

Оглавление

К ЧИТАТЕЛЮ	7
ОТ АВТОРОВ	11
ВВЕДЕНИЕ	13
ПРЕДШЕСТВЕННИКИ. ПЕРВЫЕ ШАГИ	15
СРЕДОТОЧИЕ УСИЛИЙ	31
УРАЛЬСКИЙ ЗАДЕЛ	34
ЛЕНИНГРАДСКИЕ НАРАБОТКИ	51
НОВЫЕ ЗАДАЧИ	55
ОПОРА НА ЛЕНИНГРАД	58
НЕИСПОЛЬЗОВАННЫЙ ШАНС	60
ВРЕМЯ НЕ ЖДЕТ	70
ЧУЖИЕ ГРЕХИ	74
«ОБЪЕКТ 219» ВЫХОДИТ ИЗ ТЕНИ	80
ЗАДАНИЕ НА РАЗРАБОТКУ НОВОГО ТАНКА	103
ПОИСКИ РЕШЕНИЙ ПРОДОЛЖАЮТСЯ	107
ПРОТИВОСТОЯНИЕ НАРАСТАЕТ	120
КОНТРОЛЬНЫЙ ЭКЗАМЕН	139

ПОСЛЕДНИЕ ДИСКУССИИ	147
ОБЩЕЕ ОПИСАНИЕ ТАНКА	152
ВМЕСТО ЗАКЛЮЧЕНИЯ	194
МОДИФИКАЦИИ ТАНКА Т-80, ПРИНЯТЫЕ НА ВООРУЖЕНИЕ	195
<i>Литература и источники</i>	204

К читателю

Прошло уже 40 лет со дня принятия на вооружение Советской армии первого в мире серийного образца танка Т-80 с газотурбинной силовой установкой (ГТСУ). Изложенная в представляемой вниманию читателей книге хронология событий позволяет подробно изучить тяжелый, неизведанный путь, преодоленный отечественными специалистами при разработке конструкции газотурбинного танка, и детально оценить тесное, плодотворное взаимодействие многочисленных предприятий и организаций Советского Союза.

История создания танка Т-80 показывает, как на основе теоретических разработок в области газовой динамики и использования результатов научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ в СССР удалось разработать и внедрить на основной танк ГТСУ, обеспечивающую повышение его боевых качеств, значительно опередив при этом зарубежных «партнеров». По существу, создателям танка удалось совершить революционный шаг в танкостроении, равнозначный переходу в конце 1930-х г. от карбюраторного двигателя к дизельному, а к началу 1950-х гг. в авиации — с поршневого на газотурбинный. Новизна и эффективность реализованных в конструкции танка Т-80 решений подтверждается 326 авторскими свидетельствами и 4 патентами. В результате Советская армия получила современный танк, ставший впоследствии одним из общепризнанных лидеров мирового танкостроения. Создание танка Т-80 с ГТСУ позволило повысить технический уровень советской бронетанковой техники и накопить обширный научно-технический задел для дальнейшего развития танковых газотурбинных силовых установок.

Именно ГТСУ стала одним из основных факторов, обеспечивающих боевое и эксплуатационно-техническое превосходство танка Т-80.



Это подтверждают результаты многолетней войсковой эксплуатации танка в СССР, ГДР, Польше, сравнительные испытания в Швеции и Индии (1993–1994 гг.), выставки вооружения и военной техники в ОАЭ (1993–1995 гг.) и Греции (1998 г.).

По ряду причин эволюционный путь совершенствования танковых ГТСУ в нашей стране был прерван, но и в настоящий момент среди специалистов не прекращается дискуссия о выборе типа силовой установки для современного танка. Имеющийся заложенный потенциал модернизации ГТСУ достаточно высок, и для устранения сдерживания развития газотурбинных двигателей требуется осмысление концепции модернизации и развития танковой ГТСУ, что невозможно без изучения имеющегося богатого опыта выполненных работ. Исходя из этого, изложенные в книге материалы, ставшие уже историческими, представляют несомненный интерес для всех читателей, интересующихся развитием танкостроения в нашей стране.

*В. И. Козишкурт,
генеральный директор АО «Спецмаш»*

6 июня 1976 г. постановлением БЦК КПСС и Совета министров СССР № 539–184 был принят на вооружение Советской армии танк с газотурбинным двигателем с присвоением шифра Т-80.

Принятие на вооружение первого в мире серийного танка с ГТСУ стало возможным благодаря созданию Ленинградской танковой школы в составе танкового КБ ЛПО «Кировский завод», научно-исследовательского института ВНИИтрансмаш и КБ по разработке танкового газотурбинного двигателя на ЛНПО им. В.Я. Климова.

Из опыта общемировой практики создания высокотехнологичных изделий известна необходимость гармоничного сочетания результатов научных изысканий и оптимальных конструкторских решений. Максимальную эффективность данного взаимодействия удалось продемонстрировать создателям ленинградского газотурбинного танка. Формирование мощных баз, производственной и экспериментальной, позволило в кратчайший срок разработать и начать серийное производство танковой ГТСУ. Решающее значение при этом имела организация работ и творческий подход коллективов под руководством Н.С. Попова, С.П. Изотова и В.С. Старовойтова.

Изложенная в книге хронология событий позволяет проследить, какой тяжелый и неизведанный путь потребовалось преодолеть разработчикам, чтобы на основе теоретических разработок в области газовой динамики и результатов многочисленных научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ НИИ и КБ отечественного танкостроения разработать и внедрить на основной танк не только ГТСУ, но и другие передовые технические решения, создав практически новую боевую машину, существенно превосходящую серийный танк Т-64А. Все это стало возможным благодаря



реализации огромного научно-технического задела по различным направлениям: газотурбинным установкам для наземной техники, воздухоочистке, ходовой части, трансмиссии, обеспечению точности стрельбы, живучести танковых узлов при минном подрыве. В процессе проведения работ для отработки технических решений была разработана и введена в эксплуатацию широкая гамма стендового оборудования практически по всем системам танка.

Остановленные по экономическим причинам работы по совершенствованию танковых ГТСУ не позволили полностью реализовать заложенный в них потенциал и, без сомнения, представляют актуальные задачи для будущих поколений разработчиков военной и гражданской техники. А их успешное решение напрямую зависит от взвешенной оценки пройденного пути, чему в немалой степени способствуют материалы данной книги.

*О.А. Усов,
генеральный директор ОАО «ВНИИТрансмаш»*

От авторов

Систематизированная информация, представленная читателям в данной работе, охватывает значительный период вектора развития транспортных ГТД и создания танка с газотурбинной силовой установкой.

Книга посвящается многочисленному коллективу рабочих, инженеров, конструкторов, научных работников и личному составу Вооруженных сил СССР, с полной отдачей сил участвовавших в разработке, изготовлении, испытаниях и принятии на вооружение Советской армии танка Т-80.

Сформировавшийся в СССР к началу 1960-х гг. научно-технический и конструкторский потенциал позволял эффективно противостоять любым угрозам обороноспособности страны. К сожалению, как показал дальнейший ход событий, подобный запас прочности отсутствовал у общественно-политических структур государства, что повлекло за собой гибель СССР и попытку уничтожения его промышленности. Полагаем, что в современных условиях начала восстановления утраченных позиций ретроспективный взгляд и анализ пройденного пути представляют определенный интерес для широкого круга читателей.

Выражаем искреннюю благодарность и признательность за помощь при подготовке материалов руководству НИИЦ БТ 3 ЦНИИ МО РФ, АО «Спецмаш», ОАО «ВНИИтрансмаш», Музея бронетанкового вооружения и техники в Кубинке, кафедры «Колесные и гусеничные машины»¹ Санкт-Петербургского государственного политехнического университета и заслуженным ветеранам отрасли, принимавшим активное участие в создании танка Т-80:

Быцуню Анатолию Владимировичу — бывшему ведущему инженеру-конструктору ОАО «Спецмаш»;

Войцеховскому Владимиру Анатольевичу — заместителю генерального директора АО «Спецмаш»;

Дзявго Альберту Казимировичу — бывшему заместителю главного конструктора ОАО «Специальное конструкторское бюро транспортного машиностроения» (СКБТМ);

Ефремову Александру Сергеевичу — бывшему председателю Совета директоров ОАО «Спецмаш»;

¹ В декабре 2012 г. слиянием кафедр «Двигатели внутреннего сгорания» и «Гусеничные и колесные машины» сформирована кафедра «Двигатели, автомобили и гусеничные машины», в июне 2015 г. реформированная в кафедру «Инжиниринг силовых установок и транспортных средств» СПбПУ.

Калининой-Ивановой Елене Владимировне — доктору технических наук, бывшему ведущему специалисту в области теории и расчета систем воздухоочистки ВНИИтрансмаш;

Кулагину Виктору Васильевичу — бывшему заместителю главного конструктора ОАО «СКБТМ» по серийному производству танка Т-80;

Ларионову Борису Родионовичу — главному технологу АО «Спецмаш»;

Мионову Владимиру Ивановичу — бывшему заместителю генерального директора генерального конструктора ОАО «СКБТМ»;

Морозову Валерию Аркадьевичу — главному конструктору по наземным ГТД ОАО «Климов»;

Сиволобову Геннадию Васильевичу — бывшему начальнику отдела воздухоочистки ВНИИтрансмаш;

Соломаю Виктору Владимировичу — сотруднику военного представительства НИИД;

Тимофееву Владимиру Александровичу — бывшему ведущему конструктору отдела вооружения ОАО «СКБТМ».

