном сопле в силу тяги. В турбовинтовом — турбина отбирает большую часть энергии для привода компрессора и воздушного винта самолета, а оставшаяся часть энергии (значительно меньшая), как и в турбореактивном двигателе, используется для создания силы тяги, помогающей винту. После того как ГТД за короткий срок стал основным двигателем авиации, он стал распространяться и в других областях: газотурбинных электростанциях (передвижных и стационарных), локомотивах, судах и др. Автомобилистроители стали пытаться устанавливать ГТД на ряд машин. ГТД, как автономный двигатель, стал все больше интересовать конструкторов транспортных машин, в том числе и конструкторов ВГМ.

В нашей стране в конце 40-х годов, например, были выполнены научно-исследовательские работы по применению ГТД для наземных транспортных машин в Военной академии бронетанковых войск профессорами Ю.А.Степановым, А.Г.Козловым, М.А.Хайловым, Г.Ю.Степановым и др.

Создание силовых установок транспортных машин с ГТД

Все работы над ГТД для транспортных машин в нашей стране в период 50-х — 60-х годов можно условно разбить на два этапа:

1. Приспособление существующих авиационных (вертолетных) ГТД для работы в наземной транспортной машине, в том числе и в ВГМ.

2. Создание специальных ГТД, предназначенных для конкретных транспортных средств (колесных и гусеничных), с использованием опыта авиационного двигателестроения.

При установке в транспортную машину вертолетные ГТД подвергались изменениям по системе регулирования, элементам тяговой турбины, конструкции выходного редуктора и др. Проводились пробеговые испытания машин, позволяющие выявить целый ряд специфических особенностей, присущих транспортным ГТД по топливно-экономическим, тягово-динамическим, эксплуатационным характеристикам.

Эти работы позволили выявить основные концепции создания будущих двигателей для транспортных машин. Было показано, что существующие (даже лучшие) вертолет-

ные ГТД не удовлетворяют требованиям к двигателям транспортных машин, так как они имеют значительно более высокий удельный расход топлива (особенно на режимах частичных нагрузок), плохую приемистость и практически полное отсутствие тормозных качеств. Решить эти проблемы (полностью или частично) можно было за счет установки теплообменников, применения средств дополнительного регулирования, например регулируемого соплового аппарата (РСА) силовой турбины.

Результаты этих исследований учитывались в последующих научно-исследовательских и опытно-конструкторских работах.

Началась довольно широкая разработка экспериментальных транспортных силовых установок с ГТД для автомобилей, автобусов, колесных и гусеничных тягачей, тяжелых карьерных самосвалов, тракторов, локомотивов, судов на подводных крыльях и других машин.

В 60-х годах проводились исследования ГТД на таких опытных машинах, как автобус ЗИЛ-127, тягач БелАЗ, трактор НАТИ, бронетранспортер БТР-60П и др. Автобус ЗИЛ-127 был оснащен газотурбинным двигателем ТурбоНАМИ-053 мощностью 257 кВт (350 л.с.), представлявшим собой 2-вальный ГТД с одноступенчатым центробежным компрессором, обеспечивающим степень повышения давления воздуха 3,5 при частоте вращения 23000 мин⁻¹. Турбина компрессора была выполнена осевой одноступенчатой. Температура газов перед турбиной составляла 1123 К (950°C). Силовая турбина была также одноступенчатой с частотой вращения 15500 мин⁻¹. Двигатель имел довольно большие габариты и массу (550 кг). Слишком высоким был и удельный расход топлива — 680 г/(кВт·ч) [500 г/(л.с.·ч)]. Автобус ЗИЛ-127 с этим двигателем прошел пробеговые испытания в объеме около 5000 км. Была получена удовлетворительная тяговая характеристика, но сравнительно плохая приемистость. Время разгона составляло более 15 с.

В процессе совершенствования этого двигателя была разработана улучшенная конструкция ГТД ТурбоНАМИ-053А2 с меньшими массой (400 кг) и удельным расходом топлива — 544 г/кВт·ч [400 г/(л.с.·ч)]. Это было достигнуто за счет увеличения степени повышения давления воздуха в компрессоре до 4,0 и некоторого повышения КПД компрессора и турбины. Габаритная мощность увеличилась до 338 кВт/м³ (460 л.с./м³), а длина ГТД уменьшилась на 125 мм. Но этот автобусный ГТД еще во многом уступал тогда лучшим зарубежным

образцам, особенно по габаритной мощности и топливной экономичности.

На Горьковском автозаводе в КБ главного конструктора В.М.Костюкова разрабатывались автомобильные ГТД модели ГАЗ-99 мощностью от 103 кВт (140 л.с.) до 257 кВт (350 л.с.). Было изготовлено пять различных модификаций этого двигателя. Все они были изготовлены по 2-вальной схеме, с одноступенчатым центробежным компрессором, обеспечивающим степень повышения давления воздуха 3,25. Турбина компрессора была выполнена осевой. Силовая турбина также была выполнена осевой одноступенчатой. Температура газов перед турбиной составляла 1023 К. Габаритная мощность 140-сильного ГТД достигала 162 кВт/м³ (220 л.с./м³), удельный расход топлива (при вращающемся теплообменнике с коэффициентом регенерации 0,7) был равен 457 г/кВт·ч [336 г/(л.с.·ч)]. Все двигатели модели ГАЗ-99 имели один или два вращающихся дисковых теплообменника с металлической матрицей. Двигатель ГАЗ-99Д мощностью 257 кВт (350 л.с.) имел удельный расход топлива 272 г/кВт·ч (200 г/л.с.·ч). Для разработчиков БТТ этот ряд двигателей не представлял особого интереса, так как нуждался в серьезной доработке даже для автомобильного транспорта.

Один двигатель из этого ряда ГТД — ГАЗ-99В мощностью 184 кВт (250 л.с.) испытывался на колесном бронетранспортере БТР-60П. В разработке двигателей ГАЗ-99 наиболее активное участие принимали В.М.Костюков, В.И.Лукьянов, И.Н.Сухарев, Г.К.Байдаков, В.Б.Самарин, В.Т.Мухачев и др.

На Ярославском моторном заводе (ЯМЗ) конструкторским коллективом (главный конструктор завода Г.Д.Чернышов) был разработан газотурбинный двигатель ЯМЗ ГТД-1100. В сочетании с электротрансмиссией этот двигатель был установлен на тяжелый карьерный самосвал БелАЗ-549Г грузоподъемностью 78 т. Мощность этого ГТД составляла 809 кВт (1100 л.с.), удельный расход топлива — 442 г/кВт·ч [310 г/(л.с.·ч)], температура газа перед турбиной — 933 К, масса двигателя — 1000 кг. Компрессор имел частоту вращения 25500 мин⁻¹, а силовая турбина — 21000 мин⁻¹. Степень повышения давления воздуха в компрессоре составляла 7,65. Самосвал БелАЗ-549Г с ГТД-1100 в процессе пробеговых испытаний прошел около 1500 км.

В числе наиболее активных создателей этого ГТД были Г.Д.Чернышов, Ю.А.Баженов, К.А.Шпакунов и др.

Экспериментальными разработками ГТД для транспортных машин в период 50-х — 60-х годов в нашей стране занимались в НАТИ, где создавался ГТД мощностью 735 кВт (1000 л.с.) для тяжелого трактора. В числе его разработчиков были С.И.Цветков, Э.Е.Шварцман, Г.А.Аверин и др.

Работы по созданию опытных ГТД для ВГМ в нашей стране начались в 1948 г.

Газотурбинный двигатель ГТД-1. На Кировском заводе в Ленинграде по инициативе главного конструктора Ж.Я.Котина разрабатывался проект тяжелого танка с газотурбинной силовой установкой; а в специальном конструкторском бюро (СКБ) турбинного производства этого завода (главный конструктор А.Х.Старостенко) в 1948—1949 гг. разрабатывался проект ГТД для этого танка. Руководителем проекта ГТД был А.П.Котов, научным консультантом — И.И.Кириллов. Работы над проектом этого ГТД были прекращены в связи с неприемлемыми расчетными величинами расхода топлива. Особенно большие расходы получились при частичных нагрузках ГТД.

Первые образцы танкового газотурбинного двигателя ГТД-1 с расчетной мощностью 735 кВт (1000 л.с.) были разработаны и изготовлены также на Кировском заводе в 1955—1958 гг. в СКБ, где главным конструктором был Г.А.Оглоблин. Этот ГТД был выполнен по 2-вальной схеме, с 2-ступенчатым центробежным компрессором, обеспечивающим степень повышения давления воздуха 7,0 при частоте вращения 29300 мин⁻¹.

2-ступенчатая силовая турбина имела частоту вращения 18600 мин⁻¹. Температура газов перед турбиной была 1180 К. Габаритная мощность ГТД-1 составляла 375 кВт/м³ (510 л.с./м³), а удельная масса двигателя — около 1,0 кг/л.с. Удельный расход топлива в стендовых условиях достигал 455 г/кВт·ч [335 г/л.с.·ч].

Для предотвращения раскрутки свободной силовой турбины от ВГМ в конструкции двигателя была применена оригинальная обгонная муфта, разработанная специально для этого двигателя. Применение обгонной муфты позволило обеспечить запуск с буксира и высокую тормозную мощность двигателя (правда, в узком диапазоне частот вращения, выводного вала). Конструкция муфты оказалась настолько удачной, что она была использована в дальнейшем в двигателе ГТД-350Т, разработанном Ленинградским научно-производственным объединением (ЛНПО) им.В.Я.Климова*.

* Прежнее название — завод им.В.Я.Климова.

В ходе стендовых испытаний ГТД-1 значение расчетной мощности 735 кВт (1000 л.с.) не было достигнуто, а основные элементы конструкции оказались недостаточно надежны. Кроме того, на двигателе, в зоне, близкой к номинальному режиму работы, наблюдалось явление помпажа. Двигатель требовал серьезной переделки и доводки. Тем не менее, работа над ГТД-1 позволила выявить специфические особенности использования ГТД в танке, исследовать ходовые качества такого танка и определить условия его эксплуатации.

Наиболее активное участие в разработке ГТД-1 принимали: Б.С.Фрумкин (зам.главного конструктора), В.Я.Нежлукто, И.В.Баженов, Е.М.Вольпер, Н.Ф.Галицкий, А.И.Гительман, А.М.Жарковский, К.М.Ильин, Н.Н.Крылова, А.И.Озлов, А.И.Песчанский, Г.А.Смирнов, А.М.Хонин и др.

Дальнейшая отработка ГТД-1 была приостановлена в связи с прекращением в стране работ по созданию тяжелых танков.

Но попытки оснастить ВГМ газотурбинным двигателем продолжались. Первые образцы ГТД для танков разрабатывались без теплообменников. Они уступали дизелям по эффективному КПД, но превосходили их по габаритной мощности, тяговой характеристике, простоте конструкции, легкости пуска при низких температурах, расходу масла и др. Все это позволяло разработчикам надеяться на улучшение таких качеств танка, как боевая готовность, надежность, долговечность, легкость управления, приспособленность к техническому обслуживанию двигателя и его систем, возможность использования дешевых сортов топлива и др.

Разработка двигателей для танков на базе вертолетных ГТД

Газотурбинный двигатель ГТД-3Т. В 1960 г. коллектив конструкторов вертолетных ГТД под руководством главного конструктора В.А.Глушенкова (г.Омск) начал работы по созданию газотурбинного двигателя для танка на базе вертолетных двигателей ГТД-3 и ГТД-3Ф. В результате был разработан и изготовлен опытный образец под наименованием ГТД-3Т мощностью 515 кВт (700 л.с.) с удельным расходом топлива в стендовых условиях 435 г/кВт·ч [320 г/(л.с.·ч)]. Стендовые и пробеговые испытания этого двигателя, проведенные во ВНИИТрансмаш, позволили определить основные проблемные вопросы, связанные с созданием танковой газотурбинной силовой установки, а также возможный уровень топливно-экономических и динамических характеристик гусеничной машины с ГТД.

Решению задачи создания танковых силовых установок с ГТД во многом способствовало проведение в период 1958—1970 гг. в ряде организаций промышленности, в том числе в НИИД и ВНИИтрансмаш, большого объема работ по исследованию различных схем транспортных ГТД, их компоновочных решений, исследованию и разработке ряда узлов ГТД и его систем (воздухоочистки, охлаждения, тепломаскировки, подводного вождения и др.). Результаты этих работ использовались при последующих разработках ГТД для танка.

В 1965 г. в ОКБ В.А.Глушенкова (г.Омск) были созданы опытные двигатели для танков ГТД-3ТЛ и ГТД-3ТУ на той же базе вертолетного двигателя ГТД-3Ф, предназначенные для установки в экспериментальные образцы танков. Двигатель ГТД-3ТЛ был установлен на опытном тяжелом танке поперек его продольной оси.

Двигатель ГТД-3ТЛ развивал мощность 588 кВт (800 л.с.) и имел удельный расход топлива 388...408 г/кВт·ч (285...300 г/л.с.·ч). Танк с этим ГТД подвергался сравнительным пробеговым испытаниям с танком с дизелем. На испытаниях был выявлен ряд преимуществ танка с ГТД по динамическим и тяговым характеристикам машины. Танк с ГТД быстрее преодолевал подъемы и крутые повороты, разрывал большую скорость движения без опасения заглохания и перегрева двигателя в тяжелых дорожных условиях. Обеспечивались быстрый пуск холодного ГТД и готовность танка к движению практически без затрат времени на прогрев двигателя после пуска. В этих же условиях для танка с дизелем требовалось затрачивать до 45 мин на подготовку к пуску, пуск и прогрев до начала движения. В процессе испытаний было также выявлено резкое ограничение долговечности ГТД в условиях значительной запыленности воздуха. Износ деталей компрессора и увеличение зазоров в связи с износом уплотнений значительно снижали КПД компрессора, ухудшали топливную экономичность, существенно уменьшали наработку ГТД.

Для ГТД по сравнению с дизелем весьма серьезной проблемой стала очистка большого количества воздуха при ограниченном сопротивлении на всасывании без увеличения габаритных размеров воздухоочистителя. Однако еще более существенным недостатком танка с ГТД было значительное уменьшение запаса хода на одной заправке топливом по сравнению с танком с дизелем. В процессе сравнительных пробеговых испытаний пробег танков с ГТД-3ТЛ составил в общей сложности

около 4000 км. Двигатель ГТД-3ТЛ в моторно-трансмиссионном отделении располагался поперек продольной оси танка. Двигатель ГТД-3ТУ также подвергся ходовым испытаниям на полигоне Уралвагонзавода на опытном среднем танке (главный конструктор Л.Н.Карцев). Здесь также был сделан вывод о недостаточности эффективности системы воздухоочистки ($\eta_{ог} = 0,96...0,97$), проводившей к сильному эрозионному износу лопаток осевой части компрессора (который включал 5 осевых и 1 центробежную ступени). Особое внимание уделялось изучению особенностей тягово-динамических характеристик танка с газотурбинным двигателем.

Принятая на двигателях ГТД-3ТЛ и ГТД-3ТУ система перепуска газа, минуя силовую турбину, обеспечивала возможность улучшения запуска и приемистости турбокомпрессора, а также быстрого уменьшения крутящего момента при переключении передач. Однако она не позволила получить необходимых тормозных качеств двигателя, которые бы обеспечивали сопоставимую с дизелем эффективность торможения танка при подходе к препятствию или повороту.

