

машин требует самого тесного сотрудничества ученых и практиков. Практика будет ставить перед теорией все новые и новые вопросы, а теория будет черпать в практике базу для своих научных исследований.

Заканчивая, хочу напомнить одно из высказывания П. Л. Чебышева: «Сближение теории с

практикой, — писал он в одном из своих мемуаров, — дает самые благотворные результаты и не одна только практика от этого выигрывает, сама наука развивается под влиянием ее, она открывает им новые предметы для исследования или новые стороны в предметах, давно известных».

УДК 621.431

## ДВИГАТЕЛИ ПРОФЕССОРА АЛЕКСЕЯ НЕСТОРОВИЧА ШЕЛЕСТА

*П. А. Шелест, канд. техн. наук (г. Фрязино)*

Всем известны такие изобретения XIX века, как пароход Фултона (США), паровоз инженера Стефенсона (Англия), двигатели Рудольфа Дизеля (Германия). Однако мало кто знает, что в XX веке в России были изобретены тепловоз и современная газовая турбина.



*Рис. 1. Профессор А.Н. Шелест в Вене, 1922 г.*

### 1. Двигатель с поршневым генератором сжатых газов

В 1913 г. будущий Заслуженный деятель науки и техники, лауреат Сталинской премии, доктор технических наук, профессор МВТУ Алексей Несторович Шелест (рис. 1), будучи студентом-дипломником Московского Императорского Технического Училища (ныне МГТУ им. Н.Э. Баумана), предложил новый принцип работы тепловых машин. В выданной ему привилегии № 28189 записано: «Сущность предполагаемого изобретения заключается в том, что двигатель внутреннего сгорания работает совместно с компрессором, но не связывается кинематически с колесами тепловоза, а свою энергию в виде горячего сжатого газа (не особенно высокой температуры) подает в газовый ресивер, откуда газы расходятся расширительной машиной».

На рис. 2 показана схема тепловоза системы

профессора А.Н. Шелеста. Для осуществления такого принципа работы машин может быть взят любой двигатель внутреннего сгорания, работающий на любом топливе и по любому циклу. Примем исполнение этого двигателя по четырехтактному циклу. Воздух засасывается из атмосферы в компрессор 2 и сжимается в нем до необходимого давления. Из компрессора сжатый воздух по трубопроводу 3 попадает в ресивер 4, откуда в период впуска через трубопровод 5 и клапан 6 подается в цилиндр 1 двигателя, где заполняет его полезный объем. При подходе поршня к нижней мертвой точке впускной клапан 6 закрывается, а при движении поршня вверх происходит сжатие воздуха в цилиндре. Около верхней мертвой точки через форсунку 7 подается топливо, которое от соприкосновения с горячим сжатым воздухом самовоспламеняется и сгорает. При движении поршня вниз происходит расширение продуктов сгорания. Около нижней мертвой точки открывается выпускной клапан 8 и газы по трубопроводу 9 поступают в ресивер 10, а оттуда к расширительной машине 11.

Тяговая характеристика такого тепловоза соответствует тяговой характеристике паровоза, т.е. близка к идеальной. Таким образом, в тепловозе с генератором сжатых газов сохраняются преимущества хорошей тяговой характеристики, и устраняется главный недостаток паровоза — низкий КПД.

В 1916 г. А.Н. Шелест получает деньги на строительство тепловоза от «Общества содействия научным исследованиям в области естествознания и техники» имени крупного мецената Х.С. Леденцова, но вскоре произошла революция и деньги пропали. В 1923 г. Совет Народных Комиссаров выделяет средства в иностранной валюте для постройки тепловоза системы А.Н. Шелеста за границей.