Отдельная благодарность за оказанную помощь заслуженным ветеранам ВНИИтрансмаш:

Поликарпову Владимиру Владимировичу — бывшему начальнику сектора главных специалистов ВНИИтрансмаш по заводам отрасли;

Хребтаню Анатолию Васильевичу — бывшему главному специалисту по КБ и заводам отрасли ВНИИтрансмаш;

а также заведующему учебной лабораторией кафедры «Инжиниринг силовых установок и транспортных средств» — **Лозину Андрею Васильевичу** и главному редактору научно-популярного журнала «Техника и вооружение вчера, сегодня, завтра» — **Муратову Михаилу Владимировичу**.

И. В. и М. В. Павловы

Введение

Высокие массогабаритные показатели газотурбинных двигателей (ГТД), нашедших широкое применение в авиации на рубеже 1950-х гг., привлекли внимание и конструкторов бронетанковой техники.

Постоянное совершенствование огневой мощи и броневой защиты танков сопровождалось неуклонным увеличением их боевой массы. В сложившихся условиях для поддержания на необходимом уровне подвижности боевых машин требовались двигатели большой габаритной мощности и удовлетворяющие специфичным эксплуатационным требованиям. В качестве одного из путей решения этой проблемы рассматривалось применение в танке силовой установки, созданной на базе газотурбинного двигателя (ГТСУ).

В ряду основных преимуществ ГТД можно отметить следующие факторы:

- отсутствие внешней системы охлаждения;
- малый расход масла;
- высокие тяговые характеристики двигателя со свободной силовой (рабочей) турбиной;
- хорошие пусковые качества в любых климатических условиях.

Кроме того, высокий коэффициент приспособляемости ГТД (2–2,5 и более, вместо 1,1–1,2 у дизельного двигателя) позволял уменьшить число передач в трансмиссии, что значительно упрощало управление танком и снижало утомляемость механика-водителя.

Все эти преимущества были реализованы в конструкции танка Т-80, принятого на вооружение Советской армии в 1976 г. Но до этого момента отечественным разработчикам боевых машин необходимо было пройти сложный и долгий путь.

Предшественники. Первые шаги

В СССР вопрос о проектировании газовых турбин для использования их в качестве силовых установок (СУ) танков рассматривался еще в 1939 г. на Сталинградском тракторном заводе, однако только после войны, благодаря созданию мощной производственной и экспериментальной базы, стало возможным развернуть научно-исследовательские и опытно-конструкторские работы (НИОКР) по применению в танке ГТСУ.

Этому способствовала и полученная информация о проектных и экспериментальных работах по применению газовых турбин в качестве танкового двигателя, проводившихся в Германии на базе производства реактивного двигателя БМВ, и разработках газовых турбин простой двухвальной схемы мощностью 235, 735 и 882 кВт (320, 1000 и 1200 л.с.) с максимальной температурой цикла 750 °С и воздушным охлаждением полых лопаток. По предварительным результатам удельная габаритная мощность не превышала 367,6 кВт/м³ (500 л.с./м³), а минимальный удельный расход топлива составлял: без теплообменника 1020 г/кВт·ч (750 г/л.с.·ч), с теплообменником 544 г/кВт·ч (400 г/л.с.·ч). Дальнейшее повышение экономических и мощностных показателей планировалось получить в результате разработки малогабаритного вращающегося керамического теплообменника, предназначенного как для танковых, так и для авиационных газовых турбин.

Расчетно-теоретические исследования по обоснованию применения ГТД (первоначально получившего наименование газотурбокомпрессорного агрегата, или ГТКА) для танков были начаты в Военной академии бронетанко-

вых и механизированных войск (ВА БТ и МВ СА им. И. В. Сталина) в середине 1940-х гг. профессорами Ю. А. Степановым, А. Г. Козловым, М. А. Михайловым.

В ходе этих работ слушатель последнего курса инженерного факультета академии Г. Ю. Степанов¹ под руководством профессора МВТУ им. Н. Э. Баумана В. В. Уварова разработал дипломный проект на тему «Газовая турбина мощностью 1500 л.с. для танка».

Результаты дипломной работы Г. Ю. Степанова получили положительную оценку руководителя проекта В. В. Уварова и рецензента профессора Н. Р. Брилинга и по их рекомендации были опубликованы весной 1947 г. в отраслевом журнале².

В дипломном проекте Г. Ю. Степанова на основе анализа первого опыта эксплуатации турбокомпрессоров и опытных авиационных



Г. Ю. Степанов

¹ Степанов Георгий Юрьевич (1922–2005) — советский и российский ученый в области механики, полковник-инженер, в период 1959–1977 гг. — начальник кафедры механики ВА БТВ, 1977–1982 гг. — начальник кафедры двигателей, профессор, доктор физико-математических наук.

² Статья старшего техника лейтенанта Г. Ю. Степанова «О возможности применения газовой турбины в качестве танкового двигателя» опубликована в журнале «Вестник танковой промышленности» 1946 г. № 10–12. По организационным причинам материалы журнала сданы в производство 21 декабря 1946 г. и подписаны в печать только 19 марта 1947 г.

газовых турбин поднимался вопрос о необходимости развертывания теоретических и экспериментальных работ по их совершенствованию и созданию новых конструкций для различных сфер применения.

Из основных преимуществ газовой турбины при возможном применении в качестве танкового двигателя отмечались простота конструкции, малые габариты, удобство и надежность эксплуатации, малая стоимость изготовления, отсутствие системы охлаждения и необходимости прогрева при холодном пуске, возможность идеального уравнивания и работы на любом жидком топливе, бесцветность выхлопа и относительная бесшумность работы. Проведенные ориентировочные расчеты по оценке замены танкового двигателя газовой турбиной выявили перспективу существенного сокращения объема моторной установки. Полученные расчетные данные подтверждали ранее полученные отрывочные сведения о немецких работах по газотурбинной танковой моторной установке.

Наряду с положительными моментами в качестве основных недостатков газовой турбины отмечались низкий КПД, неудачная нагрузочная характеристика и ожидаемый малый срок службы, обусловленный необходимостью работы в условиях высокой запыленности. Особое внимание обращалось на неприемлемость решения вопроса обеспечения очистки от пыли необходимого объема воздуха (в 4–8 раз больше, чем в поршневом двигателе равной мощности) обычными методами ввиду больших потерь мощности.

Учитывая серьезные преимущества, предлагалось жестко увязать внедрение газовой турбины в танк с учетом его боевого применения. Исходя из экономичности, для среднего танка предлагался среднефорсированный быстроходный дизель-мотор, для танка прорыва (тяжелого танка) — малогабаритная, простая и надежная в эксплуатации газовая турбина.

Данное предложение мотивировалось тактическим применением тяжелых танков, действу-

ющих в непосредственной близости от тылов и имеющих относительно небольшой потребный запас хода, и меньшими габаритами моторной установки, позволяющими использовать полученный резерв по массе для усиления броневой защиты и вооружения.

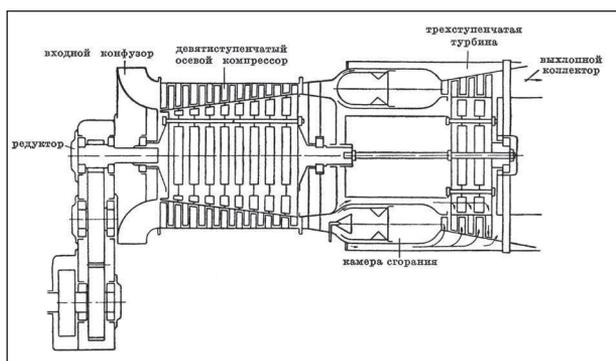
Предлагалось при разработке первого танкового газотурбинного двигателя использовать простую двухвальную схему с теплообменником, с осевым или комбинированным компрессором и температурой порядка 850 °С, что, по ориентировочным расчетам, позволяло рассчитывать на создание перспективного ГТД мощностью 1103 кВт (1500 л.с.) с КПД не ниже 22%.

Учитывая полученные результаты и необходимость повышения мощности имеющихся СУ тяжелых танков, разрабатываемых под руководством Ж.Я. Котина в специальном конструкторском бюро (СКБ) турбинного производства Ленинградского Кировского завода (ЛКЗ), обладавшего опытом разработки и серийного производства паровых турбин малой и средней мощности, приступили к созданию танковой ГТСУ.

В период 1948–1949 гг. под руководством главного конструктора А.Х. Старостенко был выполнен технический проект ГТД мощностью 515 кВт (700 л.с.) со стационарным (не вращающимся) теплообменником. Ведущим инженером проекта являлся П.П. Котов, научным консультантом — И.И. Кириллов (Ленинградский политехнический институт им. М.И. Калинина). В рассмотрении проекта участвовали сотрудники Всесоюзного научно-исследовательского института № 100 (ВНИИ-100) и СКБ-2 ЛКЗ: П.К. Ворошилов, В.Т. Ломоносов, Г.А. Михайлов, А.А. Останин,



Ж. Я. Котин



Схематичный продольный разрез ГТКА с одной турбиной мощностью 882 кВт (1200 л.с.) для танка, 1949 г.