Проведенные в это время в НИИД расчетно-конструкторские и экспериментально-исследовательские работы по различным способам дополнительного регулирования (регулирование соплового аппарата силовой турбины, газа, установка муфты связи валов) показали целесообразность использования регулируемого соплового аппарата как средства регулирования, позволившего комплексно решить вопрос улучшения топливной экономичности (в двигателе с теплообменником), улучшения приемистости турбокомпрессора (снижение времени его разгона до режима, соответствующего максимальной мощности) на 25...40%, получение тормозной мощности до 50% от расчетной мощности двигателя, обеспечение уменьшения крутящего момента при переключении передач, защиты силовой турбины от раскрутки со стороны танка и др. Опыт отработки конструкции РСА силовой турбины на турбостартере ТС-12М, а также методы расчета характеристик двигателя с использованием РСА силовой турбины были затем положены в основу разработок двигателей ГТД-700 и ГТД-1000Т.

В 1965—1966 гг. в ОКБ В.А.Глушенкова был разработан еще один танковый вариант двигателя — ГТД-3ТП мощностью 689...735 кВт (950...1000 л.с.) с удельным расходом топлива 360 г/(кВт·ч) [265 г/(л.с.·ч)]. Однако дальнейшие работы над этим проектом были приостановлены.

Газотурбинный двигатель ГТД-350Т. В 1963 г. к работам по ГТД для танков был подключен конструкторский коллектив опытного завода им.В.Я.Климова (позже получившего название Ленинградское научно-производственное объединение им.В.Я.Климова), который имел большой опыт по созданию вертолетных ГТД.

Первой работой завода им.В.Я.Климова (главный конструктор С.П.Изотов) для БТТ было также приспособление вертолетного ГТД для работы в танке. Создавался двигатель ГТД-350Т, оборудованный стационарным теплообменником и муфтой связи валов турбокомпрессора и силовой турбины.

Мощность этого двигателя составляла 294 кВт (400 л.с.), а удельный расход топлива — 360 г/(кВт·ч) [265 г/(л.с.·ч)].

В 1966 г. спаренная установка двух таких ГТД проходила пробеговые испытания на опытном тяжелом танке. В ходе этих испытаний явных преимуществ спаренной установки выявлено не было и дальнейшие работы и по танку и по этой спаренной установке ГТД были прекращены.

В этом же 1966 г. на заводе им.В.Я.Климова с целью дальнейшего улучшения характеристик двигателя ГТД-350Т и повышения его мощности была предпринята еще одна попытка создания спаренной установки ГТД для танков. Был разработан эскизный проект двигателя ГТД-450Т мощностью 279 кВт (380 л.с.). Этот двигатель был спроектирован с вращающимся теплообменником и имел большие габариты по сравнению с ГТД-350Т. Спаренная установка двух таких двигателей в танк привела к уменьшению объема топливных баков, что значительно уменьшало и без того малый запас хода танка по топливу. Такая машина, естественно, в дальнейшую разработку не пошла. В результате выполненных работ и проведения многократных пробеговых испытаний танков с ГТД вертолетного типа были выявлены основные особенности применения ГТД в ВГМ. Был сделан вывод о том, что вертолетный ГТД не удовлетворяет требованиям работы двигателя в танке. Стало ясно, что для танков необходим специальный танковый ГТД.

Разработка танковых ГТД

Газотурбинный двигатель ГТД-700. В период 1962—1967 гг. в ОКБ-6 Челябинского тракторного завода (главный конструктор В.Б.Михайлов) совместно со специалистами НИИД (директора А.И.Толстов и Л.И.Пугачев) создавался опытный газотурбинный танковый

двигатель ГТД-700. Это был первый отечественный ГТД с теплообменником, разрабатываемый специально для танка. Мощность его составляла 618 кВт (840 л.с.), удельный расход топлива — 320...326 г/(кВт·ч) [235...240 г/(л.с.·ч)], максимальная температура газа перед турбиной 1250 К. Степень повышения давления воздуха в компрессоре была принята равной 6,2. Компрессор имел частоту вращения 24500 мин⁻¹. Масса ГТД составляла 790 кг. ГТД-700 представлял собой 2-вальный двигатель со свободной силовой турбиной низкого давления. Турбина компрессора и силовая турбина были выполнены осевыми, 2-ступенчатыми. Компрессор имел 6 осевых ступеней и 1 центробежную. Стационарный теплообменник был выполнен в виде ящичной конструкции (4 блока) с пластинчато-ребристыми поверхностями теплообмена. Степень регенерации была равна 0,65.

ГТД-700 имел 4 индивидуальные прямоточные камеры сгорания, расположенные попарно с двух сторон двигателя. Сопловые лопатки первой ступени турбины компрессора были выполнены с воздушным охлаждением. Двигатель оснащался понижающим редуктором, обеспечивающим частоту вращения выводного вала порядка 3000 мин⁻¹.

В техническом проекте двигателя и первых изготовленных образцах была применена система перепуска газа, минуя силовую турбину, выполненная в виде четырех патрубков, соединяющих переходник между турбинами с выхлопным ресивером, в которых были установлены поворотные заслонки. В дальнейшем были изготовлены два двигателя ГТД-700 с РСА обеих ступеней силовой турбины.

Конструкторская доводка этого ГТД проводилась как на отдельных экспериментальных сборочных единицах (узлах), так и на пяти образцах ГТД, изготовленных на опытной базе Челябинского тракторного завода. Испытывался ГТД-700 и пробегом на опытном танке этого завода (главный конструктор П.П.Исаков). Однако в связи с прекращением работ по опытному танку дальнейшая доводка ГТД-700 была остановлена.

В 1967 г. в ОКБ В.Б.Михайлова был разработан аванпроект еще одного газотурбинного двигателя под индексом ГТД Т-2 мощностью 735 кВт (1000 л.с.) со степенью регенерации тепла в теплообменнике 0,72, с удельным расчетным расходом топлива 279 г/(кВт·ч) [205 г/(л.с.·ч)]. Работы над этим двигателем были прекращены на стадии аванпроекта.

В апреле 1968 г. правительственным постановлением Челябинскому тракторному заводу было поручено создать газотурбинный двигатель для гусеничной машины легкой категории (по массе) типа БМП.

Силами ОКБ в 1968—1969 гг. был разработан технический проект такого ГТД. Но при отсутствии необходимого технического задела сроки разработки и сдачи двигателя на межведомственные испытания (1970 г.) были сорваны.

Газотурбинный двигатель ГТД Т-3. В мае 1970 г. новым правительственным постановлением ОКБ-6 Челябинского тракторного завода было преобразовано в самостоятельное специальное конструкторское бюро СКБ «Турбина», которому и было поручено создать газотурбинный двигатель для БМП. Постановлением был установлен срок предъявления ГТД на межведомственные испытания — I кв. 1973 г. Директором СКБ «Турбина» был назначен В.А.Федотов, главным конструктором В.Б.Михайлов, главным инженером Н.С.Пастушенко.

НИИД (директор Л.И.Пугачев) было поручено принять участие в создании ГТД в части проведения расчетных работ и стендовой отработки отдельных узлов.

Новый газотурбинный двигатель получил наименование ГТД Т-3. Он был выполнен по 2-вальной схеме, с силовой турбиной низкого давления, имеющей регулируемый сопловой аппарат. Предусматривалось применение стационарного теплообменника. Максимальная мощность ГТД Т-3 составляла 338 кВт (460 л.с.), удельный расход топлива — 300 г/(кВт·ч) [220 г/(л.с.·ч)]. Максимальная температура газа перед турбиной составляла 1213 К. Центробежный одноступенчатый компрессор имел частоту вращения 35000 мин^{-1} , обеспечивая степень повышения давления воздуха 4,0. Турбина компрессора была выполнена осевой. В теплообменнике обеспечивался коэффициент регенерации тепла 0,77. Осевая силовая турбина развивала частоту вращения 30000 мин^{-1} . В двигателе имелась одна противоточная трубчатая камера сгорания. Частота вращения выходного вала редуктора составляла 3320 мин^{-1} .

Применение регулируемого соплового аппарата силовой турбины позволяло существенно улучшить топливную экономичность двигателя, особенно на режимах частичных нагрузок (увеличение удельного расхода топлива на режиме $N_e = 0,5 N_{e \text{ max}}$ составляло всего 6—7%), улучшало запуск и приемистость, а также обеспечивало возможность торможения машины двигателем.

В конструкции ГТД Т-3 была предусмотрена возможность запуска его с буксира за счет блокировки на время запуска валов турбокомпрессора и силовой турбины. На двигателе были предусмотрены фланцы для крепления вентилятора и масляного насоса, что позволяло создать единый блок, состоящий из двигателя, трансмиссии и систем силовой установки БМП.

Проведенные в то время расчеты и конструкторские проработки показали, что улучшение топливной экономичности ГТД такого класса мощности может быть получено путем увеличения коэффициента регенерации тепла за счет применения вращающегося теплообменника, что позволяло на ГТД Т-3, при его параметрах, снизить удельный расход топлива на 27...34 г/(кВт·ч) [20...25 г/(л.с.·ч)]. Однако созданию эффективного вращающегося теплообменника в тот период препятствовало отсутствие в стране отработанной технологии изготовления стеклокерамических матриц и материалов для уплотнения полостей такого теплообменника.

Двигатель ГТД Т-3 прошел предварительные пробеговые испытания на БМП-1 (главный конструктор А.А.Благоврагов).

Компоновка газотурбинного двигателя имела преимущество по сравнению с серийным дизелем УТД-20, позволяя сдвинуть в машине моторную перегородку почти на один метр, улучшить расположение экипажа и десанта. В ходе испытаний двигателя ГТД Т-3 на БМП на полигоне Курганского машиностроительного завода были определены технико-экономические и динамические показатели машины. Отмечено, что при переднем расположении МТО не так остро проявляется необходимость высокой очистки воздуха от пыли.

В процессе проведения доводочных работ над ГТД Т-3 наиболее серьезными проблемами оказались: высокий удельный расход топлива (а значит, и большой путевой расход на БМП-1), нестабильность параметров двигателя по мере возрастания его наработки (на стенде через 30...50 ч работы параметры двигателя резко ухудшались), ряд конструкторских дефектов, вызывающих деформации, поломки и износ деталей, нарушение герметичности сварных швов (особенно в зоне теплообменника), низкое качество изготовления деталей, сборки узлов и двигателя в целом.

В результате мероприятий, проведенных СКБ «Турбина» и институтами отрасли в период 1973—1975 гг., двигатель ГТД Т-3 в конце 1975 г.

успешно прошел заводские 300-ч стендовые испытания. Межведомственных испытаний этот ГТД не проходил.

Дальнейшие работы по ГТД Т-3 были прекращены. Основной причиной такого решения можно считать отсутствие реальных производственных мощностей в отрасли промышленности по изготовлению газотурбинных двигателей и нецелесообразность значительных капитальных затрат на создание новых мощностей по производству ГТД, не показавшего существенных преимуществ перед дизелями такой же мощности.

В разработке двигателей ГТД-700 и ГТД Т-3 наиболее активное участие принимали сотрудники ОКБ-6 Челябинского тракторного завода (а с 1970 г. — СКБ «Турбина») В.Б.Михайлов (главный конструктор), Х.И.Шварцман (зам.главного конструктора), Л.С.Вольмир, Н.Ф.Строков, Л.А.Поздеев, А.В.Баулькин, Е.А.Миллер, П.Б.Коган, В.С.Коробченко и др.

Активное участие в работах принимали сотрудники НИИД: Д.А.Портнов, Н.И.Рудаков, С.И.Погодин, В.И.Гайгеров, Н.И.Троицкий, С.Н.Рыбкин, С.М.Металликов, Е.И.Боков, А.З.Хусид и др. Разработку силовой установки БМП с применением ГТД Т-3 осуществляли конструкторы СКБ Курганского машиностроительного завода А.А.Благонравов (главный конструктор), В.И.Лузин, Н.И.Усенко, А.В.Дубровских, Б.А.Губенский и др.

Большой объем работ был выполнен во ВНИИТрансмаш. В них участвовали: В.С.Старовойтов, В.Б.Проскуряков, Г.И.Рыжков, В.А.Иванов, В.В.Антонов, А.П.Покровский, В.С.Дубов, С.А.Сусаров, Ю.А.Соколов, Г.В.Сиволобов, М.А.Храпко и др.

Газотурбинный двигатель ГТД-1000Т. Опыт работ по двигателям ГТД-350Т, ГТД-700, ГТД Т-3 позволил коллективу завода им.В.Я.Климова перейти в 1968 г. к созданию специального танкового газотурбинного двигателя мощностью 735 кВт (1000 л.с.). Эскизный проект этого двигателя был выполнен в январе—мае 1968 г., а рабочий проект — в ноябре 1968 г. Двигатель получил наименование ГТД-1000Т (рис.10).

Первые три образца ГТД-1000Т были изготовлены в декабре 1968 г. Для этого 3-вального двигателя была принята наиболее известная и апробированная схема — без теплообменника, с температурой газа перед турбиной 1240 К и степенью повышения давления воздуха в компрессоре 10,0. При достаточно высоких коэффициентах полезного действия узлов двигателя такое решение позволяло обеспечить удельный расход топлива

326 г/(кВт·ч) [240 г/(л.с.·ч)], а также упрощало систему запуска двигателя, так как для этого требовался стартер меньшей мощности. Центробежный компрессор был выполнен 2-каскадным, что обеспечивало устойчивую работу в широком диапазоне режимов без применения поворотных лопаток, перепуска воздуха и другой какой-либо сложной механизации.

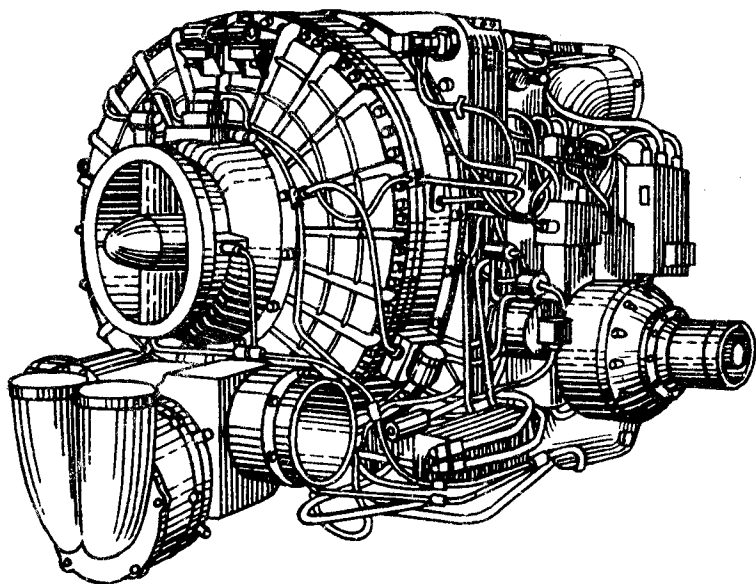


Рис.10. Газотурбинный двигатель ГТД-1000Т

Одноступенчатая силовая турбина имела регулируемый сопловой аппарат, позволяющий исключить чрезмерное увеличение частоты вращения силовой турбины при переключении передач и обеспечить возможность эффективного торможения танка двигателем.