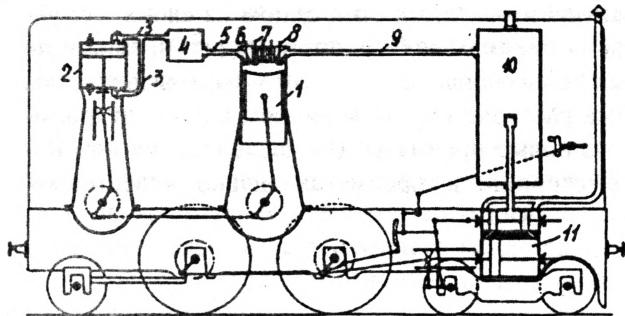


Рис. 2. Схема тепловоза профессора А. Н. Шелеста

Строительство этого тепловоза началось в Англии на заводе фирмы «Армстронг-Витворт» в г. Ньюкасл-апон-Таун. К 1926 г. силовую установку изготовили и испытали на стенде (рис. 3). По современной терминологии это была первая в мире комбинированная силовая установка с высоким наддувом, иными словами — двигатель профессора А.Н. Шелеста с поршневым генератором сжатых газов и расширительной машиной. Такое разделение имеет ряд существенных преимуществ по сравнению с обычным двигателем внутреннего сгорания. Прежде всего генератор газов отделен от рабочей машины, приводящей в движение колеса локомотива, винт теплохода или вал насоса для перекачивания нефти или газа по магистральному трубопроводу. При этом расширительная машина может быть поршневого или турбинного типа. Отделение генератора сжатых газов от расширительной машины позволяет автоматически регулировать его простым изменением частоты вращения вала. Первые же испытания генератора сжатых газов в Англии подтвердили его работоспособность.

В мае 1927 г. произошел разрыв дипломатических отношений между СССР и Англией. С последними представителями профессор А.Н. Шелест выехал в Ленинград, а в трюме парохода вместе с изобретателем ехала его машина.

Между тем за границей продолжали работать над подобными двигателями. Практически двухтактный генератор сжатых газов был осуществлен в 1933 г. на заводе «Гота-Веркен» в г. Готтенбурге (Швеция): был построен мотовоз с генератором сжатых газов, работающим по двухтактному циклу. Силовая установка мотовоза состояла из двух цилиндров сгорания и одноцилиндрового компрессора двойного действия. Коленчатый вал был общим для двух агрегатов. Работа двухтактных двигателей полностью затрачивалась на привод компрессора. Вся масса продувочного воздуха пропусклась через продувочные окна цилиндров сгорания. Выпускные газы из

цилиндра сгорания направлялись к расширительной машине. Корпус компрессора был отлит заодно с корпусом цилиндров сгорания. Номинальное давление генерированных газов составляло 4,2 ат, а максимальное давление сгорания топлива — 60 ат. Продукты сгорания расширялись до давления, соответствующего давлению генерированных газов. Смесь продуктов сгорания и продувочного воздуха имела температуру около 500 °С, которая соответствовала производительности генератора сжатых газов 72,5 кг газа на 1 кг топлива. Одновременно были построены два локомотива с поршневой и турбинной расширительными машинами.

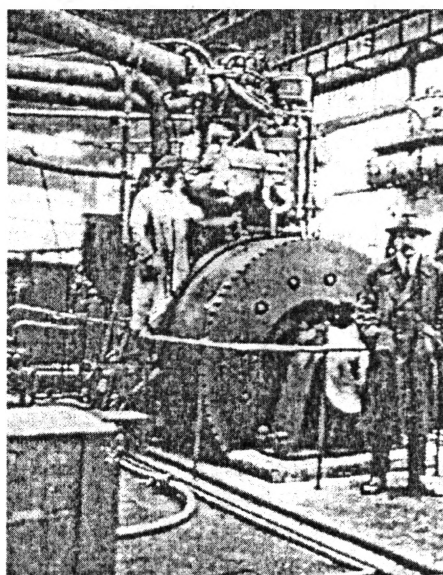


Рис. 3. Первый в мире поршневой генератор газов, изготовленный в Англии под руководством профессора А. Н. Шелеста

В 1939 г. был спроектирован механический генератор газов для замены паровой турбинной установки на минном заградителе мощностью 6500 л.с. Установка состояла из четырех шестицилиндровых генераторов газа с диаметром цилиндра сгорания 370 мм и ходом поршня 480 мм. Две турбины были соединены со своими гребными винтами при помощи редукторов. Мощность рабочей турбины 1300 л.с.