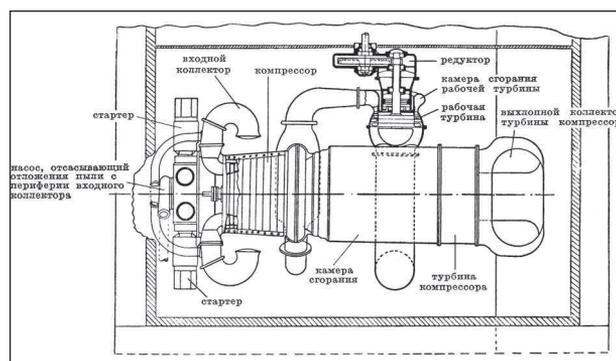
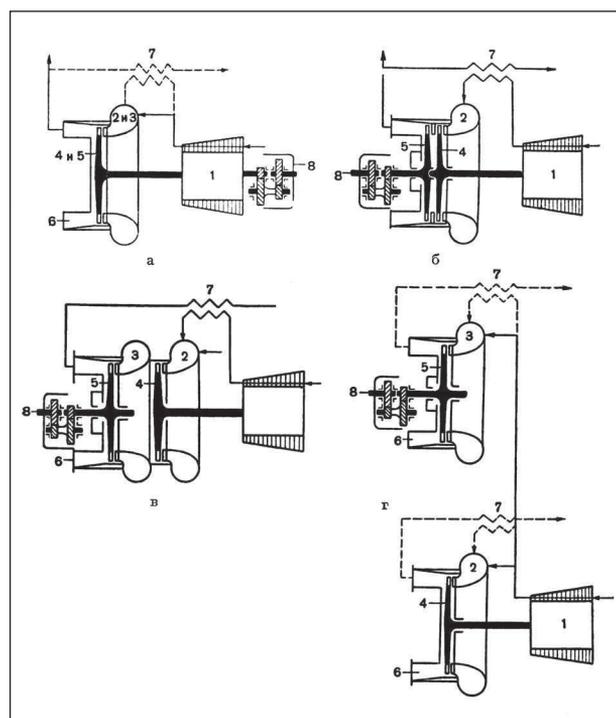


Схема установки ГТКА с разделенным потоком газа в МТО танка, 1949 г.

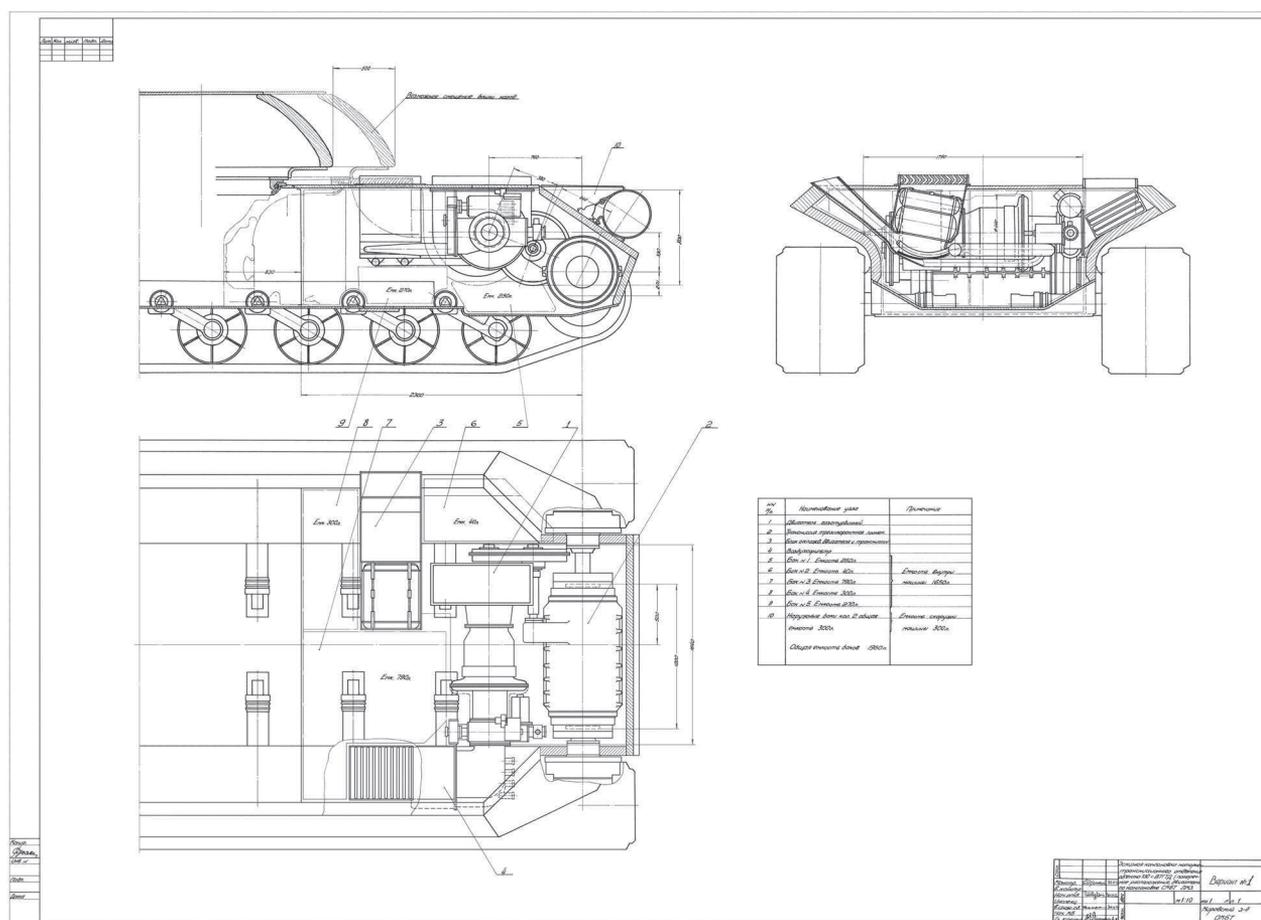
Н. П. Петров, А. П. Покровский, Л. Е. Сычев, Л. С. Троянов и др.

Работы в этом направлении были прекращены в связи с неприемлемыми расчетными величинами расхода топлива (удельный расход топлива составлял 555 г/кВт·ч (300 г/л.с.·ч), особенно на режимах частичных нагрузок.

В процессе дальнейшего обсуждения возможности применения ГТСУ конструкторы бронетанковой техники в 1949 г. рассматривали вопрос об использовании в танке ГТД мощностью 882 кВт (1200 л.с.) с его продольным расположением в моторно-трансмиссионном отделении (МТО). При этом были исследованы различные схемы ГТД: с одной турбиной, с разделенным перепадом температур в двух последовательно расположенных турбинах с одноступенчатым и двухступенчатым сжиганием топлива, а также с разделенным потоком газа к двум параллельно работавшим турбинам. Наиболее оптимальной для использования в танке являлась схема ГТД с разделенным потоком газа, в которой две параллельно работавшие турбины имели свою камеру сгорания. Каждая из этих схем предусматривала использование теплообменника. Одна турбина с приданной ей камерой сгорания служила для привода компрессора, вторая — тяговая (силовая) турбина — на привод трансмиссии (через специальный редуктор). Компрессор подавал часть воздуха (около



Схемы компоновок ГТД (ГТКА) для танка:
 а — ГТКА с одной турбиной; б, в — ГТКА с разделенным перепадом температур в двух последовательно расположенных турбинах с одноступенчатым и двухступенчатым сжиганием топлива;
 г — ГТКА с разделенным потоком газа к двум параллельно работающим турбинам:
 1 — компрессор; 2 и 3 — камера сгорания;
 4 — турбина компрессора; 5 — рабочая турбина;
 6 — выхлопной коллектор; 7 — теплообменник;
 8 — редуктор



Эскизная компоновка МТО танка «Объект 730» с ВТГТД

70%) в камеру сгорания турбины компрессора и остальную часть воздуха (30%) — в камеру сгорания силовой турбины. Поскольку в этой схеме в атмосферу выбрасывались два отдельных потока отработавших газов, то для использования их тепла предусматривалась установка двух теплообменников.

Выбранная схема обеспечивала возможность создания ГТД с наиболее благоприятной для танка характеристикой крутящего момента на валу, величина которого возрастала при уменьшении частоты вращения силовой турбины. Наиболее экономичный режим работы ГТД обеспечивался при регулировании подачи топлива в камеры сгорания обеих турбин на ре-

жиме постоянной температуры перед силовой турбиной.

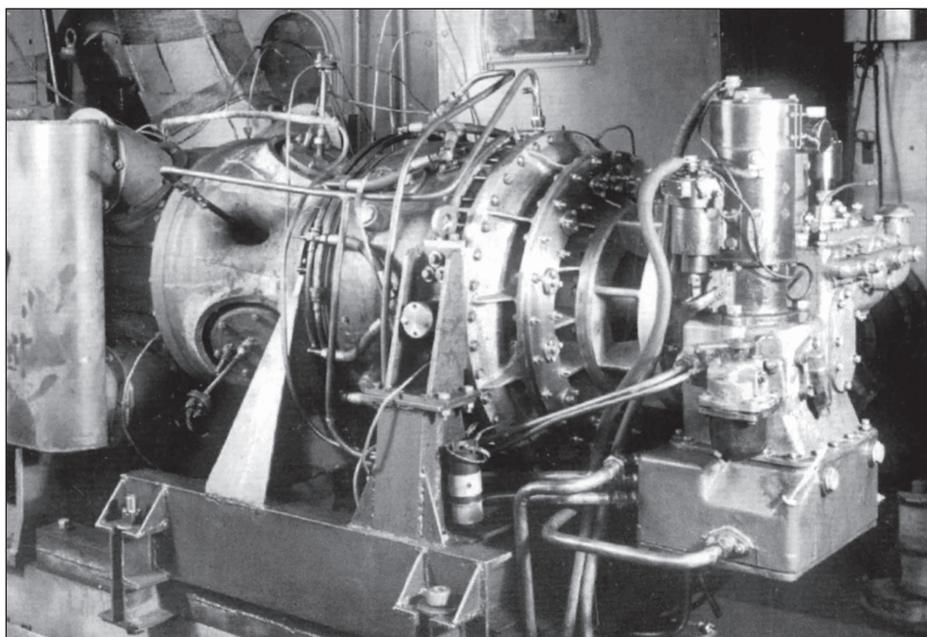
В конце 1952 г., по поручению Совета министров СССР от 12 августа 1952 г. за № С-24258 и на основании приказа министра транспортного машиностроения СССР за № 527, в Особом конструкторском бюро по тяжелым танкам (ОКБТ) и Специальном конструкторском бюро по турбиностроению (СКБТ) ЛКЗ провели расчетно-конструкторские и компоновочные работы и составили проект технического задания на разработку экспериментальных образцов высокотемпературного газотурбинного двигателя (ВТГТД) и узлов силовой установки для тяжелого танка.