Тормозная мощность ГТД-1000Т составляла 50% от максимальной полезной мощности.

С самого начала доводки двигателя ГТД-1000Т основное внимание уделялось непосредственно пробеговым испытаниям его в танке, для чего около 70% всех изготовленных в период доводки образцов испытывались

непосредственно в танках. Это обстоятельство позволяло быстрее определить дефекты, которые не смогли выявить при стендовых испытаниях.

В процессе доводки были подвергнуты изменениям оба каскада компрессора, силовая турбина, элементы соплового аппарата. Камера сгорания и выхлопной патрубков соответствовали расчетным данным и поэтому в ходе доводки практически не менялись. Большое внимание было уделено обеспечению герметичности газовоздушного тракта.

После проведения изменений, в ходе стендовых испытаний пяти двигателей в 1969 г. были получены следующие характеристики ГТД-1000Т (на режиме максимальной мощности):

Мощность, кВт (л.с.)	735 (1000)
Удельный расход топлива, г/кВт·ч	
[г/л.с.·ч]	326—350 (240—257)
Температура газа перед турбиной высокого давления, К	1240
Частота вращения ротора высокого давления, мин ⁻¹	36850
Частота вращения ротора низкого давления, мин ⁻¹	26600
Оптимальная частота вращения силовой турбины, мин ⁻¹	22600
Степень повышения давления воздуха в компрессоре	9,02
Расход воздуха двигателем, кг/с	4,1

Наиболее сложными проблемами, с которыми столкнулись разработчики ГТД-1000Т, явились: обеспечение надежной и устойчивой работы двигателя в запыленной среде, использование дизельного топлива и бензина, запуск при низких температурах (без разогретых танковых аккумуляторных батарей), обеспечение температурного режима моторно-трансмиссионного отделения танка.

Для решения этих и других проблем потребовалось проведение значительного объема экспериментально-доводочных работ. На заводе им.В.Я.Климова было вновь создано и модернизировано более 15 специальных стендов и различных установок, позволявших проводить испытания двигателей и их узлов, в том числе пять стендов для длительных испытаний двигателей. Параметры ГТД определялись на стенде для экспериментальных

и специальных испытаний, оборудованном большим количеством аппаратуры для различного рода измерений (термо-и тензометрирования, вибрографиюрования и др.). Для испытаний двигателя в полном диапазоне высотноклиматических условий была использована специально оборудованная термобарокамера. Были изготовлены и оснащены установки для исследования характеристик турбин и компрессоров, стенды для испытаний камер сгорания и РСА на различных режимах работы, стенды для испытаний подшипников, топливной аппаратуры, узлов масляной системы и др.

Для решения одной из важнейших проблем — очистки воздуха от пыли во ВНИИТрансмаш был создан и оснащен необходимой аппаратурой специальный стенд для пылевых испытаний двигателей.

Такое стендовое оборудование и большое число испытываемых образцов ГТД (до межведомственных испытаний двигателя на стендах и в танке было испытано 96 образцов ГТД) позволили широким фронтом развернуть стендовую доводку двигателя ГТД-1000Т и, в конечном счете, обеспечить заданные газодинамические, прочностные и эксплуатационные характеристики двигателя на всех режимах его работы.

На танковом ГТД-1000Т был выявлен ряд специфических прочностных вопросов, не свойственных авиационным ГТД.

Прежде всего — это обеспечение работоспособности силовой турбины и центробежных колес компрессора в переменном режиме. Работа танкового двигателя в широком диапазоне частот вращения с резким и частым изменением режима вызывала поломки, связанные с малоцикловой усталостью. Кроме того, введение РСА привело к существенным изменениям нагружения лопаток силовой турбины знакопеременными усилиями. Было также установлено, что часть поломок (например, поломки деталей редуктора в районе силовой турбины) вызывалась вибрационными нагрузками, возникающими в результате ударного характера работы зацепления ведущего колеса с гусеницей. Ударные нагрузки через коробку передач танка передавались на редуктор двигателя.

Трудоемкой и серьезной доводке подверглась одна из наиболее напряженных деталей — литая крыльчатка компрессора первого каскада, работающая со значительными окружными скоростями (500 м/с). Испытания ее в процессе доводки проводились в специальной разгонной камере до частот вращения, при которых крыльчатка разрушалась.

При работе двигателя в запыленных условиях, кроме абразивного износа его деталей, был выявлен фактор, еще более ограничивающий работоспособность ГТД — отложение пыли в проточной части двигателя. Наибольшие отложения наблюдались на дисках крыльчаток компрессора, на бандажных полках и в сопловом аппарате турбины второго каскада. Наблюдалось также налипание пыли на стенках камеры сгорания и на поверхностях некоторых других узлов проточной части. В результате мощность ГТД падала, а дальнейшая его работа сопровождалась помпажом. Первые же испытания показали, что за 50 ч работы в запыленной среде мощность ГТД-1000Т упала на 50%. Кроме того, было установлено, что характер отложений сильно различался в зависимости от состава пыли. Например, лессовая пыль, имея более низкую температуру плавления, чем кварцевая, плавилась при рабочих температурах, развиваемых в турбине высокого давления. Образовались отложения спекшейся пыли на полках рабочих лопаток турбины. Был опробован целый ряд мер по предотвращению этого явления. Применялись противопылевые покрытия, образующие окислы, отделяющиеся от лопаток вместе с пылевыми отложениями. Опробовалась периодическая очистка соплового аппарата путем возбуждения вибраций в сопловых лопатках; исследовалось применение различных способов периодической очистки, а также нескольких вариантов более интенсивного обдува сопловых лопаток и др. В конечном счете проблема налипания пыли на лопатки турбин была в основном практически решена.

Довольно сложной оказалась проблема работы ГТД на дизельном топливе, связанная с проявлением химико-кинетической коррозии сопловых лопаток турбины высокого давления, приводящей к выгоранию кромок лопаток.

В связи с ограниченной емкостью танковых аккумуляторных батарей пришлось ввести тщательный подбор оптимального цикла подачи напряжения на стартеры-генераторы, осуществляющие раскрутку роторов высокого и низкого давления при пуске двигателя. В результате были снижены нагрузки на стартеры-генераторы и обеспечен более надежный пуск ГТД при температурах окружающего воздуха до минус 40°C без применения средств подогрева двигателя.

Сложной оказалась проблема внешнего теплового баланса ГТД, работающего в ограниченном объеме танкового моторно-трансмиссионного отделения при его плотной компоновке. Пришлось разрабатывать специальную

теплоизоляцию сложных наружных поверхностей двигателя и его элементов, позволившую снизить температуру в моторно-трансмиссионном отделении танка до 100...140°C при незначительной принудительной продувке этого отделения холодным воздухом.

Двигатель ГТД-1000Т стал первым серийным танковым газотурбинным двигателем, прошедшим всесторонние пробеговые и специальные испытания в различных климатических и географических районах страны в широком диапазоне условий эксплуатации.

В процессе создания ГТД-1000Т были достаточно полно сформулированы принципы проектирования ГТД для наземных транспортных машин, а опыт его отработки и эксплуатации позволял перейти к созданию танковых ГТД нового поколения, которые имели уже значительно лучшую топливную экономичность, приближающуюся к уровню дизелей.

В разработке и доводке ГТД наиболее активное участие принимали сотрудники завода им.Климова: С.П.Изотов, П.Д.Гавра, С.В.Люневич, С.А.Кирзнер, В.В.Старовойтенков, К.Е.Сокирский, В.А.Морозов, Б.М.Киприянов, Д.Б.Каждан, О.В.Карасев, Ю.А.Никитин, Б.М.Школьников, Р.Н.Демин, М.М.Левинсон, Ю.А.Денисов, В.А.Степанов, А.А.Саркисов и др.

Серийное производство ГТД-1000Т началось на Калужском моторостроительном заводе (директор Ю.А.Лейковский, главный конструктор — Н.В.Шлейников).

Хотя и до настоящего времени подавляющее большинство БТТ оснащаются дизельными двигателями, однако танковый ГТД, в конечном счете, завоевал свое право на применение в наземных гусеничных транспортных машинах.

Один из лучших современных серийных танков — танк Т-80 оснащен мощным и надежным газотурбинным танковым двигателем.

В создании танка Т-80 с ГТД принимали участие многие сотрудники конструкторского отдела и всего коллектива Ленинградского Кировского завода, в их числе Н.С.Попов (генеральный конструктор), А.С.Ермолаев, А.К.Дзявго, В.И.Миронов, Н.Ф.Шашмурин, А.Н.Попов, Н.Ф.Галицкий, Е.П.Дедов, М.С.Росин, В.А.Морозов, В.А.Парамонов, Ц.Н.Гольдбург, А.А.Саенко, В.Г.Яскевич и многие другие сотрудники завода — конструкторы, технологи, производственники, руководители завода, а также специалисты институтов и других предприятий промышленности.

Работы по совершенствованию танкового газотурбинного двигателя продолжались. Для нового поколения танков требовалось увеличение агрегатной мощности. Следует отметить, что еще в 1980 г. серийные отечественные танковые двигатели (и дизели, и ГТД) уступали двигателям танков ряда зарубежных стран по максимальной мощности. Если наши танки укомплектовывались в основном двигателями мощностью 515...618 кВт (700...840 л.с.), то зарубежные имели мощность 882...1103 кВт (1200...1500 л.с.).

В результате совершенствования отечественных двигателей, к началу 90-х годов и по дизелям, и по ГТД такое отставание было преодолено.

РАЗВИТИЕ ТАНКОВЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ ЗА РУБЕЖОМ

Основные танки 80-х годов стран НАТО такие, например, как М-1А1 «Абрамс» в США, «Леопард-2» в ФРГ, «Челленджер» в Англии оснащались высокофорсированными серийно выпускавшимися двигателями. Одновременно продолжались интенсивные научно-исследовательские и опытно-конструкторские работы по созданию перспективных двигателей для танков следующего поколения. Кроме того, осуществлялась модернизация парка ранее выпущенных танков, БМП и других машин на их базе, для чего постоянно проводились работы по повышению технических характеристик серийных двигателей.

Учитывая опыт применения в танках 80-х годов дизелей («Леопард-2» и «Челленджер») и ГТД (М-1А1), ряд фирм ФРГ, Англии, Франции, Италии, Японии ориентированы на разработку для танков нового поколения новых высокофорсированных двигателей.

США

В США продолжают работы над дизельным двигателем и над ГТД. Для повышения подвижности основных танков третьего послевоенного поколения (М-1А1, «Леопард-2», «Челленджер») уже в 60-х—70-х годах были разработаны двигатели мощностью 880...1100 кВт (1200...1500 л.с.). Это уже почти в два раза превышало мощность двигателей предыдущего поколения (М-60А1, «Леопард-1», «Чифтен»). Удельная мощность новых танков достигла 20...22 кВт/т (28...30 л.с./т). Американские специалисты предполагают, что критерий оценки подвижности танков следующего поколения по уровню их удельной мощности сохранит свое значение. Но, учитывая тенденцию дальнейшего усиления броневой защиты перспективных танков, установки значительно более энергоемких систем вооружения и некоторого повышения подвижности, ожидается, что мощность танковых силовых установок может возрасти до 1250...1470 кВт (1700...2000 л.с.).

Основные требования к силовым установкам танков, наряду с обеспечением высокой максимальной мощности, направлены на улучшение массогабаритных показателей, улучшение топливной экономичности, возможность работы на различных топливах (дизельном, бензине, керосине, синтетическом), на повышение приемистости двигателей и разгонных характеристик танков, обеспечение высокой надежности и ремонтпригодности, более низкого уровня стоимости всего жизненного цикла силовой установки.

В ноябре 1979 г. фирмой «AVCO Лайкоминг» было начато изготовление газотурбинного двигателя AGT-1500 для танка М-1 («Абрамс»). Первые выпуски этих двигателей имели недостаточную надежность в эксплуатации и довольно большой расход топлива. Но уже во второй половине 80-х годов двигатель AGT-1500 обеспечивал общий пробег танка свыше 19000 км, а удельный расход топлива составлял 299 г/кВт·ч (220 г/л.с.·ч).

Фирмой «Камминс» для БМП М-2 и боевой разведывательной машины М-3 выпускались 8-цилиндровые 4-тактные дизели жидкостного охлаждения VTA-903T мощностью 373 кВт (507 л.с.) с турбонаддувом. Эти дизели использовались также при модернизации бронетанковой техники.

На танки М-60А1 и М-48А3 при их модернизации устанавливались 12-цилиндровые 4-тактные дизели воздушного охлаждения серии AVDS-1700-2 фирмы «Теледайн континентал моторс».

Одна из модификаций таких дизелей (AVDS-1790-5A мощностью 676 кВт (920 л.с.) применена на израильском танке «Меркава» Mk1.

На базе двигателя AVDS-1790-1A мощностью 882 кВт (1200 л.с.) был разработан дизель AVCR с переменной степенью сжатия, который устанавливался на опытный образец модернизированного танка М-60, получившего название М-60 «Супер».

Фирма «Детройт Дизел Аллисон» для различных бронированных машин выпускала три серии 2-тактных дизелей жидкостного охлаждения, взаимозаменяемость деталей у которых составляла около 70%.

Для швейцарской разведывательной машины MOWAG эта фирма поставляла V-образный 4-тактный дизель V8-8-2T мощностью 153 кВт (208 л.с.)

Американские специалисты считают, что силовые установки мощностью до 367 кВт (500 л.с.) для ВГМ могут создаваться на базе зарекомендовавших себя в

эксплуатации коммерческих двигателей. Для установок мощностью 367—735 кВт (500...1000 л.с.) — имеется в виду использовать модернизированные коммерческие двигатели или двигатели, специально разработанные для ВГМ. Для боевых машин, для которых требуется мощность свыше 735 кВт (1000 л.с.), должны разрабатываться специальные двигатели по требованиям военного ведомства.

Что касается газотурбинных двигателей, то американские специалисты считают, что коммерческие ГТД типа GT-601 и GT-404 фирмы «Гэррит» после некоторой модернизации могут применяться в силовых установках мощностью от 220 до 440 кВт (от 300 до 600 л.с.) для легких танков, БМП и других машин легкой категории по массе. После форсирования этих ГТД до 515...735 кВт (700...1000 л.с.) они могут применяться на танках массой 40...57 т. Для перспективного основного танка считается целесообразным разработать на базе новейшей технологии специальный ГТД мощностью до 1470 кВт (2000 л.с.). Специальная программа предусматривает, чтобы разработчиком была создана полностью агрегатированная танковая силовая установка, включающая двигатель, трансмиссию со всеми ее компонентами.

При создании перспективной силовой установки с дизелем предполагается использовать результаты разработки «адиабатного дизеля» или дизеля с уменьшенной теплоотдачей, а также двигателей с уменьшенными потерями на трение, систему турбонаддува с регулируемым сопловым аппаратом турбины, электронную систему регулирования и контроля, более совершенную систему охлаждения и топливную аппаратуру с высоким давлением впрыска.

Намеченной программой предполагается обеспечить удельную массу перспективного дизеля примерно 0,68 кг/кВт (0,5 кг/л.с.) (включая систему охлаждения), а удельный расход топлива около 193 г/кВт·ч [142 г/(л.с.·ч)] с возможностью его дальнейшего снижения на 20%. Двигатель должен обеспечить возможность работы на дизельном топливе и бензине, а также на двух близких по характеристикам синтетических углеводородных топливах.