В 1955 г. на Шведских государственных железных дорогах были проведены приемные испытания тепловоза с генератором сжатых газов. Общая масса локомотива составляла 60-63 т, а максимальная нагрузка на ось 13-13,5 т при колесной формуле 1-3-1. Тяговое усилие при трогании равнялось 13500 кгс. Движение от газовой турбины, имевшей частоту вращения вала 12500 мин<sup>-1</sup>, передавалось ведущим колесам при помощи редук-

тора. Мощность рабочей турбины составляла 1300 л.с., а скорость движения достигала 90 км/ч.

После второй мировой войны центр производства генераторов сжатых газов переместился во Францию. Здесь на фирме «Рено-Сигма» талантливый конструктор Р.П. Пескара разработал свободнопоршневой генератор газов. Во Франции было изготовлено несколько тысяч таких силовых установок.

Генератор сжатых газов имеет ступенчатый поршень. Поршень меньшего диаметра образует камеру сгорания, а кольцевая полость между стенками цилиндра компрессора и поршнем цилиндра сгорания образует полость компрессора. Движение двух ступенчатых поршней происходит под действием сил давления газов. На рис. 4 показана схема такого генератора газов, в котором имеются два ступенчатых поршня 3, образующих камеру сгорания 2 переменного объема, две полости компрессора 6 и переменные объемы буферных цилиндров 7. Здесь буферные цилиндры выполняют роль кривошипно-шатунного механизма и маховика генератора. Процесс работы свободнопоршневого генератора газов осуществляется следующим образом. При установившемся режиме работы машины ступенчатые поршни совершают возвратно-поступательное движение, то сближаясь, то расходясь. В период сближения поршней в камере сгорания происходит сжатие воздуха. В момент расположения поршней около внутренней мертвой точки форсунки 1 распыляет жидкое топливо в горячий сжатый воздух. Топливо при этом самовоспламеняется и сгорает, а давление газов в камере сгорания увеличивается. Под действием давления газов ступенчатые поршни начинают расходиться, что соответствует прямому ходу поршней. При этом в полости компрессора 6 подается атмосферный воздух через впускные клапаны 5. В буферных цилиндрах 7 в это время происходит сжатие воздуха.

При максимальном расхождении поршней открываются сначала выпускные, а затем и впускные окна камеры сгорания. Газы из камеры сгорания попадают в ресивер 8, а затем в газовую турбину 9. Процесс в камере сгорания характеризуется индикаторной диаграммой 10. После открытия впускных окон сжатый воздух из продувочного ресивера проходит в камеру сгорания. Так как объем продувочного воздуха по сравнению с объемом камеры сгорания больше, то лишний воздух через выпускные окна устремляется в ресивер 8, где перемешивается с продуктами сгорания. При этом условии турбина 9 работает на

смеси воздуха с продуктами сгорания. Сжатие продувочного воздуха происходит в полостях компрессора 6.

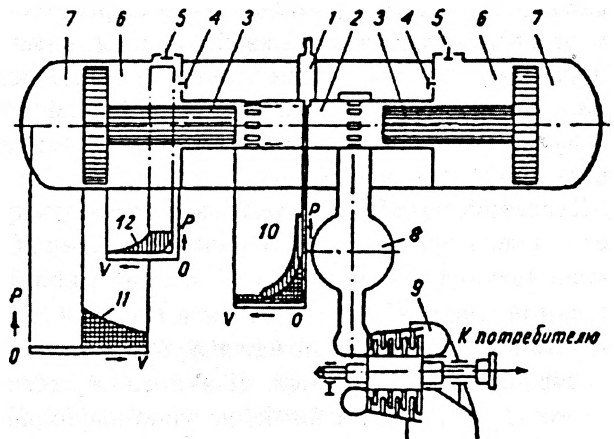


Рис. 4. Схема двигателя профессора А. Н. Шелеста со свободнопоршневым генератором сжатых газов