По составленному техническому заданию выполнили эскизные разработки двух вариантов ВТГТД и трех вариантов систем охлаждения и узлов трансмиссии для МТО в составе ВТГТД, а также провели расчеты по определению тяговой характеристики, запаса хода и основных параметров двигателя применительно к тяжелому танку «Объект 730». С учетом необходимости выполнения большого объема сопутствующих работ в части освоения новых материалов от реализации предложенных проектов ВТГТД воздержались.

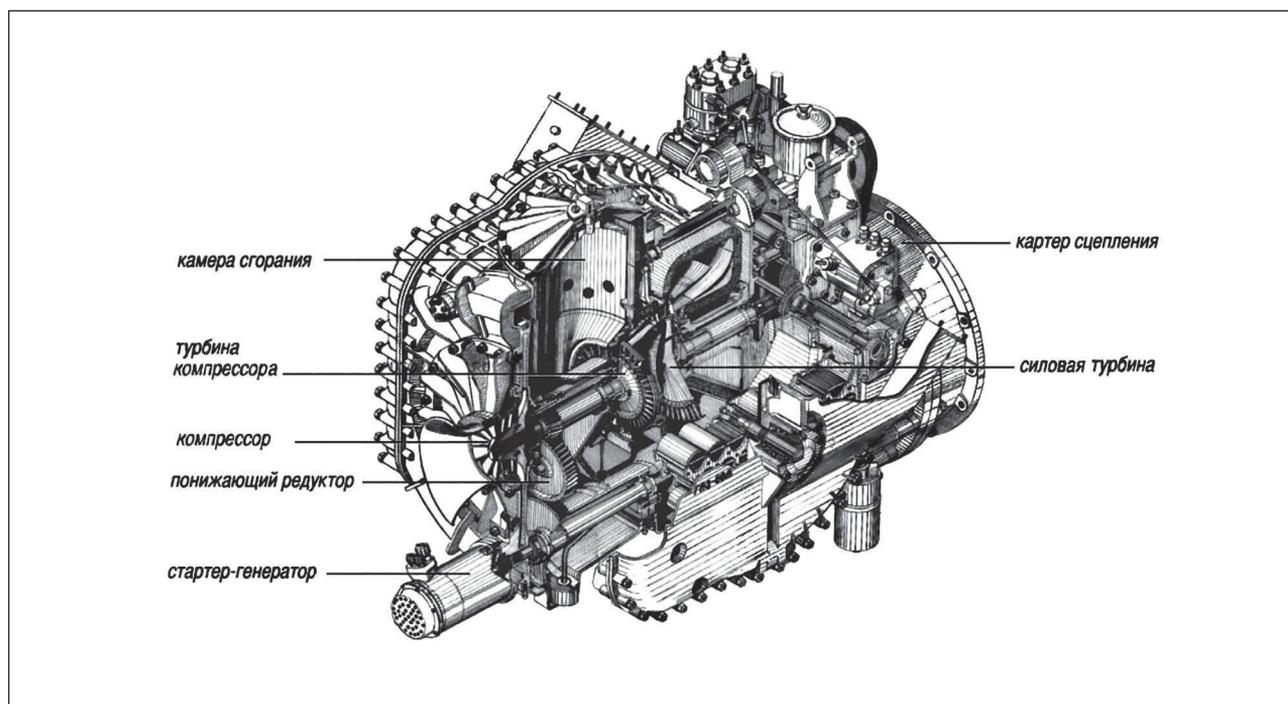
На основании полученных результатов, по мнению главного конструктора ОКБТ Ж.Я. Котина, следовало в ближайшее время развернуть проектно-конструкторские, исследовательские и экспериментальные работы по газотурбинным установкам для танка, используя опыт работ СКБТ по турбостроению. Кроме того, отмечалось, что точка зрения некоторых работников Главного бронетанкового управления (ГБТУ), считающих, что надо использовать типы турбин из авиации и морского флота, ошибочна: *«Для танка нужна специальная турбина, учитывая ряд специфических условий, и прежде всего — необходимость работы при сильно переменных режимах нагрузки»*. Что подтверждалось уже имеющимся у ЛКЗ опытом: в 1951 г. оригинальную транспортную газотурбинную установку для танка начальнику ОКБТ ЛКЗ Ж.Я. Котину предложил доцент Ленинградского кораблестроительного института Н.Ф. Галицкий, но, по проведенным оценкам, она не удовлетворяла требованиям, предъявляемым танковому ГТД.

Работы по созданию такого типа двигателей для танков приостановили, однако они были продолжены в автомобилестроении, чему в немалой степени способствовала научно-техническая информация о достижениях в этой области за рубежом. Работы по созданию транспортных ГТД велись в Научно-исследовательском автомобильном и автомоторном институте (НАМИ). Институт имел определенный опыт работ по газотурбинной технике, накопленный в первые послевоенные годы в связи с применением в автотракторных двигателях турбонаддува. Этим направлением руководил известный специалист, впоследствии доктор технических наук Н.С. Ханнин. К разработке ГТД для автобусов и грузовых автомобилей в НАМИ приступили в 1950 г., а в 1952 г. создали конструкторское бюро КЭБ, в 1955 г. реорганизованное в СКБ-2. Разработку автомобильных ГТД в СКБ-2 возглавили кандидаты технических наук А.А. Дашкевич и М.А. Коссов.

Кроме того, в декабре 1953 г. в НИЛД был сформирован отдел газотурбинных двигателей



Первый отечественный автомобильный газотурбинный двигатель НАМИ-051 на стенде



Автомобильный газотурбинный двигатель ГАЗ-99

(руководитель Д.А. Портнов), приступивший к рассмотрению возможных путей реализации в ГТД специфических требований, предъявлявшихся к двигателю транспортной машины. Были развернуты работы по расчету, конструированию и испытаниям основных элементов двигателя: турбин, компрессоров, камер сгорания, теплообменников, систем топливоподдачи и регулирования, позволившие создать большой научно-технический задел по обоснованию конструктивных схем и параметров транспортного (танкового) ГТД. При этом большое внимание уделялось решению таких проблематичных для данного типа двигателя вопросов, как топливная экономичность, особенно на режимах «малого газа», тормозная мощность и приемистость.

К 1956 г. в НАМИ изготовили и провели стендовые испытания первого двухвального автомобильного ГТД НАМИ-051. Одновременно работы по созданию автомобильных ГТД развернулись в КБ Горьковского автомобильного

завода под руководством главного конструктора В.М. Костюкова, где сразу было принято решение об использовании теплообменников. Уже в 1956 г. завод изготовил первые макетные образцы газотурбинного двигателя ГАЗ-99 мощностью 96 кВт (130 л.с.). Двигатели прошли испытания по узлам и в сборе, но без теплообменника, ленточная матрица которого не выдерживала тепловых ударов.

К рассмотрению перспектив применения ГТД в качестве СУ для тяжелых танков вновь обратились 12 января 1954 г. на расширенном заседании техсовета ОКБТ с участием представителей командования БТ и МВ СА и НТК ГТБУ. Аргументы ОКБТ, изложенные в ходе обсуждения проекта перспективного тяжелого танка с ГТСУ, нашли поддержку заместителя председателя НТК ГТБУ А.И. Радзиевского: «Считаю, что в своих конструкторских исканиях Ваше бюро стоит на правильных позициях. Мы со своей стороны будем оказывать Вам всемер-

ную помощь в деле внедрения новой, прогрессивной техники».

Прорабатывая вопросы развития оборонной промышленности, Министерство транспортного и тяжелого машиностроения представило в июле 1954 г. в Совет министров СССР предложения по совершенствованию бронетанковой техники. В первом пункте этого документа говорилось о создании нового тяжелого танка. По мнению руководства 1-го Главного управления министерства одним из решений, обеспечивающих повышение ходовых качеств тяжелых танков, являлось применение в качестве силовой установки ГТД, что обуславливалось его малыми габаритами и массой при большей мощности.

Работы в этом направлении были продолжены на основании постановления Совета министров СССР от 12 августа 1955 г. № 1498–837 (приказ министра транспортного машиностроения № 134 от 29 августа 1955 г.). В соответствии с этими документами ОКБТ ЛКЗ обязывалось, в частности, разработать тяжелый танк «Объект 278» с ГТД в пределах боевой массы 52–55 т. Задание на разработку ГТД мощностью 735 кВт (1000 л.с.) Кировскому заводу было выдано ранее, согласно постановлению Совета министров СССР от 28 мая 1955 г. № 1037–603

В связи с развернувшимися за рубежом работами по созданию транспортных ГТД, а также проводимыми исследованиями в данном направлении в НАМИ и НИЛД, вопрос о необходимости расширения фронта работ по созданию танкового ГТД был поднят заместителем председателя Совета министров СССР В.А. Малышевым на состоявшемся 31 января 1956 г. совещании с участием главных конструкторов танков и двигателей: Ж.Я. Котина, А.А. Морозова, П.П. Исакова, Л.Н. Карцева, И.Я. Трашутина и Е.И. Артемьева.