В силовой установке имеется в виду применить воздухоочистители, топливные и масляные фильтры со значительной наработкой до очередного технического обслуживания и надежную систему охлаждения. Быстрый пуск двигателя без применения вспомогательных средств

Основные параметры танковых двигателей США 80-х годов

Параметры	AGT-1500	GT-601	AV DS-1790-2C	AVCR-1790-1A	VTA-903T	12V-71TA
Назначение двигателя	Танк М-1 («Абрамс»)	Опытные БМП и легкие танки	Танки М-60 А1, М-48 А3, М-60 А3 и др.	Опытный танк М-60 («Супер»)	БМП М-2, БРМ М-3 и др.	Танк «Виккерс» «Вэлиэнт»
Фирма-изготовитель	AVCO «Лайкоминг»	«Гэррит»	Теледайн континентал	моторс	«Камминс»	«Детройт Дизель»
Тип двигателя	3-вальн. ГТД с теплообмен.	2-вальн. ГТД с теплообмен.	4-тактн. дизель возд. охлажд.	4-тактн. дизель возд. охлажд.	4-тактн. дизель. жидкостн. охлажд.	2-тактн. дизель жидкостн. охлажд.
Система наддува	—	—	2ТКР	2ТКР+ОНВ	ТКР+ОНВ	4ТКР+ОНВ
Число и расположение цилиндров	—	—	12, V, 90°	12, V, 90°	8, V, 90°	12, V, 60°
Максимальная мощность, кВт (л.с.)	1118 (1520)	470 (640)	550 (750)	882 (1200)	373 (507)	670 (910)
Размерность, см	—	—	14,6/14,6	14,6/14,6	14,0/12,1	10,8/12,7
Литраж, л	—	—	29,34	29,34	14,8	13,96
Степень сжатия	—	—	16	Переменная	15,5	17
Удельный расход топлива, г/(кВт·ч) [г/(л.с.·ч)]	299 [220]	272 [200]	245 [180]	272 [200]	239 [176]	—
Удельная масса, кг/кВт (кг/л.с.)	1,0 (0,76)	2,0 (1,5)	4,0* (3,0)	2,6* (1,9)	2,72 (2,0)	2,4 (1,75)

* Включая систему воздушного охлаждения.

должен обеспечиваться при температуре окружающей среды до минус 52°C.

Научно-исследовательские и опытно-конструкторские работы перспективных танковых силовых установок были начаты еще в 1982—1983 гг.

Проекты силовых установок с ГТД разрабатывались фирмами «Дженерал Электрик», «Гэррит», «Вильямс Рисерч Корпорейшн», а с дизелями — фирмами «Теледайн» и «Камминс».

Фирма «Детройт Дизел Аллисон» разрабатывала два проекта — с дизелем и с ГТД.

ФРГ

Для танковых двигателей ФРГ характерной является разработка типоразмерных рядов унифицированных между собой дизелей для каждого поколения танков, БМП и машин на их базе.

К первому послевоенному поколению относится типоразмерный ряд MB-837, который разрабатывался на базе быстроходных судовых и тепловозных дизелей и поэтому двигатели этого ряда имели невысокие удельные мощности, особенно безнаддувные (MB-837 Aa) и с приводным компрессором (MB-838 CaM).

В дальнейшем двигатели этого ряда подверглись форсированию и выпускались уже с турбонаддувом и охлаждением наддувочного воздуха (ОНВ). Начатая еще с середины 60-х годов разработка 12-цилиндрового опытного дизеля жидкостного охлаждения MB-873 подтвердила возможность доведения его мощности до 1838 кВт (2500 л.с.) с помощью обычных методов форсирования и (по утверждению разработчиков) при малом риске ухудшения надежности и долговечности двигателя.

Высокая удельная габаритная мощность дизеля (1500 л.с./м³) при обеспечении его надежности и высокой приемистости достигалась в основном за счет увеличения рабочего объема цилиндров при сохранении общих габаритов двигателя.

Силовая установка танка «Леопард-2» (с дизелем MB-873Ka501) отличается от установки танка «Леопард-1» существенным улучшением массообъемных показателей. Однако силовая установка танка «Леопард-2», длина которой составляет 44% от длины корпуса танка, заняла слишком большой объем в танке. Поэтому фирмой MTU продолжительное время ведутся работы по созданию дизелей нового типоразмерного ряда MT-880 с более

Основные параметры танковых двигателей фирмы MTU (ФРГ) 80-х годов

Параметры	Типоразмерный ряд MB-837				Типоразмерный ряд MB-870		Типоразм. ряд MT-880
	MB-838 Cam 500	MB-833 Ea	MB-837 Aa		MB-873 Ka 501	MB-871 Ka 501	
Назначение двигателя	Танк «Леопард-1», ЗСУ «Гепард»	БМП «Мар- дер», ЗРК «Роланд»	Установка ПТУР «Ягуар»		Танк «Леопард-2»	САУ SP-70	Опытный танк
Тип двигателя	4-тактный предкамерный дизель жидкостного охлаждения						4-тактный дизель жидкостн. охлажд. 2ТКР+ОНВ
Система наддува	2ПЦН	2ТКР	Без наддува		2ТКР+ОНВ	ТКР+ОНВ	
Число и расположе- ние цилиндров	10, V, 90°	6, V, 90°	8, V, 90°		12, V, 90°	8, V, 90°	12, V, 90°
Максимальная мощ- ность, кВт (л.с.)	610 (830)	440 (600)	367 (500)		1103 (1500)	880 (1200)	1100 (1500)
Частота вращения, мин	2300	2200	2200		2600	2600	3000
Размерность, см	16,5/17,5	16,5/17,5	16,5/17,5		17,0/17,5	17,0/17,5	14,0/13,6
Литраж, л	37,4	22,4	29,4		47,6	31,7	25,1
Степень сжатия	19,5	19,5	20,5		18	18	16
Удельный расход топлива, г/(л.с.·ч)	245 [180]	245 [180]	—		245 [180]	245 [180]	239 [176]
Удельная масса, кг/кВт (кг/л.с.)	2,72 (2)	2,72 (2)	4,0 (3)		2,3 (1,72)	1,9 (1,4)	1,2 (0,9)
Габариты, мм							
длина	1520	1270	1410		1700	1190	1560
ширина	1050	1050	1050		1970	1970	940
высота	940	1060	964		1100	880	660

высокой габаритной мощностью и улучшенной приемистостью. Разрабатываются электронные системы регулирования и диагностики дизелей, способствующие улучшению топливной экономичности и тяговых характеристик двигателей, а также новая система турбонаддува с изменением количества работающих турбокомпрессоров, позволяющая оптимизировать давление наддува в зависимости от рабочих режимов дизеля. Подобная система турбонаддува в сочетании с пониженной степенью сжатия позволяет увеличить (до 50%) мощность высокооборотных дизелей, сохраняя при этом допустимый уровень механических и тепловых нагрузок на детали.

В конце 80-х годов фирмой MTU был изготовлен дизель MB-883. Это также 12-цилиндровый V-образный двигатель жидкостного охлаждения с углом развала блоков 90° , развивающий мощность 1100 кВт (1500 л.с.), но с большей частотой вращения (3000 мин^{-1}). Размерность двигателя — 14,0/13,6, а рабочий объем равен 25,1 л. Габаритная мощность дизеля достигает 1140 кВт/м³ (1550 л.с./м³). Удельный расход топлива 218 г/кВт·ч [160 г/(л.с.·ч)]. Двигатель оснащен двумя турбокомпрессорами и двумя агрегатами охлаждения наддувочного воздуха. Масса двигателя 1360 кг.

По мнению ряда специалистов ФРГ, при разработке танковых двигателей не следует добиваться чрезвычайно высокой мощности, которые в танке используются лишь в исключительных случаях. Они считают, что необходимо стремиться к высокому уровню мощностных показателей при оптимальной надежности, постоянной технической готовности, сохраняемой в течение длительного срока, упрощения технического обслуживания и добиваться малых затрат на изготовление и эксплуатацию.

В то же время фирма «Крупп-Мак», работающая над концепцией перспективного танка, на экспериментальном шасси (масса 38 т) установила дизель мощностью 1544 кВт (2100 л.с.), где удельная мощность достигала 40 кВт/т (55 л.с./т), а на другой вариант шасси — дизель мощностью 1654 кВт (2250 л.с.), доведя таким образом удельную мощность до 44 кВт/т (60 л.с./т).

Англия

На английские танки «Челленджер» устанавливается двигатель 12V-1200A («Кондор»).

Он представляет собой 12-цилиндровый 4-тактный дизель жидкостного охлаждения, созданный на базе 6-цилиндровых автомобильных двигателей типа «Игл»,

которые еще в 1956 г. начали производиться фирмой «Роллс-Ройс» не только на автомобилях, но и на различных дорожно-строительных машинах, судах, дизель-генераторных установках и др.

В 1984 г. дизельное предприятие фирмы «Роллс-Ройс» приобрела дизелестроительная фирма «Перкинс». Предприятие стало называться «Перкинс Энджинс».

Разработка дизеля «Кондор» на базе серийных двигателей «Игл» позволила использовать многие проверенные в эксплуатации узлы и детали. Разработчиками был несколько увеличен диаметр цилиндра (со 130 до 135 мм), снижена степень сжатия (до 12,0), использованы высокоэффективные турбокомпрессоры и охладители наддувочного воздуха. Изменение конструкции шатуна уменьшило длину двигателя и его массу, что позволило оставить блок-картер и головки цилиндров в чугунном исполнении, как и на автомобильных двигателях.

Низкая степень сжатия обусловила сравнительно невысокое максимальное давление цикла, что явилось предпосылкой для значительного повышения мощности двигателя. Улучшению топливной экономичности и тяговых характеристик дизеля «Кондор» способствовала система впрыска, включающая блочный топливный насос с электронным регулятором подачи и гидравлическим приводом форсунки. Такая система обеспечила подачу топлива как в цилиндры дизеля, так и в подогреватели, установленные во впускных патрубках. Кроме того, электроника системы впрыска выполняла функции защиты двигателя и трансмиссии от перегрузок.

Система управления дизелем контролировала также работу подогревателя при прогреве двигателя и уровень токсичности и дымности в период пуска.

На танке «Челленджер» дизель «Кондор» 12V-1200A (мощностью 880 кВт (1200 л.с.) с обеспечивающими системами и трансмиссией составляет единый блок (масса блока 5,49 т), замена которого может быть произведена за 45 мин.

Дефорсированный 12-цилиндровый дизель «Кондор» 12V-1000 мощностью 735 кВт (1000 л.с.) был установлен в танк «Вэлиэнт», предназначенный для экспорта. 8-цилиндровый двигатель «Кондор» 8V-750A мощностью 550 кВт (750 л.с.) применяется для ВГМ промежуточной категории по массе.

Один из вариантов такого 8-цилиндрового дизеля 8V-550A мощностью 400 кВт (550 л.с.) установлен на серийную английскую БМП MCV-80.

Основные параметры дизелей «Кондор»

Параметры	12V-1200A	8V-550A	8V-750A
Назначение двигателя	Танки «Челленджер»	БМП MCV-80	ВГМ промежуточной категории по массе
Тип двигателя	4-тактный дизель жидкостного охлаждения		
Система наддува	2ТКР+ОНВ	2ТКР+ОНВ	2ТКР+ОНВ
Число и расположение цилиндров	12, V, 60°	8, V, 90°	8, V, 90°
Максимальная мощность, кВт (л.с.)	880 (1200)	400 (550)	550 (750)
Частота вращения, мин ⁻¹	2300	2300	2300
Размерность	13,5/15,2	13,5/15,2	13,5/15,2
Литраж, л	26,11	17,41	17,41
Степень сжатия	12	12	12
Удельный расход топлива, г/(л.с. · ч)	220 [162]	242 [178]	235 [173]
Удельная масса, кг/кВт (кг/л.с.)	2,0 (1,54)	4,0 (3,0)	3,18 (2,34)
Габариты, мм			
длина	1459	1143	1030
ширина	1270	1145	1050
высота	1182	1304	901

Франция

Французские танки AMX-30, AMX-32 и машины на их базе оснащены 12-цилиндровыми горизонтально-оппозитными дизелями жидкостного охлаждения HS-110, изготавливаемыми фирмой «Рено» по лицензии фирмы «Испано-Сюиза». Для французской боевой машины пехоты AMX-10P и колесной разведывательной машины AMX-10RC той же фирмой «Рено» выпускается 8-цилиндровый V-образный дизель жидкостного охлаждения HS-115-2.

Легкие танки AMX-13 оснащаются 8-цилиндровыми оппозитными бензиновыми двигателями мощностью 198 кВт (270 л.с.) размерностью 11,2/10,5.

Фирма «Рено» проводит работы и по модернизации серийных двигателей. Так, за счет увеличения наддува и применения охлаждения наддувочного воздуха мощность серийного дизеля HS-110 была повышена с 529 кВт (720 л.с.) до 588 кВт (800 л.с.). Двигатель получил обозначение HS-110-2.

Французский танк AMX-40 оснащен 12-цилиндровым V-образным дизелем жидкостного охлаждения V12X1100 мощностью 809 кВт (1100 л.с.) фирмы «SSCM» с турбонаддувом и охлаждением наддувочного воздуха.

Этот дизель впервые экспонировался на выставке еще в 1983 г. Той же фирмой «SSCM» для нового танка «Леклерк» разработан дизель V8X1500 мощностью 1100 кВт (1500 л.с.) с системой высокого наддува типа «Гипербар».

Основные параметры французских танковых двигателей

Параметры	V12X1100	V8X1500	HS-110
Назначение двигателя	Танк AMX-40	Танк «Леклерк»	Танки AMX-30 и AMX-32
Тип двигателя	4-тактный, дизель жидкостного охлаждения		
Система наддува	2ТКР+ОН ₁	Система «Гипербар»	2ТКР
Число и расположение цилиндров	12, V, 90°	8, V, 90°	12, горизонтально-оппозитный
Максимальная мощность, кВт (л.с.)	809 (1100)	1100 (1500)	529 (720)
Частота вращения, мин ⁻¹	2500	2500	2400
Размерность	14,2/13,0	14,2/13,0	14,5/14,5
Литраж, л	24,72	16,5	28,73
Степень сжатия	15,0	7,8	21,0
Удельный расход топлива, [г/(л.с.·ч)]	—	232 [171]	245 [180]
Удельная масса, кг/кВт (кг/л.с.)	2,46 (1,81)	1,5 (1,1)	2,72 (2,0)

Япония

На основной японский серийный танк «74» установлен 2-тактный 10-цилиндровый V-образный дизель воздушного охлаждения 10ZF22 фирмы «Мицубиси» мощностью 640 кВт (870 л.с.).

Для нового основного танка «90» фирмой разработан более мощный 10-цилиндровый 2-тактный V-образный дизель жидкостного охлаждения 10ZG. Он представляет собой высокофорсированный дизель мощностью 1100 кВт (1500 л.с.) со значительно большей литровой мощностью.