При расхождении поршней генератора газов давление воздуха в буферных цилиндрах 7 повышается; они накапливают энергию, определяемую индикаторной диаграммой 11. При достижении максимального расхождения поршни останавливаются давлением воздуха в буферных цилиндрах. В следующий момент давление воздуха в этих цилиндрах заставляет поршни начать движение к центру машины. Обратный ход поршней сопровождается расширением воздуха в буферных цилиндрах и сжатием воздуха в камере сгорания после закрытия выпускных окон, а также сжатием воздуха в полостях компрессора. При давлении воздуха, несколько большем давления в продувочном ресивере, открываются нагнетательные клапаны 4, и продувочный воздух нагнетается в ресивер. Процесс в компрессоре характеризуется индикаторной диаграммой 12. При сближении поршней форсунка 1 вновь подает топливо, и вышеописанный процесс повторяется. Таким образом, за прямой и обратный ходы поршней цикл работы машины полностью завершается.

Работа генератора сжатых газов со свободнодвижущимися поршнями характеризуется тремя уравнениями баланса:

- 1) при прямом ходе поршней работа цилиндров сгорания и компрессора равна работе буферных цилиндров и работе сил трения;
- 2) при обратном ходе поршней работа буферного цилиндра равна работе камеры сгорания, компрессора и сил трения;
- 3) работа компрессора за цикл равна работе ци-



линдра сгорания с учетом всех потерь.

Первые два уравнения справедливы для схемы генератора сжатых газов на рис. 4, а последнее условие пригодно для всех типов генераторов сжатых газов. Три уравнения баланса работы генератора сжатых газов со свободнодвижущимися поршнями позволяют решить все основные задачи, связанные с законом движения поршней, производительностью генератора газов и взаимодействием отдельных полостей.

Теоретически оба ступенчатых поршня движутся в генераторе газов совершенно синхронно. Однако разница в трении между стенками цилиндров и поршнями, а также разница давлений в одноименных полостях может нарушить синхронность движения поршней. Для предотвращения этого служит специальный шатунно-шарнирный механизм синхронизации, примененный на французском генераторе газов типа GS-34, который получил наибольшее распространение.

Генераторы сжатых газов типа GS-34 обеспечивают мощность газовой турбины в 1000 л.с. (736 кВт). В дальнейшем эти генераторы газов были форсированы по мощности в 1,5 раза за счет уменьшения коэффициента избытка воздуха с 2 до 1,45.

Широкая область применения генераторов сжатых газов связана прежде всего с их большим КПД. При этом высокий уровень давлений и температур внутри цилиндра сгорания позволяет употреблять все виды жидкого топлива, начиная от сырой нефти и кончая соляровым маслом. Во Франции были построены пять резервных электростанций. Две из них оборудованы генераторами сжатых газов со свободнодвижущимися поршнями (СПГТ), а три — газотурбинной силовой установкой (ГТУ).

Сравнение их характеристик показывает, что генераторы сжатых газов обеспечивают больший КПД, чем газотурбинная установка со сгоранием при постоянном давлении. Мало того, силовая установка с генератором газов позволяет работать турбине с меньшей температурой, чем газотурбинная установка, что обеспечивает ее большую долговечность. Следует заметить, что силовая установка в г. Сан-Дизье простейшая. Более сложные газотурбинные установки позволяют получать и больший КПД.

Тепловоз с двигателем профессора А. Н. Шелеста был построен во Франции фирмой «Рено-Сигма». Силовая установка тепловоза состояла из одного генератора газов типа GS-34 и газовой турбины. От трехступенчатой турбины вращение вала

передается через центральный редуктор и карданную передачу тележкам локомотива. Центральный редуктор имеет две ступени скорости и механизм реверса. Максимальная скорость движения тепловоза на первой скорости 71, а на второй — 125 км/ч. Кривые силы тяги тепловоза с генератором газов проходят выше, чем у тепловоза той же мощности с электрической передачей [1].