После совещания у В.А. Малышева главные конструкторы танковых КБ Ж.Я. Котин, Л.Н. Карцев и П.П. Исаков в инициативном порядке приступили к разработке танков с ГТСУ. При этом широко использовались ре-

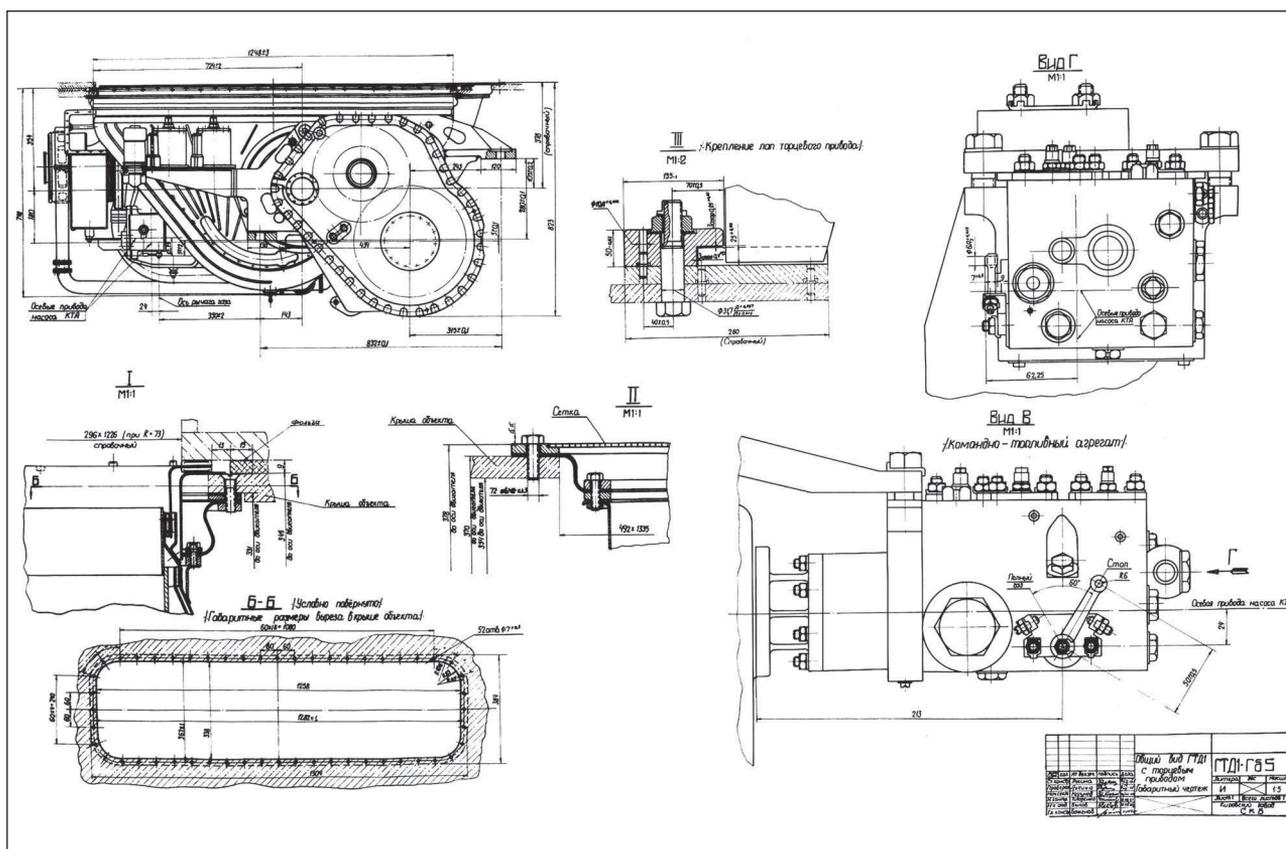
зультаты НИР, выполненных в конце 1940-х — начале 1950-х гг.

Предварительные результаты проработки вариантов компоновок МТО танка с ГТД показали возможность сэкономить до 3 т массы машины, без учета необходимости размещения дополнительного топлива. Кроме того, отмечалось, что для реализации основного варианта МТО в составе ГТД требовалось не только создать газотурбинный двигатель с расходом топлива 456 г/кВт·ч (335 г/л.с.·ч), но и разработать новую трансмиссию.

СКБТ ЛКЗ совместно с ЦИАМ (руководитель — начальник 35-го отдела ЦИАМ А.В. Аваков) начали проектирование опытного образца турбины с охлаждаемыми лопатками («Объект 26») с целью снижения удельного расхода топлива. В 1955 г. выполнили полный термодинамический расчет двигателя, произвели предварительные прочностные расчеты основных деталей турбины, приступили к общей компоновке и выпуску рабочих чертежей экспериментальной турбины и узлов установки для ее испытаний (камеры сгорания, редуктора, устройства подвода и уплотнения жидкости).

По первоначальным оценкам, полученным при разработке технического проекта танка «Объект 278», использование ГТД давало ряд преимуществ по сравнению с поршневым двигателем:

- меньшие габариты, чем у дизеля той же мощности;
- одновременно уменьшались габариты агрегатов, обслуживающих двигатель;
- уменьшение габаритов и моторно-трансмиссионной установки (МТУ) снизило общую массу танка примерно на 2 т, а также позволило разместить увеличенные емкости под топливо;
- снижение трудоемкости обслуживания танка, отсутствие громоздкой системы охлаждения, фильтров тонкой очистки воздуха и системы обогрева двигателя позволяли повысить надежность работы моторной установки,



Общий вид газотурбинного двигателя ГТД-1 танка «Объект 278»

а изменение частот и амплитуд крутильных колебаний на валу ГТД по сравнению с поршневым двигателем повышало надежность трансмиссионных узлов;

– конструктивная простота МТУ по сравнению с поршневой трансмиссионной установкой;

– уменьшение площади входных и выходных отверстий в корпусе танка, что повышало стойкость крыши МТО к воздействию ударной волны ядерного взрыва.

Для заводского образца танка «Объект 278» предусматривалась установка ГТД с турбиной без охлаждения лопаток, разрабатываемого СКБТ ЛКЗ, с расходом топлива 456 г/кВт·ч (335 г/л.с.·ч). Запас хода танка определялся в 300 км. В ходе дальнейшей отработки охлаждае-

мой турбины для ГТД («Объект 26»), проводимой заводом совместно с ЦИАМ, предполагалось снизить удельный расход топлива до 374 г/кВт·ч (275 г/л.с.·ч) и увеличить запас хода. Рабочая температура охлаждаемой турбины для ГТД-1 составляла 1050 °С, мощность — 1287 кВт (1750 л.с.; для компрессора), частота вращения вала — 29 500 мин⁻¹, давление воздуха перед камерой сгорания турбины — 0,65 МПа (6,6 кгс/см²), расход воздуха через турбину — 4,35 кг/с.

Параллельно с работами по ГТД в ОКБТ ЛКЗ приступили к разработке экспериментального образца трансмиссии. Использование ГТД позволило уменьшить массу машины до 50,5 т, а имевшийся в резерве определенный запас по массе предлагалось использовать на усиление

броневой защиты. По предварительным оценкам, применение ГТД позволяло значительно снизить трудоемкость изготовления МТО.

Разработку турбин для ГТД вели по двум вариантам — среднетемпературному и с повышенной температурой, прорабатывая возможности улучшения экономичности за счет повышения температуры и применения теплообменников. Установка ГТД-1 в танке «Объект 278» (ведущий инженер по двигателю — В. Я. Нежлукто) повлекла за собой изменение конструкции броневого корпуса по сравнению с танком «Объект 277». Для обеспечения заданного запаса хода танка по шоссе емкость основных топливных баков увеличили с 820 до 1300 л, а дополнительных — с 250 до 650 л. Емкость масляного бака составляла 40 л. Расчетный запас хода танка по шоссе достигал 300 км. Пуск ГТД осуществлялся только с помощью авиационного электростартера мощностью 12 кВт. Система предпускового обогрева отсутствовала.

Компоновка МТО «Объекта 278» была подчинена выполнению ряда условий, главными из которых являлись: максимальное приближение газоздушного тракта к прямоточному; осевая симметрия газоздушного тракта; максимальное удаление входа воздуха в двигатель от выхода отработавших газов из двигателя; поперечное расположение двигателя в кормовой части корпуса танка.

В МТО танка также монтировались: трехступенчатая планетарная коробка передач с тремя степенями свободы, обеспечивавшая три передачи переднего и одну передачу заднего хода; двухступенчатые ПМП с дисками трения, работавшими в масле; два двухрядных комбинированных бортовых редуктора.

Выпуск основных узлов, агрегатов и деталей танка «Объект 278» в основном завершили к концу 1958 г. Основная трудность с изготовлением заводского образца заключалась в отработке ГТД.