Основные параметры японских танковых двигателей

Параметры	10ZF-22	10ZG
Назначение двигателя	Танк «74»	Танк «90»
Тип двигателя	2-тактный дизель воздушного охлаждения	2-тактный дизель жидкостного охлаждения
Система наддува	ТКР+ОНВ	ТКР+ОНВ
Число и расположение цилиндров	10, V, 90°	10, V, 90°
Максимальная мощность, кВт (л.с.)	640 (870)	1100 (1500)
Размерность, см	13,5/15,0	13,5/15,0
Литраж, л	21,5	21,5
Степень сжатия	18,7	—
Удельный расход топлива, г/кВт·ч [г/(л.с.·ч)]	254 [187]	—
Удельная масса, кг/кВт (кг/л.с.)	3,4* (2,5)	—

* Включая систему воздушного охлаждения.

Италия

Изготовлением танковых двигателей в Италии занимается фирма «Фиат», входящая с 1982 г. в группу «IVECO». Она выпускает по лицензии фирмы MTU (ФРГ) 10-цилиндровый дизель MB-838 CaM-500 мощностью 610 кВт (830 л.с.) для танка OF-40 фирмы «ОТО Мелара».

Фирмой «Фиат» на базе автомобильного дизеля разработано семейство 6-, 8-, 12-цилиндровых высокофорсированных дизелей VM-TCA жидкостного охлаждения. 12-цилиндровый дизель V12M-TCA для танка С-1 форсирован с 735 кВт (1000 л.с.) до 882 кВт (1200 л.с.).

Для силовых установок бронетанковой техники других стран (Испании, Южной Кореи, Аргентины, Бразилии и других), как правило, использовались в 70-х—80-х годах дизели фирм MTU, «Теледайн Континентал Моторс», «Детройт Дизел» и др.

При модернизации некоторых ранее выпущенных образцов БТТ (танки «Чифтен», М-48 и БМП «Мардер»), наряду с применением дизелей, делались попытки использования силовых установок с газотурбинными двигателями типа GT-601 американской фирмы «Гэррит».

Однако эти попытки не вышли из стадии экспериментальных работ.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

За внешней стороной истории развития конструкции и производства отечественных танковых двигателей скрыты острейшие вопросы формирования и реализации требований к этим двигателям.

Решение этих вопросов в разные периоды времени определялось как требованиями к танку, вытекающими из принципов его боевого использования, так и из возможностей развития двигателестроения, общего уровня техники и технологии, системы организации работ, внешнего и внутреннего политического и экономического состояния страны.

Так, в 20-е годы в молодом отечественном танкостроении даже не ставилась задача обязательного создания такого нового сложного узла, как двигатель, а разработчики танков ограничивались в основном заимствованием автомобильных и авиационных, преимущественно бензиновых двигателей.

Но уже к началу 30-х годов в танкостроении созрело понимание необходимости разработки специального двигателя, наиболее полно отвечающего требованиям к танку.

Пионерами в решении этой проблемы были конструкторские коллективы Харьковского паровозостроительного завода им.Коминтерна, ленинградских заводов «Большевик», им.Ворошилова и завода опытного машиностроения им.Кирова.

Активному развертыванию работ по созданию специальных танковых двигателей способствовала позиция ряда руководителей Красной Армии (М.Н.Тухачевского, В.К.Триандафиллова) и главных конструкторов танков (М.И.Кошкина, Ж.Я.Котина, Н.Л.Духова, Н.А.Астрова, А.А.Морозова и др.).

На заре развития отечественного танкового двигателестроения пришлось преодолевать значительные трудности, которые определялись сравнительно низким еще техническим и технологическим уровнем промышленности того времени. Это обстоятельство было одной из причин того, что многие из разрабатываемых в то время конструкций двигателей не получили дальнейшего развития и не пошли в производство. И, более того, многие прогрессивные идеи и решения были утрачены.

В этих сложных и противоречивых условиях конструкторами Харьковского паровозостроительного завода им.Коминтерна была разработана и реализована

концепция создания специального танкового двигателя. За основу был принят 12-цилиндровый 4-тактный V-образный дизель жидкостного охлаждения, конструкция которого по сравнению с другими типами двигателей обеспечивала:

- высокую максимальную мощность;
- топливную экономичность;
- пожарную безопасность;
- отсутствие радиопомех;
- высокие пусковые качества;
- достаточно хорошие компоновочные качества в защищенном объеме танка;
- возможность дальнейшего повышения мощности без значительного изменения конструкции, например, путем применения наддува;
- возможность создания семейства двигателей для оснащения ими различных типов ВГМ.

Подобное решение задачи создания танкового двигателя типа В-2 в те годы было революционным не только в отечественном, но и в мировом танкостроении. Последующие десятилетия, и особенно годы Великой Отечественной войны, полностью подтвердили правильность принятой тогда концепции.

В период Великой Отечественной войны и в послевоенные годы шло повышение мощности и надежности дизелей типа В-2, расширение области их использования и на другие образцы наземной техники, включая применение в народном хозяйстве.

Основным средством форсирования двигателей типа В-2 стало использование наддува путем установки приводных центробежных нагнетателей, а позже и применение турбонаддува.

В то же время опыт, накопленный в ходе войны, а также появление новых противотанковых средств выдвинули перед двигателестроителями новые задачи более резкого повышения мощности двигателей, существенного сокращения габаритов моторно-трансмиссионного отделения танков, обеспечения подводного вождения танков, возможности использования двигателем различных топлив (авиационного керосина и бензинов с разными октановыми числами), улучшения пусковых качеств (особенно при низких температурах окружающей среды), а также обеспечения работоспособности двигателя в высокогорных и пустынных местностях.

При этом оставалась актуальной задача сохранения унификации двигателей для различных образцов

наземной техники и возможности применения их в народном хозяйстве.

Еще в годы второй мировой войны и особенно вскоре после нее началось бурное развитие газотурбинных двигателей (прежде всего авиационных) как самых легких и компактных среди разнообразных тепловых двигателей.

Развитие теории, опыта разработки и изготовления турбин и компрессоров сыграло существенную роль в создании дизелей с наддувом от лопаточных машин (приводных центробежных нагнетателей и турбокомпрессоров).

В послевоенные годы в нашей стране начала активно формироваться отраслевая наука. Образовались научно-исследовательские институты — ВНИИтрансмаш, НИИ стали, НИИД, а также ряд технологических институтов.

Научно-исследовательские институты развернули работы по формированию концепции создания ВГМ нового поколения, их основных узлов и агрегатов.

Началась разработка научно-обоснованных программ развития перспективных образцов бронетанковой техники и их узлов и агрегатов. В НИИД, например, была проведена серия работ по формированию концепции развития танковых двигателей, в результате которых была научно обоснована необходимость постановки работ в двух основных направлениях:

- создание нового танкового поршневого двигателя (ТПД);
- создания газотурбинного танкового двигателя (ГТД).

При этом были разработаны основные рекомендации по их конструкции, параметрам и характеристикам, вплоть до конструктивного решения по отдельным определяющим узлам.

Проведение в жизнь технической политики, предложенной институтами отрасли, столкнулось с существенными трудностями, возникшими в результате изменения структуры управления промышленностью и подчиненности танковых и моторных конструкторских бюро, а также и заводов-изготовителей различным ведомствам.

Начиная с 60-х годов, в соответствии с новыми требованиями Министерства обороны и достигнутого к тому времени уровня развития двигателестроения, работы по созданию новых танковых двигателей в конструкторских бюро заводов и институтах проводились в следующих направлениях:

1. Создание 4-тактных дизелей с наддувом от ПЦН на базе дизеля В-2 размерностью 15/18, а затем и с

турбонаддувом (новое семейство дизелей размерностью 15/16). Головным КБ по этому направлению было КБ Челябинского тракторного завода (главные конструкторы И.Я.Трашутин и В.И.Бутов).

2. Создание турбопоршневых дизелей на базе 2-тактных двигателей типа 5ТД и 6ТД. Головным КБ было ХКБД завода им.Малышева (главные конструкторы А.Д.Чаромский, Л.Л.Голинец и Н.К.Рязанцев).

3. Создание 4-тактных дизелей повышенной быстроходности (семейство УТД). Головным КБ было ОКБ Барнаульского завода «Трансмаш» (главные конструкторы Б.Г.Егоров, О.А.Назаров и Ю.С.Червяков). Следует отметить, что развитием этого направления в последнее время стало семейство быстроходных многоцелевых двигателей БМД широкого мощностного ряда от 74 кВт (100 л.с.) до 956 кВт (1300 л.с.). Эти многоцелевые двигатели могут использоваться как в народнохозяйственных машинах различного назначения, так и в военных гусеничных машинах (в том числе и в танках), так как соответствуют специальным требованиям к военным машинам. Это новое направление в создании двигателей получает распространение и в работах многих зарубежных фирм. Оно является перспективным особенно при резком сокращении производства военной техники в условиях конверсии промышленности.

4. Создание танкового газотурбинного двигателя. Головным КБ было КБ завода им.В.Я.Климова (главные конструкторы С.П.Изотов и А.А.Саркисов).

Несмотря на целый ряд факторов, отрицательно влияющих на ход работ, в 70-х—80-х годах были созданы образцы двигателей нового поколения по каждому из указанных направлений. По основным показателям они были выполнены на техническом уровне, не уступающем мировому уровню развития двигателестроения.

Наметившееся к 1980 г. отставание по максимальной мощности от зарубежных двигателей к началу 90-х годов было преодолено.

Однако задача организации серийного производства единого унифицированного семейства танковых двигателей в силу организационных и внутриведомственных причин в стране так и не была решена. В нашей стране в 70-х и 80-х годах в стремлении к достижению военно-стратегического паритета с США и европейскими странами НАТО главное внимание уделялось количественному выпуску вооружения и военной техники, в том числе танков и двигателей для них.

В начале 90-х годов, после распада СССР на самостоятельные независимые государства и окончания «холодной войны», появилась возможность при соответствующем направлении конверсии оборонной промышленности уделять большое внимание качественной стороне военной техники, чем ее количественному накоплению. Накопленный за предшествующие годы научно-исследовательский и опытно-конструкторский потенциал по танковым двигателям позволяет решать задачи, поставленные временем. Проблема заключается в правильной и эффективной перестройке экономики, определяющей весь ход сохранения и развития оборонного могущества страны на необходимом уровне.

ОСНОВНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ДВИГАТЕЛЕЙ ОТЕЧЕСТВЕННЫХ ТАНКОВ

(условные обозначения приведены на стр.138)

Марка двигателя	Тип двигателя	Основное название	На какой машине установлен	Год начала выпуска танка	Мощность кВт (л.с.)	Число цилиндров и их расположение	Размерность (D/S)	Литраж, л	Уд.расход топлива, г/кВт·ч (г/л.с.·ч)	Тип системы охлаждения
АМО-Ф-15	Б	АМ	Танк Сормовского завода	1920	25 (34)	4, ВР	10/14	4,4	394 (290)	Ж
Т-18	Б	Т	МС-1	1927	25 (35)	4, ВР	8,5/14	3,2	362 (266)	В
Форд-АА	Б	АМ	Т-27 Т-33 Т-41 Т-37А	1931 1932 1932 1933	29 (40)	4, ВР	9,8/10,8	3,06	394 (290)	Ж
ГАЗ-АА	Б	АМ	Т-43 Т-38	1934 1936	29 (40)	4, ВР	9,8/10,8	3,28	401 (295)	В
ЗИС-5	Б	АМ	БА-5	1933	53 (73)	6, ВР	10,2/11,4	5,55	394 (290)	Ж
Т-26	Б	Т	Т-26 АТ-1 Т-25	1931 1935 1939	66 (90)	4, ГР	12/14,65	6,6	350 (258)	В
М-6	Б	АВ	Т-24	1930	220 (300)	8				Ж
М-5	Б	АВ	БТ-2 БТ-ИС	1931 1937	331 (450)	12, V, (45°)	12,7/17,8	27	326 (240)	Ж

Продолжение таблицы

Марка двигателя	Тип двигателя	Основное название	На какой машине установлен	Год начала выпуска танка	Мощность кВт (л.с.)	Число цилиндров и их расположение	Размерность (D/S)	Литраж, л	Уд.расход топлива, г/кВт·ч (г/(л.с.·ч))	Тип системы охлаждения
АМО-3	Б	АМ	Т-34 (легкий)	1934	44 (60)	6, ВР	9,5/11,4	4,88	340 (250)	Ж
М-17	Б	АВ	Т-28 Т-35 БТ-7	1933 1933 1935	367 (500)	12, V, (60°)	16/19	46,92	313 (230)	Ж
ЗИС-16	Б	АМ	Б-3 БА-11	1939	65 (88)	6, ВР	10,2/11,4	5,55	360 (265)	Ж
ГАЗ-М1	Б	АМ	ТМ, Т-18М	1936 1938	37 (50)	4, ВР	9,8/10,8	3,28	353 (260)	Ж
МТ-5-1	Б	АВ	Т-46-1 Т-46-5	1936 1938	242 (330)	8, V	14/16,5	20,32	326 (240)	В
ГАЗ-11	Б	АМ	Т-40	1939	62,5 (85)	6, ВР	8,2/11,0	3,48	387 (285)	Ж
ГАМ-34БТ	Б	АВ	СМК, Т-100	1939 1939	625 (850)	12, V, (60°)	16/19	45,84	353 (260)	Ж
В-2	Д	Т	БТ-7М Т-34	1938 1939	368 (500)	12, V, (60°)	15/18	38,8	238 (175)	Ж
В-2К	Д	Т	КВ-1 КВ-2 КВ-7 КВ-1С	1939 1940 1941 1942	441 (600)	12, V, (60°)	15/18	38,8	252 (185)	Ж

Продолжение таблицы

Марка двигателя	Тип двигателя	Основное назначение	На какой машине установлен	Год начала выпуска танка	Мощность кВт (л.с.)	Число цилиндров и их расположение	Размерность (D/S)	Литраж, л	Удельный расход топлива, г/кВт·ч (г/(л.с.·ч))	Тип системы охлаждения
В-2В	Д	Т	Тягач «Ворошилов»	1939	276 (375)	12, V, (60°)	15/18	38,8	231 (170)	Ж
В-3	Д	Т	Т-126СП	1940	198 (270)	6, ВР	15/18	19,4	245 (180)	Ж
В-4	Д	Т	Т-50	1940	220 (300)	6, ВР	15/18	19,4	245 (180)	Ж
В-2КФ	ДН ПЦН	Т	КВ-220	1941	625 (850)	12, V, (60°)	15/18	38,8	272 (200)	Ж
В-2-34	Д	Т	Т-34 Т-34-85	1942 1944	367 (500)	12, V, (60°)	15/18	38,8	238 (175)	Ж
В-2-ИС	Д	Т	ИС-85 ИС-1 ИС-2 ИСУ-152 ИСУ-122	1943 1943 1943 1943 1944	382 (520)	12, V, (60°)	15/18	38,8	255 (188)	Ж
ГАЗ-202	Б	АМ	Т-60	1941	62,5 (85)	6, ВР	8,2/11	3,48	367 (270)	Ж
ГАЗ-203	Б	АМ	Т-70 СУ-16 СУ-76М СУ-85А ЗСУ-37	1942 1943 1943 1943 1944	2×51 (2×70)	6, ВР	8,2/11	2×3,48	367 (270)	Ж