В 1961 г. был построен лесовоз «Павлин Виноградов» с генераторами газов со свободнодвижущимися поршнями и газовой турбиной. Он представляет собой однопалубное одновинтовое судно с расположением мостика, машинного помещения и жилища команды в корме. Лесовоз предназначался для перевозки зерна и леса и имел неограниченный район плавания. Много лет «Павлин Виноградов» бороздил моря и океаны под флагом СССР.

## 2. Двигатели с турбинным генератором газа

В 1920-1922 гг. профессор А. Н. Шелест находился в заграничной командировке в составе Российской железнодорожной миссии. В это время он продолжал заниматься своими изобретениями и научными трудами. В Швейцарии 11 марта 1921 г. А. Н. Шелест подал заявку на новое изобретение, а 16 июня 1922 г. ему выдали Главный патент на газовую турбину № 95277. Патентная формула звучала следующим образом: «1. Газовая турбина, отличающаяся тем, что компрессор сжимает воздух и направляет его в камеру сгорания, а возникающие в ней продукты сгорания применяются для привода компрессора и рабочей машины».

В патентной формуле существует и пункт об автоматическом регулировании газотурбинной установки: «Газовая турбина по пункту 1, отличающаяся тем, что автоматическое регулирование силовой установки происходит за счет изменения частоты вращения вала генератора сжатых газов, что обеспечивается регулятором давления, установленном в районе между генератором сжатых газов и рабочей расширительной машиной» [2].

Главным в этом изобретении было отделение турбины, вращающей вал компрессора, от рабочей турбины, приводящей в движение ротор электрического генератора, винт вертолета, колеса локомотива и т. д. До сих пор все практические решения газовых турбин опираются на этот патент профессора А. Н. Шелеста и отличаются только конструктивными особенностями. Изобретение давало двойной выигрыш: с одной стороны, увеличивался КПД, с другой — облегча-

лась работа рабочей турбины, лопатки которой можно было изготовить из материала менее стойкого к высоким температурам.

Проанализируем, чем же отличается новое изобретение профессора А.Н. Шелеста (рис. 5). Компрессор 1, камера сгорания 2 и турбина 3 образуют генератор сжатых газов для рабочей турбины 4. В этом несомненное сходство с патентом, который А.Н. Шелест получил еще в 1913 г. Отличие состоит лишь в том, что генератор газов на рис. 2 сформирован из поршневых машин, а газотурбинная установка, схема которой представлена на рис. 5, для сжатия, сгорания и расширения имеет самостоятельные агрегаты.

В книге «Проблемы экономичных локомотивов», изданной в 1923 г., профессор А. Н. Шелест описывает преимущества своего газотурбинного двигателя следующим образом (см. рис. 5):

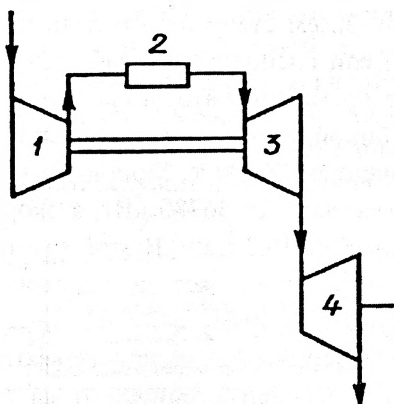


Рис. 5. Схема двигателя профессора А.Н. Шелеста с газотурбинным генератором сжатых газов

«Преимущества этих генераторов заключаются в том, что газы из камеры сгорания 2 охлаждаются в процессе расширения в турбине 3, служащей для сжатия воздуха в компрессоре 1. Благодаря этому к турбине 4 подаются газы примерно того же давления и той же температуры, какие имеет перегретый пар. Следовательно, охлаждение газов получилось полезным, и весь процесс по экономичности равен процессу газовой турбины...»