В соответствии с постановлением Совета министров СССР от 28 мая 1955 г. № 1037–603

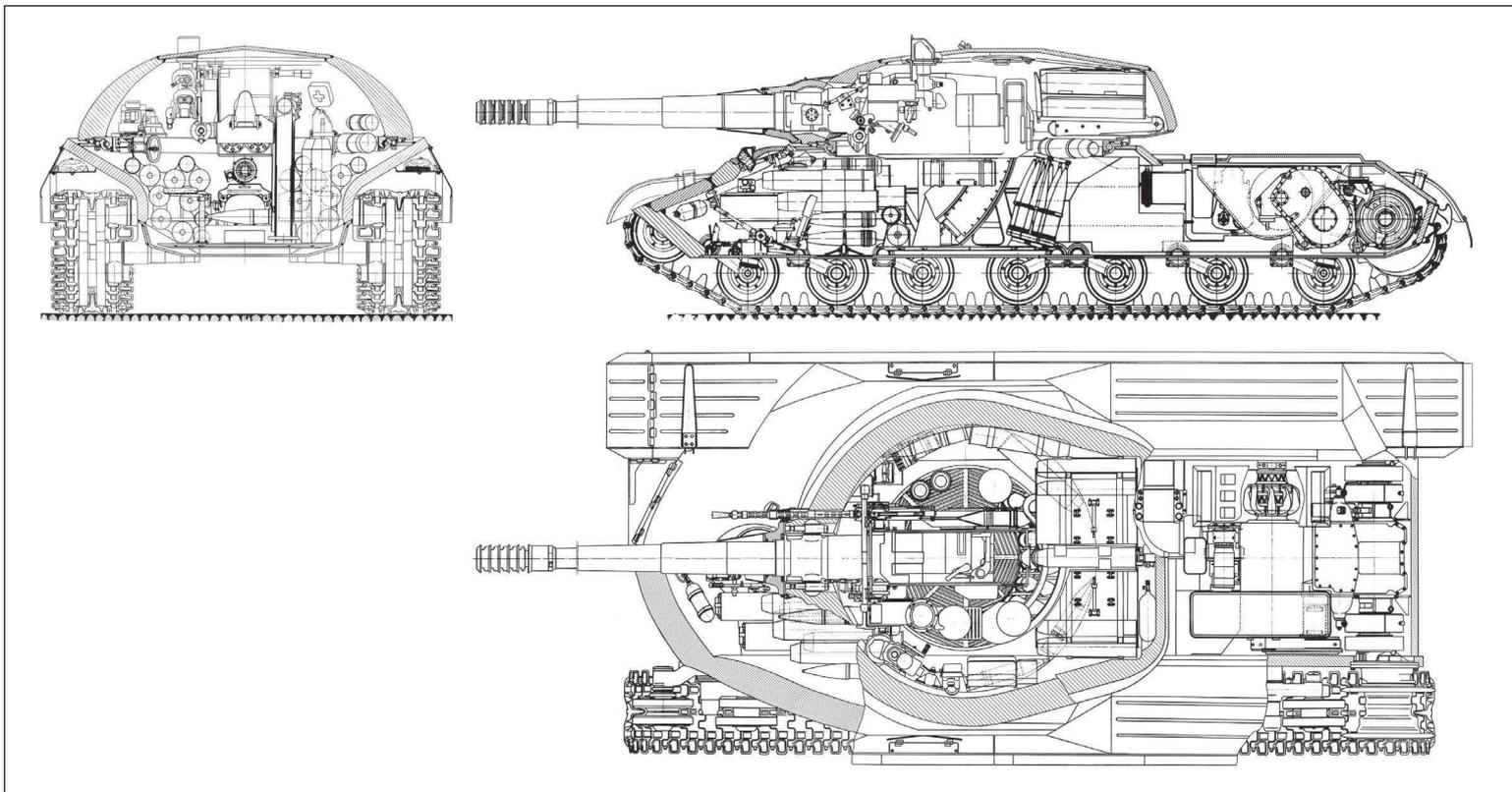
на ЛКЗ возлагалось изготовление двух экспериментальных газотурбинных двигателей ГТД-1 для данной машины. Один из них следовало испытать на заводском стенде, а второй подготовить для установки в танк в IV квартале 1957 г.

Задача по созданию танкового ГТД-1 являлась для предприятия совершенно новой. В данной области завод не имел ни опыта, ни специалистов. Эти обстоятельства потребовали проведения большой организационной работы в части изучения имевшегося, близкого к этой области проектного материала, экспериментальных данных, поставки многочисленных НИОКР. Для этого провели целый ряд опытных работ по отработке элементов двигателя с проектированием различных стендов и специальных лабораторий.

Выпуск всех чертежей ГТД-1 в первоначальном варианте закончили в I квартале 1957 г. Согласно договору, заключенному с ГБТУ в октябре 1955 г., ЛКЗ следовало представить семь ГТД с неохлаждаемыми лопатками турбины в III квартале 1957 г., с монтажом выходного образца в танке «Объект 278» в IV квартале 1957 г.

Из-за крайне сжатых сроков по созданию двигателя и большой трудоемкости работ завод был вынужден осуществлять сборку двигателя параллельно с испытанием узлов. При этом в целях большей маневренности при испытаниях завод выпускал параллельно пять комплектов двигателя.

Заводским графиком подача первого двигателя ГТД-1 для монтажа в танк предусматривалась 1 декабря 1957 г. Однако к этому сроку экспериментальный ГТД-1 не был готов. Учитывая новизну и сложность задачи создания ГТД, руководство ЛКЗ обратилось в правительство с просьбой о переносе этого срока на IV квартал 1958 г. Кроме того, принимая во внимание, что применение ГТД в танковом производстве имело перспективу, предлагалось уже в данный момент определить завод, которому будет поручен выпуск этих двигателей.



Продольный, поперечный разрезы и вид в плане танка «Объект 278». Эскизный проект, 1956 г.

Поскольку организация серийного производства танкового ГТД по существующей специализации на ЛКЗ была невозможна, то выпуск и дальнейшее совершенствование двигателя следовало поручить одному из авиационных заводов Ленинграда. Этому же заводу также предлагалось поручить проектирование и изготовление ГТД с охлаждаемыми лопатками турбины, сохранив за ЛКЗ окончание изготовления и испытаний опытного образца турбины с жидкостным охлаждением лопаток конструкции А. В. Авакова.

Срок изготовления опытного образца танка «Объект 278» постановлениями Совета министров по ходатайству завода и Ленинградского совнархоза дважды переносился.

Первый раз в соответствии с постановлением Совета министров СССР от 6 июня 1958 г. № 609–294 изготовление опытного образца танка для заводских испытаний было перенесено на IV квартал 1958 г., а его последующее восстановление по их результатам — на II квартал 1959 г.

Второй раз — постановлением Совета министров СССР от 22 августа 1959 г. № 377–425 изготовление опытного образца для заводских испытаний отнесли на II квартал 1960 г., а восстановление его по результатам испытаний — на IV квартал 1960 г.

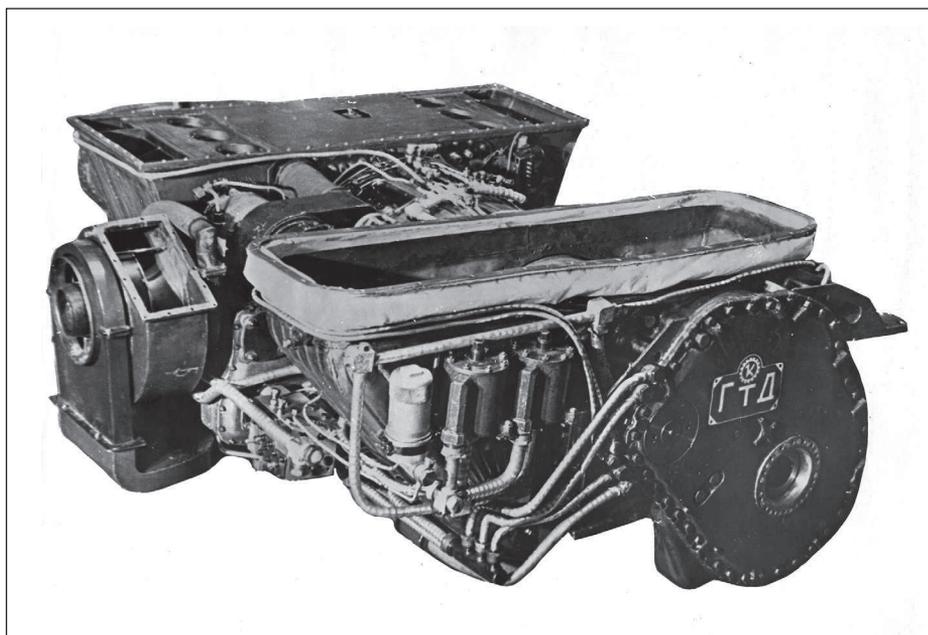
К моменту выхода второго постановления в равных стадиях производства находилось пять двигателей ГТД-1, сборка которых велась с учетом замечаний, выявленных в процессе предварительных стендовых испытаний и касавшихся

в основном устойчивости работы компрессора и турбин. Таким образом, на ЛКЗ еще не имелось ни одного полностью готового ГТД, который мог быть установлен в танк.