Продолжение таблицы

Марка двигателя	Тип двигателя	Основное назначение	На какой машине установлен	Год начала выпуска танка	Мощность кВт (л.с.)	Число цилиндров и их расположение	Размерность (D/S)	Литраж, л	Уд.расход топлива, г/кВт·ч (г/(л.с.·ч))	Тип системы охлаждения
ГАЗ-80	Б	АМ	Т-80 легкий	1943	2×62,5 (2×85)	6, ВР	8,2/11	3,48	367 (270)	Ж
В-2-34М	Д	Т	СУ-100	1944	367 (500)	12, V, (60°)	15/18	38,8	245 (180)	Ж
В-12У	ДН ПЦН	Т	ИС-6	1944	515 (700)	12, V	15/18	38,8	252 (185)	Ж
В-11 ИСЗ	Д	Т	ИС-3	1945	382 (520)	12, V	15/18	38,8	255 (188)	Ж
В-11-34	Д	Т	СУ-100	1944	367 (500)	12, V, (60°)	15/18	38,8	245 (180)	Ж
В-54	Д	Т	Т-54 СУ-122 ЗСУ-57	1946 1949 1950	382 (520)	12, V, (60°)	15/18	38,8	245 (180)	Ж
В-5	Д	Т	КВ-2	1941	515 (700)	12, V, (60°)	15/18	38,8	252 (185)	Ж
В-12М	ДН ПЦН	Т	ИС-4	1947	551 (750)	12, V, (60°)	15/18	38,8	258 (190)	Ж
В-12-5	ДН ПЦН	Т	Т-10	1950	515 (700)	12, V, (60°)	15/18	38,8	258 (190)	Ж
В-54-105	Д	Т	«400»	1949	294 (400)	12, V, (60°)	15/18	38,8	245 (180)	Ж

Продолжение таблицы

Марка двигателя	Тип двигателя	Основное назначение	На какой машине установлен	Год начала выпуска танка	Мощность кВт (л.с.)	Число цилиндров и их расположение	Размерность (D/S)	Литраж, л	Уд.расход топлива, г/кВт·ч (г/(л.с.·ч))	Тип системы охлаждения
В-6М	Д	Т	ПТ-76 БТР-56П ГТТ	1951	176-205 (240-280)	6, ВР	15/18	19,1	258 (190)	Ж
В-44	Д	Т	Т-44	1944	382 (520)	12, V, (60°)	15/18	38,8	258 (190)	Ж
В-404	ДН ПЦН	Т	Снегоход «Харь- ковчан- ка»	1958	404 (550)	12, V, (60°)	15/18	38,8	252 (185)	Ж
В-12-6	ДН ПЦН	Т	Т-72	—	551 (750)	12, V, (60°)	15/18	38,8	246 (181)	Ж
В-12-6Ф	Д ПЦН	Т	Т-10 Т-72	1958	551 (750)	12, V, (60°)	15/18	38,8	258 (190)	Ж
В-105	Д	Т	Опытн. САУ	1954	294 (400)	12, V, (60°)	15/18	38,8	252 (185)	Ж
В-54Г	Д	Т	Т-54	1957	382 (520)	12, V, (60°)	15/18	38,8	252 (185)	Ж
В-54В	Д	Т	Т-54	1957	382 (520)	12, V, (60°)	15/18	38,8	252 (185)	Ж

Продолжение таблицы

Марка двигателя	Тип двигателя	Основное назначение	На какой машине установлен	Год начала выпуска танка	Мощность кВт (л.с.)	Число цилиндров и их расположение	Размерность (D/S)	Литраж, л	Уд.расход топлива, г/кВт·ч (г/(л.с.·ч))	Тип системы охлаждения
В-54ИС	Д	Т	ИС-2М	1957	382 (520)	12, V, (60°)	15/18	38,8	255 (188)	Ж
В-54К	Д	Т	ИСУ-152	1957	382 (520)	12, V, (60°)	15/18	38,8	255 (188)	Ж
В-54П	Д	Т	ПТС-М	1960	257 (350)	12, V, (60°)	15/18	38,8	234 (172)	Ж
В-54Т	Д	Т	АТ-С	1949	202 (275)	12, V, (60°)	15/18	38,8	234 (172)	Ж
В-54А	Д	Т	Т-55	1964	426 (580)	12, V, (60°)	15/18	38,8	235 (173)	Ж
В-55В	Д	Т	Т-55 Т-62	1982	426 (580)	12, V, (60°)	15/18	38,8	235 (173)	Ж
В-55У	Д	Т	Т-55М Т-62М	1982	456 (620)	12, V, (60°)	15/18	38,8	235 (173)	Ж
В-401Г	Д	Т	АТ-Т	1950	305 (415)	12, V, (60°)	15/18	38,8	245 (180)	Ж
В-38	Д	Т	Инж. ВГМ	1963	382 (520)	12, V, (60°)	15/18	38,8	238 (175)	Ж
В-650М	Д	Т	АТ-С-59	1961	220 (300)	12, V, (60°)	15/18	38,8	234 (172)	Ж

Продолжение таблицы

Марка двигателя	Тип двигателя	Основное название	На какой машине установлен	Год начала выпуска танка	Мощность кВт (л.с.)	Число цилиндров и их расположение	Размерность (D/S)	Литраж, л	Уд.расход топлива, г/кВт·ч (г/л.с.·ч)	Тип системы охлаждения
В-59	ДН ПЦН	Т	САУ	1967	382 (520)	12, V, (60°)	15/18	38,8	236 (174)	Ж
В-58	Д ТКР	Т	Опытн. ВГМ	1976	478 (650)	12, V, (60°)	15/18	38,8	224 (165)	Ж
В-46	ДН ПЦН	Т	Т-72	1974	573 (780)	12, V, (60°)	15/18	38,8	251 (185)	Ж
В-46-1	ДН ПЦН	Т	САУ	1979	573 (780)	12, V, (60°)	15/18	38,8	251 (185)	Ж
В-46-2С1	ДН ПЦН	Т	МТ-С	1980	522 (710)	12, V, (60°)	15/18	38,8	247 (182)	Ж
В-46-4	ДН ПЦН	Т	МТ-Т	1974	522 (710)	12, V, (60°)	15/18	38,8	247 (182)	Ж
В-46-5	ДН ПЦН	Т	ПТ-С-2	1974	522 (710)	12, V, (60°)	15/18	38,8	245 (180)	Ж
В-46-6	ДН ПЦН	Т	Т-72М	1978	573 (780)	12, V, (60°)	15/18	38,8	251 (185)	Ж
В-84М	ДН ПЦН	Т	Т-72М	1979	618 (840)	12, V, (60°)	15/18	38,8	247 (182)	Ж
В-88	ДН ПЦН	Т	Танк типа Т-72	1982	647 (880)	12, V, (60°)	15/18	38,8	250 (184)	Ж

Продолжение таблицы

Марка двигателя	Тип двигателя	Основное название	На какой машине установлен	Год начала выпуска танка	Мощность кВт (л.с.)	Число цилиндров и их расположение	Размерность (D/S)	Литраж, л	Удельный расход топлива, г/кВт·ч (г/л.с.·ч)	Тип системы охлаждения
В-2 (Серии М)	ДН ТКР	Т	—	1968	515 (700)	12, V, (60°)	15/18	38,8	—	Ж
В-14М	Д	Т	—	1945	588 (800)	12, V, (60°)	16/18	44,3	—	Ж
«ДГ»	ДН ПЦН	Т	—	1951	294 (400)	12, ГО	15/18	38,17	—	Ж
«ДГМ»	ДН ТКР	Т	—	1955	515 (700)	12, ГО	15/18	38,17	—	Ж
ДГ-600ТК	ДН ТКР	Т	—	1961	558 (800)	12, ГО	15/18	38,17	—	Ж
В-12-7	ДН ПЦН	Т	Тяжелый танк	1958	735 (1000)	12, V, (60°)	15/18	38,9	258 (190)	Ж
ДТН-10	ДН ТКР	Т	Опытный танк	1958	735 (1000)	10, П	16/16	—	—	Ж
УТД-30	Д	Т	Опытный танк	1958	426 (580)	12, V, (66°)	15/15	31,8	238 (175)	Ж
УТД-45	Д	Т	Опытный танк	1962	515 (700)	12, V, (66°)	15/15	31,8	—	Ж
УТД-40	ДН ПЦН	Т	Опытный танк	1959	735 (1000)	12, V, (66°)	15/15	31,8	—	Ж
УТД-20	Д	Т	БМП-1, БМД-1	1965	220 (300)	6, V, (120°)	15/15	15,9	228 (168)	Ж

Окончание таблицы

Марка двигателя	Тип двигателя	Основное назначение	На какой машине установлен	Год начала выпуска танка	Мощность кВт (л.с.)	Число цилиндров и их расположение	Размерность (D/S)	Литраж, л	Уд.расход топлива, г/кВт·ч (г/л.с.·ч)	Тип системы охлаждения
УТД-29	Д	Т	БМП-3	1978	368 (500)	10, V, (144°)	15/15	26,5	222 (163)	Ж
БМД-3	ДН, ТКР	М	—	1991	147-191 (200-260)	3, ВР	15/18	9,54	197-204 (145-150)	Ж
БМД-4	ДН, ТКР	М	—	1991	195-250 (265-340)	4, ВР	15/18	12,72	197-204 (145-150)	Ж
БМД-8	ДН, ТКР	М	—	1991	390-500 (530-680)	8, V, (90°)	15/18	25,44	197-204 (145-150)	Ж
БМД-12	ДН, ТКР	М	—	1991	588-750 (800-1020)	12, V, (90°)	15/18	38,16	197-204 (145-150)	Ж
5ТД	ДН 2-тактн. ТКР	Т	Опытн. танк	1956	426 (580)	5, ГР	12/12	13,5	231 (170)	Ж
5ТДФ	ДН 2-тактн. ТКР	Т	Т-64А	1960	515 (700)	5, ГР	12/12	13,5	232 (170,5)	Ж
6ТД	ДН 2-тактн. ППН+ТКР	Т	Т-80	1985	735 (1000)	6, ГР	12/12	16,3	235 (172)	Ж
ГТД-1000Т	ГТД	Т	Т-80У	1969	735 (1000)	—	—	—	326-350 (240-257)	В

ОСНОВНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ДВИГАТЕЛЕЙ ЗАРУБЕЖНЫХ ТАНКОВ

Двигатели американских танков

Марка двигателя	Тип двигателя	Основное назначение	На какой машине установлен	Год начала выпуска танка	Мощность кВт (л.с.)	Число цилиндров и их расположение	Размерность (D/S)	Литраж, л	Уд.расход топлива, г/кВт·ч (г/л.с.·ч)	Тип системы охлаждения
«Форд Т»	Б	АМ	Танк «Форд»	1918	16,5 (22,5)	4, ВР	—	—	—	Ж
«Либерти»	Б	АВ	Танк Кристи (Т-3)	1931	248 (338)	12, V	—	—	—	Ж
W-670 «Континентал»	Б	АВ	М-3 «Стюарт»	1940	184 (250)	7, Зв.	—	—	—	В
T1020 «Гиббсон»	Д	АВ	М-3 «Стюарт»	1932	195 (265)	9, Зв.	13/14	16,74	—	В
«Кадиллак»	Б	АМ	М-5А1 М-24	1942	80×2 (110×2)	8, V	—	—	—	Ж
R-975-ЕС-2	Б	АВ	М-3 «Грант»	1939	294 (400)	9, Зв.	—	—	—	В
«Крайслер-Мульти-Вэнк»	Б	АМ	М-3А4 М-4А4	1939	(62...74) × 5 (85...100) × 5	6, Зв.	8,7/11,4	4,05	—	Ж

Продолжение таблицы

Марка двигателя	Тип двигателя	Основное назначение	На какой машине установлен	Год начала выпуска танка	Мощность кВт (л.с.)	Число цилиндров и их расположение	Размерность (D/S)	Литраж, л	Уд.расход топлива, г/кВт·ч (г/л.с.·ч)	Тип системы охлаждения
AOS-895-3 «Континентал»	БН	Т	М-41	1950	367 (500)	6, ГО	—	—	—	В
GMC-71	Д Q-тягт.)	АМ	М-4А2	1942	154×2 (210×2)	6, ВР	—	—	—	Ж
«Форд GAA»	Б	Т	М-4А3	1942	386 (525)	8, V	13,7/15,2	19,5	—	Ж
«Форд GAF»	Б	Т	М-26 (Першинг)	1945	366 (500)	8, V	13,7/15,2	19,5	—	Ж
AV-1790	Б	Т	М-46	1948	596 (810)	12, V	—	—	—	В
AV-1-1790-7	Б	Т	М-48	1948	596 (810)	12, V	—	—	—	В
R-975	Б	АВ	САУ М-18	1942	294 (400)	9, 3в.	—	—	—	В
«Райт» G-200	Б	АВ	М-6	1942	588 (800)	9, 3в.	—	—	—	В
AVDS-1790-2	ДН ТКР	Т	М-60А1 М-60А3	1961	550 (750)	12, V	14,6/14,6	29,34	245 (180)	В
8V71T	Д Q-тягт.) ТКР	Т	САУ М-108 М-109	1962	395 (537)	8, V	10,8/12,7	9,82	—	Ж

Продолжение таблицы

Марка двигателя	Тип двигателя	Основное назначение	На какой машине установлен	Год начала выпуска танка	Мощность кВт (л.с.)	Число цилиндров и их расположение	Размерность (D/S)	Литраж, л	Уд.расход топлива, г/кВт·ч (г/(л.с.·ч))	Тип системы охлаждения
AVDS-1790	ДН ТКР	Т	М-60 М-48А2 М-48А3	1960	551 (750)	12, V	—	—	—	В
AVCR-1100-3	Д	Т	МВТ-70 (опытн.)	1963	1085 (1475)	12, V	—	—	—	В
6 V-53T	ДН 2-такт. ТКР	Т	М-551 Шеридан	1966	—	6, V; (66,7°)	—	—	—	В
AVCR-1360-2	Д	Т	ХМ-1	1973	1103 (1500)	12, V	—	—	—	В
LVDS-1100	ДН ТКР	Т	Опытная ВГМ	1981	515 (700)	12, V	—	—	—	Ж
LVDS-1050	ДН ТКР	Т	Опытная ВГМ	1981	735 (1000)	12, V	—	—	—	Ж
AVDS-1100	Д	Т	Опытная ВГМ	1982	809 (1100)	12, V	—	—	—	Ж
VTA-903T	ДН	Т	БМП М-2 Брэдли	—	373 (507)	8, V, (90°)	14/12,1	—	—	Ж

Продолжение таблицы

Марка двигателя	Тип двигателя	Основное название	На какой машине установлен	Год начала выпуска танка	Мощность кВт (л.с.)	Число цилиндров и их расположение	Размерность (D/S)	Литраж, л	Уд.расход топлива, г/кВт·ч (г/л.с.·ч)	Тип системы охлаждения
AGT-1500 AVCO «Лайкоминг»	ГТД	Т	М-1А1	1979	1118 (1520)				300 (220)	В
GT-601 «Геррит Тэрбин»	ГТД	Т	Опытная БМП и легкие танки	1980	470 (640)				272 (200)	В