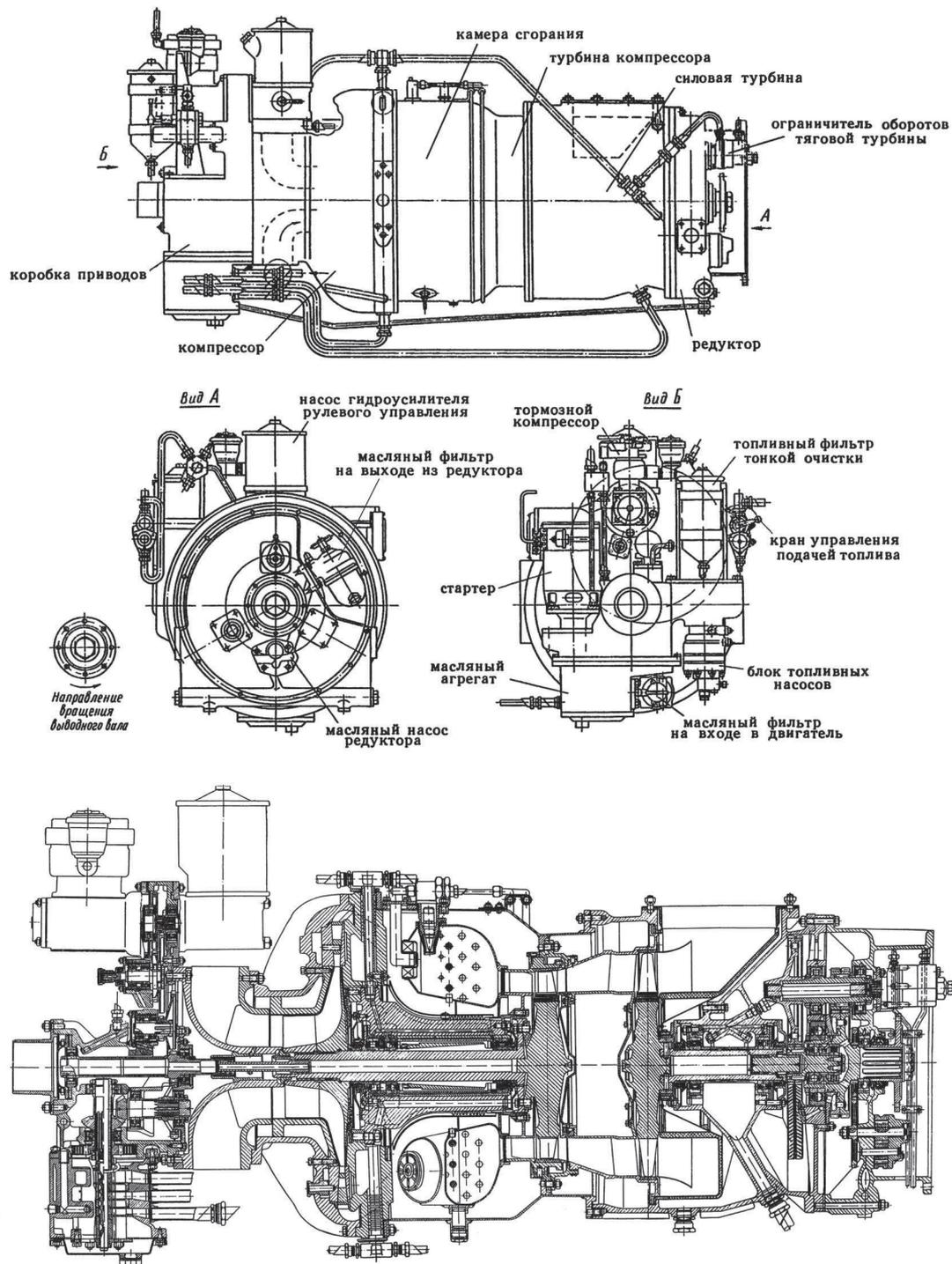
В стадии отработки на стенде находилась и высокотемпературная турбина с охлаждением рабочих лопаток и расходом топлива 374 г/кВт·ч (275 г/л.с.·ч), изготовленная опытно-экспериментальной базой ОКБТ в 1958 г.

В течение 1959 г. и первой половины 1960 г. из-за отсутствия готового двигателя завод так и не смог произвести отработку на стендах основных узлов машины: трансмиссии, системы охлаждения, системы смазки, а также других связанных с ГТД узлов.

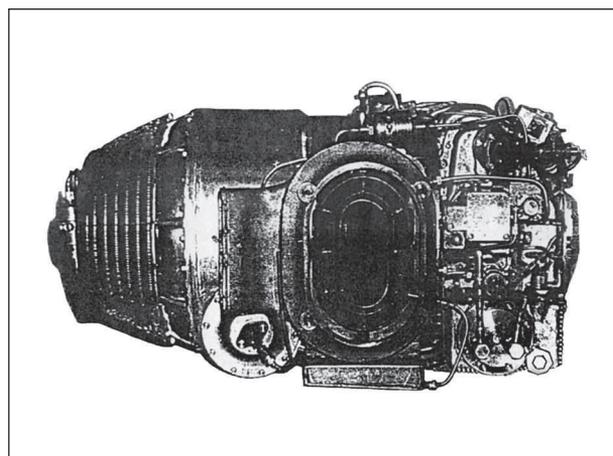
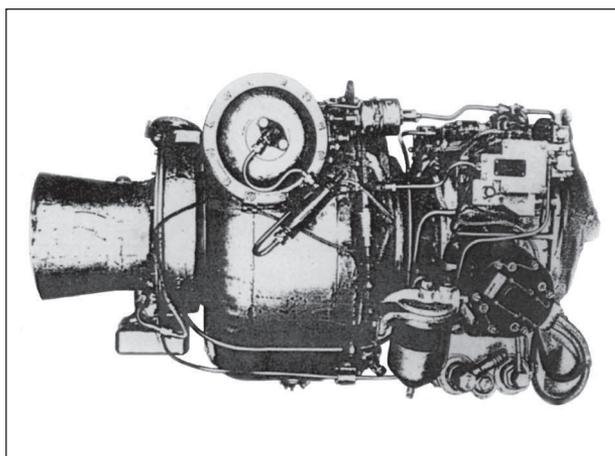
В 1958–1960 гг. для танка «Объект 278» на ЛКЗ смогли изготовить только три опытных образца двигателя ГТД-1, стендовые испытания которых показали, что их характеристики не соответствовали расчетным значениям. В стендовых условиях двигатель развивал мощность 441 кВт (600 л.с.) вместо заданной 735 кВт (1000 л.с.), а удельный расход топлива составлял



Танковый газотурбинный двигатель ГТД-1



Автомобильный газотурбинный двигатель Турбо-НАМИ-053 и его продольный разрез



Приводные газотурбинные двигатели 3ПЭ7 (слева) и 2ПВ8 (справа)

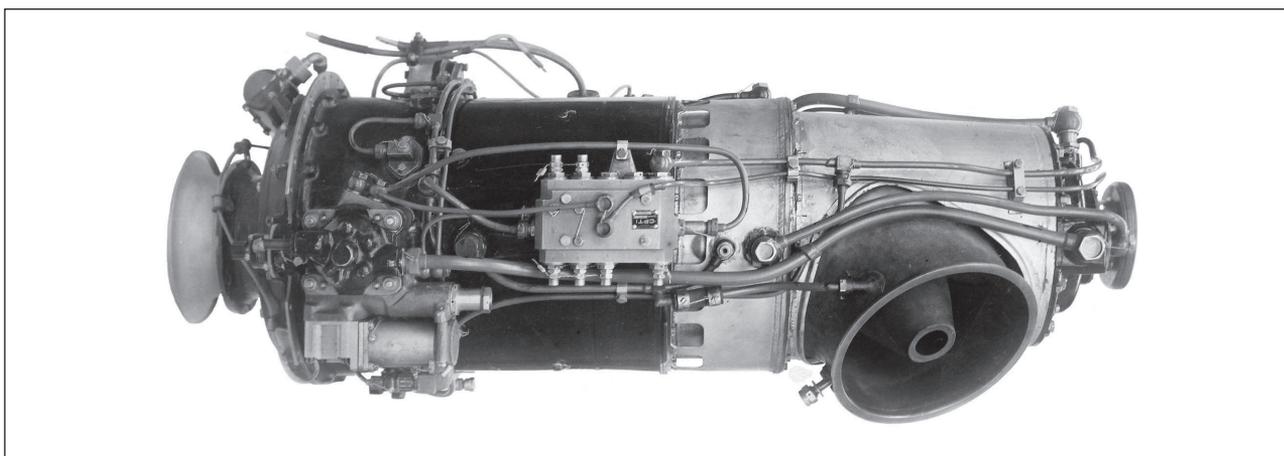
удовлетворительную тяговую характеристику и сравнительно плохую приемистость этого двигателя (время разгона составляло более 15 с). Тем не менее при проведении испытаний двигатель проработал без демонтажа с автобуса и ремонта в течение 260 ч.

В процессе совершенствования двигателя Турбо-НАМИ-053 в СКБ-2 НАМИ разработали улучшенную его модификацию — 053А1 меньшей массы (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 и некоторого повышения КПД компрессора и турбины. Однако высокий расход топлива в сочетании с высокой стоимостью ГТД послужили причиной прекращения дальнейших работ в направлении развития автомобильных ГТД серии НАМИ-051–053 и соответственно возможности их использования в легких танках первого послевоенного периода.

Одновременно с выполнением НИОКР по автомобильным ГТД в СКБ-2 НАМИ разрабатывался ГТД мощностью 735 кВт (1000 л.с.), предназначенный для тяжелого трактора.

Необходимо отметить, что выполненные работы по созданию отечественных автомобильных ГТД выявили необходимость внедрения

высокоэффективных теплообменников регенеративного или рекуперативного типа, повышения температуры газа перед турбиной хотя бы до 1100 °С и оптимизации параметров цикла. Одним из направлений дальнейшей работы в этой области стало создание трехвального автомобильного ГТД с теплообменником и с промежуточным охлаждением сжатого воздуха. К работе, которую в НАМИ с 1958 г. возглавил заместитель начальника СКБ-2 В.С. Омиров, был привлечен широкий круг специалистов из смежных отраслей: В.В. Уваров, Малинин (МВТУ), Г.Ю. Степанов (ВА БТВ), Б.М. Митин (ЦИАМ), А. Дейч (МЭИ) и Б.М. Стечкин. Накопленный в процессе выполнения НИОКР научно-технический потенциал, впоследствии — в 1960–1961 гг. — использовали в НАМИ при создании малоразмерных приводных ГТД мощностью от 22 до 110 кВт (от 30 до 150 л.с.) для автономных энергетических установок самоходных ствольных и ракетных комплексов ПВО («Шилка», «Енисей», «Куб» и «Круг»). Были разработаны и изготовлены три типа ГТД: 3ПЭ6 мощностью 29 кВт (40 л.с.), 3ПЭ7 мощностью 59 кВт (80 л.с.) и 2ПВ8 мощностью 88 кВт (120 л.с.). Двигатели успешно прошли все виды испытаний и были поставлены на серийное производство.



Авиационный турбостартер ТС-12Ф

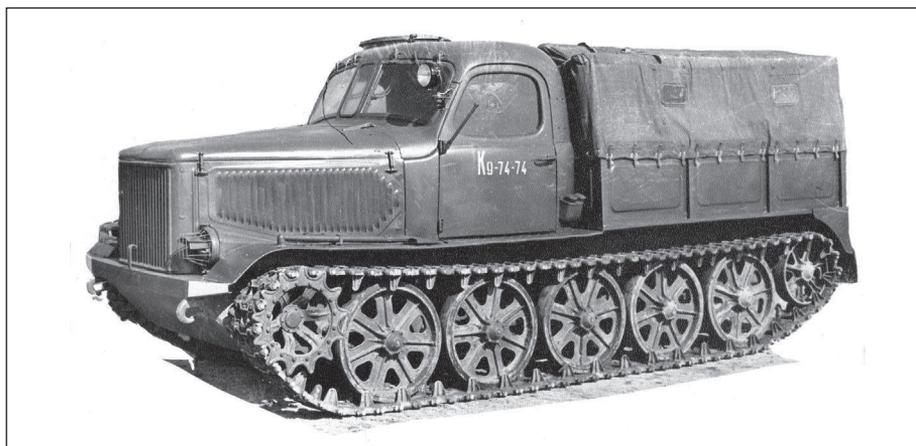
Работы по созданию транспортных ГТД малой мощности продолжились на Горьковском автозаводе в направлении совершенствования конструкции и повышения мощности автомобильного двигателя ГАЗ-99. В 1957 г. заводом был разработан автомобильный ГТД компактной конструкции, основные узлы которого размещались в едином литом корпусе из чугуна. В конструкции двигателя впервые применили компоновку с двумя расположенными по бокам двигателя дисковыми вращающимися теплообменниками — специфического для ГТД узла со сложной системой уплотнений. Дальнейшее совершенствование конструкции двигателя в направлении повышения его надежной работы и технологичности конструкции привело к созданию в 1962 г. газотурбинного двигателя ГАЗ-99Б мощностью 129 кВт (175 л.с.), три опытных образца которого прошли стендовые испытания. Удельный расход топлива по результатам испытаний составил 435 г/кВт·ч (320 г/л.с.·ч). Дальнейшее совершенствование двигателя привело к появлению в 1965 г. модели ГАЗ-99В мощностью 184 кВт (250 л.с.). Благодаря применению в конструкции его внутренних корпусов жаропрочных листовых материалов, обеспечивавших надежную термоизоляцию, наружный корпус двигателя был выполнен из

алюминиевого сплава. Двигатель ГАЗ-99В прошел обширную программу стендовых испытаний, включая 300-часовые ресурсные. Удельный расход топлива в результате доводочных работ на стенде был снижен до 340 г/кВт·ч (250 г/л.с.·ч). Работы над этим ГТД продолжились уже во втором послевоенном периоде. Одна из его последующих модификаций прошла испытания в бронетранспортере БТР-60.

Значительный вклад в дело создания отечественных танковых ГТД внес ВНИИ-100, который выполнил ряд НИОКР по системам и отдельным узлам ГТД. Коллектив института, проанализировав возможные схемы транспортных ГТД, выполнил теоретические исследования основных схем ГТД с дифференциальной связью применительно к условиям работы в танке, разработал проект макетного ГТД с дифференциальной связью с разделенными турбинами для исследования такого двигателя (руководитель работ А. А. Останин).

В 1958–1960 гг. во ВНИИ-100 на базе гусеничного тягача АТ-Л изготовили и испытали ходовой макет с ГТСУ, созданной на базе авиационного турбостартера ТС-12Ф¹ (руко-

¹ Авиационный турбостартер ТС-12Ф был разработан ОКБ завода № 478 (в настоящее время — ГП «Ивченко-Прогресс») для турбовинтового двигателя НК-12.



Гусеничный тягач АТ-Л

водитель работ — В.Д. Лубенский). Турбостартер представлял собой высокооборотный газотурбинный двигатель мощностью 73,5 кВт (100 л.с.). Учитывая особенности штатной работы (в режиме кратковременной эксплуатации), турбостартер за счет доработки системы регулирования был приспособлен для использования в качестве всережимного двигателя. Компоновка ГТСУ и доработка системы охлаждения подшипниковых опор турбостартера была выполнена В.В. Антоновым. Доработку системы регулирования и разработку автомата приемистости осуществил аспирант ЛПИ Л.В. Арсентьев¹.

Результаты сравнительных пробеговых испытаний опытного (с ГТД) и серийного (с дизелем) тягачей позволили установить параметры приемистости ГТД (приемистость ГТД не должна была превышать 4 с). Кроме того, была выявлена необходимость защиты проточной части двигателя от запыленного воздуха (опытная силовая установка не имела воздухоочистите-

¹ Кроме того, в работе принимали участие Ю.А. Соколов, Ю.Я. Соколов, М.А. Храпко; научным консультантом работы являлся доктор физико-математических наук Г.Ю. Степанов.

ля), а также потребность в проведении специальной НИР для решения проблемы очистки воздуха для ГТД и улучшения его тормозных характеристик.

Помимо СКБ турбинного производства ЛКЗ и СКБ-2 НАМИ, в конце 1950-х — начале 1960-х гг. к работам по созданию газотурбинного двигателя для танка были привлечены ОКБ-29 в Омске и специальная группа из

СКБ-75 (ЧКЗ) в Челябинске (создана в инициативном порядке по указанию И.Я. Трашутина). В 1957 г. специальная группа СКБ-75 под руководством В.Б. Михайлова совместно с ЦИАМ приступила к изучению и освоению методик расчета основных узлов ГТД, анализу зарубежного опыта по созданию автомобильных ГТД (фирм «Форд Моторс компани», «Крайслер», «Вольво» и др.), а также изучению существовавших на тот момент времени маломощных отечественных и зарубежных вертолетных ГТД. За период до 1961 г. специальной группой СКБ-75 была проделана большая работа по освоению методики расчета рабочего процесса ГТД и их основных составляющих: осевых и центробежных компрессоров, осевых турбин, камер сгорания, пластинчатых теплообменных аппаратов, а также выполнено несколько предэскизных проектов ГТД. Один из них — двигатель ГТД-Т — имел мощность 735 кВт (1000 л.с.), а его габаритная мощность составляла 1838 кВт/м³ (2500 л.с./м³).

Дальнейшие работы в этом направлении были прекращены в связи со свертыванием работ по тяжелым танкам.

Средоточие усилий

С начала 1960-х гг. к исследованиям возможности применения ГТД в танковых силовых установках активно подключился НИИД, коллектив которого обосновал направления развития танковых ГТД, изучил особенности их эксплуатации в составе танковых силовых установок и выполнил оценку надежности опытных образцов двигателей. Кроме того, в институте были проработаны варианты эскизной компоновки ГТД собственной конструкции с теплообменником в МТО танка Т-55. Габаритная мощность этой силовой установки достигала 474 кВт/м³ (645 л.с./м³), расчетный удельный расход топлива при среднем эксплуатационном режиме работы двигателя составлял 352 г/кВт·ч (259 г/л.с.·ч). В другом проекте танкового ГТД с теплообменником, имевшего мощность 441 кВт (600 л.с.), предусматривались еще более улучшенные параметры. Так, например, удельный расход топлива у этого двигателя составлял 292 г/кВт·ч (215 г/л.с.·ч).

Выполненные институтом в 1961–1963 гг. расчетно-конструкторские и экспериментальные исследования различных способов дополнительного регулирования, в том числе с применением регулируемого соплового аппарата (РСА) силовой турбины, перепуска газа показали целесообразность и предпочтительность использования РСА как средства дополнительного регулирования танкового ГТД. Этот способ позволил комплексно решить вопросы улучшения топливной экономичности на переменных режимах (в ГТД с теплообменником), преимуществ турбокомпрессора, снижения расхода топлива на режиме «малого газа» и, самое главное, — получения тормозной мощности до 50%

от расчетной мощности двигателя.

15 августа 1961 г. было подписано распоряжение комиссии ВСНХ СССР по военно-промышленным вопросам № 2350, расширившее задачу и распределяющее направления работ по созданию газотурбинных двигателей для бронетанковой техники¹.



*Д. Ф. Устинов,
председатель ВПК
1957–1963 гг.*

Согласно этому распоряжению создание танкового ГТД в 1961–1964 гг. поручалось СКБ-75 ЧТЗ. Этим же распоряжением предусматривалось формирование на заводе ОКБ по ГТД (ОКБ-6). В связи с этим в 1961 г. в ОКБ-6 ЧТЗ совместно с НИИД продолжились работы по первому отечественному специальному танковому газотурбинному двигателю ГТД-700 мощностью 515 кВт (700 л.с.) и удельным расходом топлива 381 г/кВтч (280 г/л.с.·ч).

Два первых опытных образца ГТД-700 собрали в 1965 г. Проведенные стендовые испытания

¹ Необходимо отметить, что все НИОКР по отечественным танковым ГТД в эти годы велись по двум направлениям. Первое направление было связано с приспособлением вновь разрабатываемых авиационных турбовальных газотурбинных двигателей. В то время представлялось целесообразным использование в танках существовавших ГТД, получивших широкое применение в отечественной авиационной технике. Работы в этом направлении были начаты в ОКБ-29 (Омск) по решению ВСНХ СССР от 24 января 1961 г. Вторым направлением являлось создание специальных № 173РС танковых ГТД.