Двигатели германских танков

Марка двигателя	Тип двигателя	Основное название	На какой машине установлен	Год начала выпуска танка	Мощность кВт (л.с.)	Число цилиндров и их расположение	Размерность (D/S)	Литраж, л	Уд.расход топлива, г/кВт·ч (г/(л.с.·ч))	Тип системы охлаждения
«Даймлер»	Б	АМ	А-7V	1917	73,5×2 (100×2)	4, ВР	—	—	—	Ж
HL38TRKM («Майбах»)	Б	АМ	Т-IA	1935	73,5 (100)	6, ВР	9/10	3,79	—	Ж
M305-60PS	Б	АМ	Т-I	1934	44 (60)	4, ГО	9/13	3,31	—	В
HL-45 («Майбах»)	Б	АМ	Т-IF	1941	110 (150)	6, ВР	—	—	—	Ж
HL-60TRM («Майбах»)	Б	АМ	Т-IIIВ	1938	103 (140)	6, ВР	10,5/12	6,19	—	Ж
HL-66P («Майбах»)	Б	АМ	Т-II	1941	132 (180)	6, ВР	10,5/12	6,19	—	Ж
HL-108TR («Майбах»)	Б	Т	Т-IIIА	1939	184-220 (250-300)	12, V	10,5/11,5	11,9	—	Ж
HL-120TRM («Майбах»)	Б	Т	Т-III Т-IV	1940	220 (300)	12, V	10,5/11,5	11,9	340 (250)	Ж

Продолжение таблицы

Марка двигателя	Тип двигателя	Основное назначение	На какой машине установлен	Год начала выпуска танка	Мощность кВт (л.с.)	Число цилиндров и их расположение	Размерность (D/S)	Литраж, л	Уд.расход топлива, г/кВт·ч (л/л.с.·ч)	Тип системы охлаждения
NL-230P30 («Майбах»)	Б	Т	T-V T-VIB	1943 1944	515 (700)	12, V	13/15	23,85	—	Ж
NL-210P45 («Майбах»)	Б	Т	T-VIN	1943	478 (650)	12, V	12,5/14,5	21,4	340 (250)	Ж
MB-507 («Даймлер-Бенц»)	Д	Т	Опытн. T-VD	1944	496-530 (675-720)	12, V	16/18	43,4	—	Ж
MB-509 («Даймлер-Бенц»)	БН	АВ	«Маус»	1945	1287 (1750)					
MB-838 Cam500	ДН ПЦН	Т	«Леопард-1», «Гепард»	1964	610 (830)	10, V (90°)	16,5/17,5	37,4	245 (180)	Ж
MB-833Ea	ДН ТКР	Т	БМП «Мардер», ЗРК «Роланд»	1965	440 (600)	6, V (90°)	16,5/17,5	22,4	245 (180)	Ж
MB-837Aa	Д	Т	Установка ПТУР «Ягуар»	1978	367 (500)	8, V (90°)	16,5/17,5	29,4	—	Ж

Продолжение таблицы

Марка двигателя	Тип двигателя	Основное название	На какой машине установлен	Год начала выпуска танка	Мощность кВт (л.с.)	Число цилиндров и их расположение	Размерность (D/S)	Литраж, л	Уд.расход топлива, г/кВт·ч (г/(л.с.·ч))	Тип системы охлаждения
MB-873Ka501	ДН ТКР	Т	«Лео-пард-2»	1978	1100 (1500)	12, V (90°)	17/17,5	47,6	245 (180)	Ж
MB-871Ka501	ДН ТКР	Т	САУ SP-70	1978	880 (1200)	8, V (90°)	17/17,5	31,7	245 (180)	Ж
MT-883	ДН ТКР	Т	Опытный танк	1983	1100 (1500)	12, V (90°)	14/13,6	25,1	238 (175)	Ж

Двигатели английских танков

Марка двигателя	Тип двигателя	Основное название	На какой машине установлен	Год начала выпуска танка	Мощность кВт (л.с.)	Число цилиндров и их расположение	Размерность (D/S)	Литраж, л	Уд.расход топлива, г/кВт·ч (г/(л.с.·ч))	Тип системы охлаждения
«Рикардо»	Б	ТР	«Маленький Вилли»	1915	77 (105)	6, ВР	—	—	—	Ж
«Рикардо»	Б	АМ	МК-V	1917	110 (150)	6, ВР	—	—	—	Ж
«Форд-Т»	Б	АМ	МК-VI	1928	30 (40)	4, ВР	—	—	—	Ж
«Роллс-Ройс»	Б	АМ	МКII	1929	49 (66)	6, ВР	—	—	—	Ж
«Армстронг-Сиддлей»	Б	АМ	«Виккерс-А»	1930	59 (80)	4, ВР	—	—	—	В
«Форд-8»	Б	АМ	«Матильда-1»	1936	51 (70)	8, V	—	—	—	Ж
«Медоус»	Б	АМ	«Виккерс»	1937	64 (87)	4, ВР	—	—	—	Ж
АЕС-6	Б	АМ	МК-1	1937	110 (150)	6, ВР	—	—	—	Ж

Продолжение таблицы

Марка двигателя	Тип двигателя	Основное назначение	На какой машине установлен	Год начала выпуска танка	Мощность кВт (л.с.)	Число цилиндров и их расположение	Размерность (D/S)	Литраж, л	Уд.расход топлива, г/кВт·ч (г/л.с.·ч)	Тип системы охлаждения
«Ньюфилд-Либерти»	Б	АВ	МК-III МК-VI	1937 1940	250 (340)	12, V	12,7/17,8	27,04	—	Ж
«Медоус» (280)	Б	Т	МК-V («Ковенантер»)	1940	206 (280)	12, ГО	—	—	—	Ж
«Медоус» (165)	Б	Т	МК-VII («Тетрарх»)	1938	121 (165)	12, ГО	—	—	—	Ж
«Медоус» (148)	Б	Т	МК-VIII («Гарри Голкинс»)	1941	109 (148)	12, ГО	—	—	—	Ж
«Шевроле»	Б	АМ	Колесно-гусен. танк «Шеффилд»	1940	96 (130)	6, ВР	—	—	—	Ж
АЕС А-190	Д	АМ	«Валентайн»	1940	96 (130)	6, ВР	12/14,2	9,65	—	Ж
GMC-6004	Д (Q-такт.)	АМ	«Валентайн-IV»	1941	101 (138)	6, ВР	10,8/12,7	6,98	—	Ж

Продолжение таблицы

Марка двигателя	Тип двигателя	Основное название	На какой машине установлен	Год начала выпуска танка	Мощность кВт (л.с.)	Число цилиндров и их расположение	Размерность (D/S)	Литраж, л	Уд. расход топлива, г/кВт·ч (г/(л.с.·ч))	Тип системы охлаждения
«Ньюфилд-Либерти»	Б	АВ	МК-VI «Крусайдер-III»	1940	250 (340)	12, V	—	—	—	Ж
«Ягуар-ХК»	Б	АМ	«Скорпион»	1940	143 (195)	6, ВР	—	—	—	Ж
«Лейланд» РРЗ	Д	АМ	МК-IIA «Матильда»	1940	(70×2) (95×2)	6, ВР	10,8/12,7	6,98	—	Ж
«Нью-Либерти»	Б	АВ	«Центавр»	1942	300 (410)	12, V	12,7/17,78	27,04	—	Ж
«Воксхолл» «Бедфорд»	Б	Т	«Черчилль»	1942.	257 (350)	12, ГО	12,7/13,98	21,22	—	Ж
«Метеор»	Б	Т	«Кромвелл», «Комета», «Челленджер», «Тортес»	1943 1944 1952 1945	440 (600)	12, V	13,7/15,24	—	—	Ж
«Метеор»	Б	Т	«Дентурион» МКЗ	1948	470 (640)	12, V	13,7/15,24	—	—	Ж
«Метеор»	Б	Т	«Дентурион» МК10	1960	478 (650)	12, V	13,7/15,24	—	—	Ж

Продолжение таблицы

Марка двигателя	Тип двигателя	Основное назначение	На какой машине установлен	Год начала выпуска танка	Мощность кВт (л.с.)	Число цилиндров и их расположение	Размерность (D/S)	Литраж, л	Уд.расход топлива, г/кВт·ч (г/(л.с.·ч))	Тип системы охлаждения
L60MK4B	Д 2-такт.	Т	«Виккерс» МК-1	1965	515 (700)	6, ВР	—	—	—	Ж
«Дженерал-Моторс»	ДН ТКР	Т	«Виккерс» МК-3	1965	588 (800)	12, V	—	—	—	Ж
L60 «Лейланд»	ДН 2-такт.	Т	«Чифтен» МК-3	1969	537 (730)	6, ВР	—	—	—	Ж
L60MK7A «Лейланд»	ДН 2-такт. ТКР	Т	«Чифтен» МК-5	1973	618 (840)	6, ВР	—	—	—	Ж
12V-1000 «Кондор»	ДН ТКР	Т	«Вэлиэнт»	1981	735 (1000)	12, V (90°)	—	—	—	Ж
12V-1200 «Кондор»	ДН ТКР	Т	«Челленджер»	1981	880 (1200)	12, V (90°)	—	—	—	Ж

Двигатели французских танков

Марка двигателя	Тип двигателя	Основное назначение	На какой машине установлен	Год начала выпуска танка	Мощность кВт (л.с.)	Число цилиндров и их расположение	Размерность (D/S)	Литраж, л	Уд.расход топлива, г/кВт·ч (г/л.с.·ч)	Тип системы охлаждения
«Шнейдер»	Б	АМ	Легкий танк «Шнейдер»	1916	40 (55)	4, ВР	—	—	—	Ж
«Панар»	Б	АМ	«Сен-Шамон»	1916	66 (90)	4, ВР	—	—	—	Ж
«Рено»	Б	АМ	«Рено FT»	1917	26 (35)	4, ВР	—	—	—	Ж
«Рено»	Б	АВ	Тяжелый танк «1В»	1917	176 (240)	12, V	—	—	—	В
«Мерседес»	Б	АВ	Тяжелый танк «2С»	1921	132×2 (180×2)	6, ВР	—	—	—	В
«Рено»	Б	АМ	«Рено» NCI	1927	44 (60)	4, ВР	—	—	—	Ж
«Рено»	Б	АМ	Тяжелый танк «В»	1929	132 (180)	6, ВР	—	—	—	Ж
«Рено»	Б	Т	Средний танк «В-1»	1930	184 (250)	6, ВР	—	—	—	Ж

Продолжение таблицы

Марка двигателя	Тип двигателя	Основное название	На какой машине установлен	Год начала выпуска танка	Мощность кВт (л.с.)	Число цилиндров и их расположение	Размерность (D/S)	Литраж, л	Уд.расход топлива, г/кВт·ч (г/л.с.·ч)	Тип системы охлаждения
«Рено»	Б	АМ	Легкий танк «D-1»	1931	48 (65)	4, ВР	—	—	—	Ж
«Рено»	Б	АМ	«Рено» VM	1933	62 (84)	8, V	—	—	—	Ж
«Рено»	Б	АМ	«Рено» ACG-1	1934	132 (180)	—	—	—	—	Ж
«Рено»	Б	АМ	«Рено» R-35	1935	75 (102)	4, ВР	—	—	—	Ж
«Рено»	Б	Т	Средний танк «В-1»	1936	294 (400)	12, V	—	—	—	Ж
«Сомуа» AC-4	Б	АВ	«Сомуа» S-35	1935	162 (220)	8, V	—	—	—	Ж
«Испано-Сюиза»	Б	АВ	DP-2	1935	167 (228)	12, V	—	—	—	Ж
«Гочкис»	Б	АМ	H-35	1935	55 (75)	6, ВР	—	—	—	Ж
«Берлие»	Д	АМ	FCM-36	1936	67 (91)	4, ВР	—	—	—	Ж
«Астер»	Д	АМ	AMX-38	1938	110 (150)	4, ВР	—	—	—	Ж

Продолжение таблицы

Марка двигателя	Тип двигателя	Основное название	На какой машине установлен	Год начала выпуска танка	Мощность кВт (л.с.)	Число цилиндров и их расположение	Размерность (D/S)	Литраж, л	Уд.расход топлива, г/кВт·ч (г/л.с.·ч)	Тип системы охлаждения
«Мерседес»	БН	АВ	АМХ-50	1950	735 (1000)	12, V	—	—	—	Ж
SOFAM	Б	Т	АМХ-13	1951	198 (270)	8, ГО	11,2/10,5	—	—	Ж
HS-115-2	ДН ТКР	Т	АМХ-10 и др.	1959	206 (280)	8, V (90°)	—	—	—	Ж
HS-110	ДН ТКР	Т	АМХ-30	1963	529 (720)	12, ГО	14,5/14,5	28,7	245 (180)	Ж
V12X1100	ДН ТКР	Т	АМХ-40	1988	809 (1100)	12, V (90°)	14,2/13	24,7	—	Ж
V8X1500	ДН	Т	«Лек-лерк»	1991	1100 (1500)	8, V (90°)	14,2/13	16,4	—	Ж

Двигатели японских танков

Марка двигателя	Тип двигателя	Основное наименование	На какой машине установлен	Год начала выпуска танка	Мощность кВт (л.с.)	Число цилиндров и их расположение	Размерность (D/S)	Литраж, л	Уд.расход топлива, г/кВт·ч (г/(л.с.·ч))	Тип системы охлаждения
Тип «100»	Б	АМ	Танк №1	1927	103 (140)	6, ВР				Ж
	Б	АМ	Текей	1932	23,5 (32)	4, ВР				В
	Д	АМ	Теке	1937	48 (65)	4, ВР				В
	Д	АМ	Хаго	1935	80 (110)	6, ВР				В
	Д	АМ	Кени	1938	110 (150)	6, ВР				В
	Д	Т	Камия	1942	84 (115)	6, ВР				В
	Д	Т	Тихэ	1937	125 (170)	12, V				В
	Д	Т	Тихэ	1941	176 (240)	12, V				В
	Б	АВ	Тиния	1934	213 (290)	6, ВР				Ж
	Д	Т	SS-4	1959	88 (120)	6, ВР				В
«Камацу» Т120 Н-21WT	Д	Т	ST-A4	1957	441 (600)	12, V				В

Продолжение таблицы

Марка двигателя	Тип двигателя	Основное назначение	На какой машине установлен	Год начала выпуска танка	Мощность кВт (л.с.)	Число цилиндров и их расположение	Размерность (D/S)	Литраж, л	Уд.расход топлива, г/кВт·ч (г/л.с.·ч)	Тип системы охлаждения
10ZF-22	ДН 2-такт. ТКР	Т	«74»	1964 1974	640 (870)	10, V	13,5/15	21,5	254	В
8HA-21WT	Д	Т	SUB-1	1973	162 (220)	8, V				В
4ZF	Д 2-такт.	Т	SUB-2	1973	220 (300)	4, V				В
10ZG	ДН 2-такт. ТКР	Т	«90»	1987	1100 (1500)	10, V	13,5/15	21,5		Ж

Двигатели итальянских танков

Марка двигателя	Тип двигателя	Основное назначение	На какой машине установлен	Год начала выпуска танка	Мощность кВт (л.с.)	Число цилиндров и их расположение	Размерность (D/S)	Литраж, л	Уд.расход топлива, г/кВт·ч (г/л.с.·ч)	Тип системы охлаждения
«Фиат»-3000A	Б	Т	«Фиат»	1923	36 (50)	4, ВР	—	—	—	Ж
«Форд-Т»	Б	АМ	«Фиат-Ансальдо»	1929	16,5 (22,5)	4, ВР	—	—	—	Ж
L6-40	Б	АМ	Легкий танк «Фиат-Ансальдо»	1939	50 (68)	4, ВР	—	—	—	Ж
8TM.11	Д	АМ	Средний танк M11/39	1939	77 (105)	8, V	—	—	—	Ж
8TM.13	Д	АМ	M13/40	1940	77 (105)	8, V	—	—	—	Ж
«Фиат»	Б	Т	M15/42	1942	141 (192)	8, V	—	—	—	Ж
Опытный	Б	Т	Средний танк «Сахариано»	1943	184 (250)	12, V	—	—	—	Ж

Окончание таблицы

Марка двигателя	Тип двигателя	Основное назначение	На какой машине установлен	Год начала выпуска танка	Мощность кВт (л.с.)	Число цилиндров и их расположение	Размерность (D/S)	Литраж, л	Уд.расход топлива, г/кВт·ч (г/л.с.·ч)	Тип системы охлаждения
Опытный	Д	Т	Тяжелый танк (опыт)	1943	202 (275)	12, V	—	—	—	Ж
V12M-TCA	ДН ТКР	Т	Опытный танк С-1	1986	880 (1200)	12, V	14,5/13	25,76	231 (170)	Ж

УСЛОВНЫЕ ОБОЗНАЧЕНИЯ

Б	— бензиновый двигатель
Д	— дизельный двигатель
БН	— бензиновый двигатель с наддувом
ДН	— дизельный двигатель с наддувом
ГТД	— газотурбинный двигатель
АМ	— автомобильный двигатель
АВ	— авиационный двигатель
ТР	— тракторный двигатель
Т	— танковый двигатель
М	— многоцелевой двигатель
ВР	— вертикальное рядное расположение цилиндров
ВГ	— горизонтальное рядное расположение цилиндров
V	— расположение блоков цилиндров под углом (величина угла указана в скобках)
ГО	— горизонтально-оппозитное расположение цилиндров
П	— двигатель с расположением блоков в виде перевернутой буквы П
Зв.	— звездообразное расположение цилиндров
ПЦН	— наддув от приводного центробежного нагнетателя
ТКР	— наддув от турбокомпрессора
Ж	— жидкостное охлаждение двигателя
В	— воздушное охлаждение двигателя

ХРОНОЛОГИЯ ОСНОВНЫХ СОБЫТИЙ

- 30 апреля 1945 г. Барнаульский завод №77 («Трансмаш») награжден орденом Ленина.
- 30 апреля 1945 г. СКБ-75 Кировского завода в г.Челябинске награждено орденом Ленина.
- 19 июля 1945 г. Кировский завод в г.Челябинске награжден орденом Кутузова I степени.
- 5 августа 1945 г. На Барнаульском заводе «Трансмаш» изготовлен юбилейный 10-тысячный танковый дизель.
- 11 августа 1945 г. На свердловском заводе №76 изготовлен юбилейный 25-тысячный танковый дизель.
- Февраль 1947 г. На Барнаульском заводе «Трансмаш» освоен серийный выпуск дизеля 3Дб.
- 1947 г. На серийное производство ЧТЗ поставлен дизель с наддувом В-12 для танка ИС-4.
- 1948 г. В Свердловске завод №76 и «Турбинный завод» объединены в одно предприятие «Уральский Турбомоторный завод».
- 1948—1949 гг. На Кировском заводе (Ленинград) разрабатывался первый проект ГТД для танка.
- 1948—1950 гг. В ОНД ЦИАМ под руководством А.Д.Чаромского разработан двухтактный авиационный дизель М-305 с размерностью 12/12.
- 1949—1951 гг. На Барнаульском заводе «Трансмаш» создавался двигатель В-6 мощностью 176 кВт (240 л.с.) для легких военных гусеничных машин.
- 1949—1952 гг. На Барнаульском заводе «Трансмаш» разрабатывались дизели Д-17, Д-19, Д-21.
- 1 ноября 1952 г. На базе одной из лабораторий ЦИАМ организована самостоятельная Научно-исследовательская лаборатория двигателей (НИЛД), которая передана в подчинение Минтрансмаша СССР. Эта лаборатория в 1966 г. преобразована в Научно-исследовательский институт двигателей (НИИД).
- 1952 г. На Уральском Турбомоторном заводе изготовлен и испытан на стенде первый опытный образец горизонтально-оппозитного дизеля «ДГ» мощностью 294 кВт (400 л.с.).

- 1954 г. А.Д.Чаромским (НИЛД) внесено техническое предложение о создании двухтактного танкового дизеля.
- 1955 г. Правительство приняло решение о создании на Харьковском заводе транспортного машиностроения конструкторского бюро по дизелям (ХКБД) и о создании 2-тактного танкового дизеля. Главным конструктором назначен профессор А.Д.Чаромский.
- 1955 г. В ХКБД началось проектирование 2-тактного танкового дизеля 5ТД.
- 1955 г. На Уральском турбомоторном заводе разработан, изготовлен и испытан горизонтально-оппозитный дизель ДГМ (с наддувом от ПЦН) мощностью 515 кВт (700 л.с.).
- 1955—1958 гг. На Кировском заводе в Ленинграде разрабатывался танковый ГТД-1 мощностью 735 кВт (1000 л.с.).
- 1956—1959 гг. На Уральском турбомоторном заводе разрабатывался дизель 2ДГ-8М мощностью 735 кВт (1000 л.с.).
- 1956 г. На Барнаульском заводе «Трансмаш» разработано техническое предложение о создании семейства универсальных танковых двигателей (УТД).
- 1957 г. На Барнаульском заводе «Трансмаш» изготовлены первые образцы опытного дизеля УТД.
- Июнь 1958 г. Постановлением Правительства заводу «Трансмаш» (г.Барнаул) поручено создать семейство универсальных танковых дизелей: УТД-20, УТД-30, УТД-40.
- Ноябрь 1958 г. На Барнаульском заводе «Трансмаш» создано ОКБ по дизелям (главный конструктор Б.Г.Егоров).
- 1958 г. На ЧТЗ изготовлены опытные образцы дизеля с наддувом В12-7 мощностью 735 кВт (1000 л.с.).
- 1958 г. В ОКБ Барнаульского завода «Трансмаш» разработан проект первого дизеля УТД мощностью 426 кВт (580 л.с.) под индексом УТД-30.
- 1958—1959 гг. В СКБ-75 ЧТЗ разрабатывался новый дизель ДТН-10 мощностью 735 кВт (1000 л.с.).
- 1958—1960 гг. На заводе «Звезда» (Ленинград) велись работы над проектом танкового двигателя М-850 мощностью 772 кВт (1050 л.с.) на базе авиационного дизеля М-50.

- I квартал 1959 г. В ОКБ Барнаульского завода «Трансмаш» разработан технический проект дизеля УТД-20.
- 1959 г. В Барнауле на заводе «Трансмаш» изготовлены первые опытные образцы дизеля УТД-40 мощностью 735 кВт (1000 л.с.).
- 1959 г. В ХКБД (главный конструктор Л.Л.Голинец) дизель 5ТД форсирован по мощности до 515 кВт (700 л.с.). Двигатель получил наименование 5ТДФ.
- 1959 г. Двигатель 5ТД мощностью 426 кВт (580 л.с.) прошел междуведомственные испытания.
- 1960 г. В ОКБ В.А.Глушенкова (г.Омск) разрабатывался танковый газотурбинный двигатель ГТД-3Т мощностью 515 кВт (700 л.с.) на базе вертолетного двигателя ГТД-3.
- 1961 г. На ЧТЗ началось серийное изготовление дизеля В-27 с турбонаддувом.
- 1961 г. На Уральском турбомоторном заводе создан опытный дизель ДГ-600ТК.
- 1962 г. На Барнаульском заводе «Трансмаш» разработан проект дизеля УТД-45 с наддувом от ПЦН, мощностью 515 кВт (700 л.с.).
- 1962—1964 гг. В ОКБ ЧТЗ (главный конструктор В.Б.Михайлов) разрабатывался танковый газотурбинный двигатель ГТД-700 мощностью 618 кВт (840 л.с.) с теплообменником.
- 1963 г. Дизель УТД-30 завода «Трансмаш» (г.Барнаул) рекомендован к принятию в серийное производство.
- Сентябрь 1963 г. Первый образец БМП с двигателем УТД-20 прошел заводские испытания.
- 1963 г. К созданию танкового ГТД подключен завод им.В.Я.Климова (главный конструктор С.П.Изотов).
- 1963 г. В ОКБ завода «Трансмаш» (г.Барнаул) на базе двигателя УТД-20 разработан технический проект 6-цилиндрового дизеля типа Д-20 в автомобильном, тракторном и общепромышленном исполнении.
- 1964 г. БМП с дизелем УТД-20 успешно прошла полигонно-войсковые испытания.
- 1964—1967 гг. В Харькове на заводе транспортного машиностроения им.Малышева поочередно вводились в эксплуатацию основные мощности нового дизельного производства.
- 1965 г. На ЧТЗ началось изготовление дизеля В-42 с турбонаддувом для трактора ДЭТ-250.

- 1965 г. В ОКБ В.А.Глушенкова (г.Омск) на базе вертолетного газотурбинного двигателя ГТД-3Ф разрабатывались танковые варианты двигателя ГТД-3ТЛ и ГТД-3ТУ мощностью 588 кВт (800 л.с.).
- 1965 г. Дизель УТД-20 принят в серийное производство завода «Трансмаш» (г.Барнаул).
- 1965—1966 гг. В ОКБ В.А.Глушенкова (г.Омск) разрабатывался танковый газотурбинный двигатель ГТД-3ТП мощностью 735 кВт (1000 л.с.).
- 1965—1966 гг. В ОКБ завода «Трансмаш» (г.Барнаул) создан судовой вариант дизеля УТД-20 под индексом 3Д20.
- 1966 г. На Харьковском заводе транспортного машиностроения им.Малышева начато серийное производство дизеля 5ТДФ.
- 1966 г. На заводе им.В.Я.Климова для тяжелого танка конструкции Ж.Я.Котина разрабатывались спаренные установки из двух ГТД-350Т и двух ГТД-450Т мощностью соответственно 2×294 и 2×279 кВт.
- 1966 г. Дизель УТД-45 завода «Трансмаш» (г.Барнаул) прошел межведомственные стендовые испытания.
- 1966 г. Боевая машина пехоты БМП-1 с дизелем УТД-20 принята в серийное производство. Дизель УТД-20 принят на снабжение армии.
- 1967 г. В ОКБ ЧТЗ (главный конструктор В.Б.Михайлов) разрабатывался аванпроект танкового газотурбинного двигателя ГТД Т-2 мощностью 735 кВт (1000 л.с.) с теплообменником.
- 1968 г. Боевая машина десанта БМД-1 с двигателем типа УТД-20 (индекс двигателя 5Д20-240) принята в серийное производство.
- 1968 г. Началась массовая эксплуатация судовых двигателей 3Д20 завода «Трансмаш» (г.Барнаул).
- 1968 г. На заводе им.В.Я.Климова разработан танковый газотурбинный двигатель ГТД-1000Т и изготовлены первые три образца.
- Май 1970 г. Правительственным постановлением ОКБ ЧТЗ преобразовано в самостоятельное предприятие «СКБ» «Турбина», которому поручено создать газотурбинный двигатель для легкой гусеничной машины типа БМП.
- 1970 г. На заводе «Трансмаш» (г.Барнаул) создана дизельгенераторная установка (ДГУ) с двигателем типа УТД-20 (индекс дизеля 1Д20).

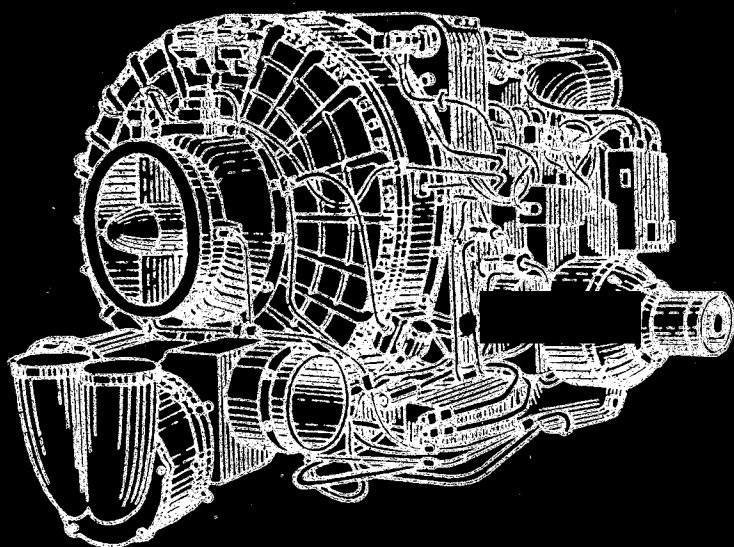
- 1970 г. Началось серийное производство первого отечественного танкового газотурбинного двигателя ГТД-1000Т мощностью 735 кВт (1000 л.с.).
- 1974 г. На ЧТЗ началось серийное производство многотопливного дизеля В-46 с наддувом от ПЦН мощностью 573 кВт (780 л.с.).
- 1976 г. На ЧТЗ началось серийное производство дизеля В-58 с турбонаддувом мощностью 478 кВт (650 л.с.).
- 1979 г. На ЧТЗ началось серийное производство дизеля В-84М с наддувом от ПЦН мощностью 618 кВт (840 л.с.).
- 1985 г. На Харьковском заводе транспортного машиностроения им.Малышева началось серийное производство 2-тактного дизеля 6ТД мощностью 735 кВт (1000 л.с.).
- 1991 г. На заводе «Трансмаш» (г.Барнаул) разработано семейство дизелей БМД (БМД-3, БМД-4, БМД-8, БМД-12) многоцелевого назначения.
-

ОГЛАВЛЕНИЕ

В в е д е н и е	3
Глава 1. Послевоенное развитие танкостроения	9
Глава 2. Модернизация серийных дизельных двигателей ...	13
Челябинский тракторный завод	13
Уральский турбомоторный завод	19
Барнаульский завод «Трансмаш»	27
Глава 3. Разработка новых танковых дизельных двигателей	29
Челябинский тракторный завод	29
Уральский турбомоторный завод	31
Ленинградский завод «Звезда»	34
Барнаульский завод «Трансмаш»	35
Харьковский завод транспортного машиностроения им. Малышева	57
Глава 4. Создание танковых газотурбинных двигателей ...	73
Из истории создания газовой турбины	73
Создание силовых установок транспортных машин с ГТД	76
Разработка двигателей для танков на базе вертолет- ных ГТД	80
Разработка танковых ГТД	83
Глава 5. Развитие танковых двигателей за рубежом	94
З а к л ю ч е н и е	106
Приложение 1. Основные характеристики двигателей отечественных танков	111
Приложение 2. Основные характеристики двигателей зарубежных танков	120
Приложение 3. Хронология основных событий	139

Е. А. Зубов

ДВИГАТЕЛИ ТАНКОВ



ИТЦ „Информтехника“
Москва, 1995