Преимущества этого генератора газов следующие: высокая экономичность; простота устройства и потому его низкая стоимость; возможность использования любой рабочей машины, работающей на перегретом паре (для этого нужно только заменить паровые котлы генераторами сжатых газов); возможность надежной работы на всяком порошкообразном топливе, если вопрос об очищении порошкообразного топлива от зольности получит практическое разрешение.

В той же книге далее говорится: «Все существующие локомотивы могут быть переделаны без больших затрат при каждом капитальном ремонте, стоит только снять котел и поставить на раму локомотива генератор сжатых газов, и локомотив готов к работе. Непроизводительно работать с паром там, где можно применить сгоревшие и охлажденные газы. Тепловую энергию топлива, подаренную нам природой, надо расходовать как можно экономичней. Запасы топлива не вечны, и нужно продлить их применение для наших детей на возможно долгие годы».

Профессор А.Н. Шелест своим открытием опередил время. Только на пороге XXI века его изобретение стало широко применяться в авиации, на морском и речном флоте, танках, резервных электростанциях, нефте- и газоперекачивающих станциях и на многих других объектах.

Сегодня двигатели профессора А.Н. Шелеста получили распространение и в авиации. На рис. 6, а представлен такой двигатель для турбовинтового самолета. Здесь воздух поступает в компрессор 1 из атмосферы, сжимается в нем до нужного давления и подается в камеру сгорания 2, куда специальной форсункой впрыскивается топливо. Из камеры продукты сгорания попадают в турбину 3, вращающую вал компрессора. Таким образом, компрессор 1, камера сгорания 2 и турбина 3 образуют генератор сжатых газов, которые расширяются в рабочей турбине 4, вращающей вал винта 5. Особенностью конструкции является то, что вал от турбины 4 проходит внутри трубы, соединяющей компрессор 1 с турбиной 3. Аналогично устроен газотурбинный двигатель, устанавливаемый на вертолетах.

Несколько отличается конструкция рабочей расширительной машины двигателя профессора А.Н. Шелеста для турбореактивных самолетов. На рис. 6, б показана схема такого двигателя. Здесь генератор газов образован по обычной схеме: компрессор 1 — камера сгорания 2 — турбина 3 для привода компрессора. Отличие заключается в рабочей расширительной машине, которая в этом случае выродилась в сопло 4, где сжатые газы расширяются до атмосферного давления и разгоняются при этом до больших скоростей. Реакция этой струи толкает самолет вперед. Такое решение силы тяги аэроплана устраняет основной недостаток воздушного винта самолета — падение силы тяги при увеличении скорости полета. Турбореактивный двигатель, наоборот, увеличивает силу тяги по мере роста скорости полета.





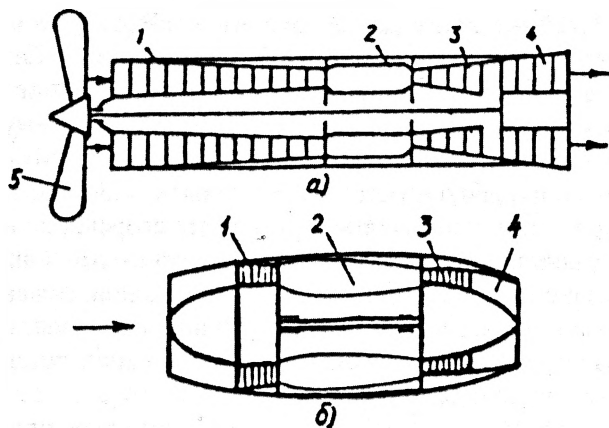


Рис. 6. Схемы газотурбинных двигателей профессора А.Н. Шелеста в авиации

На газоперекачивающих станциях используют газотурбинные установки, которые приводят во вращение вал компрессора, сжимающего транспортируемый газ до давления 7,5 МПа. Схема такой перекачивающей станции с двигателем профессора А. Н. Шелеста показана на рис. 7, а. Здесь 1, 2, 3 — генератор сжатых газов, 4 — рабочая турбина и 5 — компрессор, сжимающий газ для транспортировки его по трубопроводу.

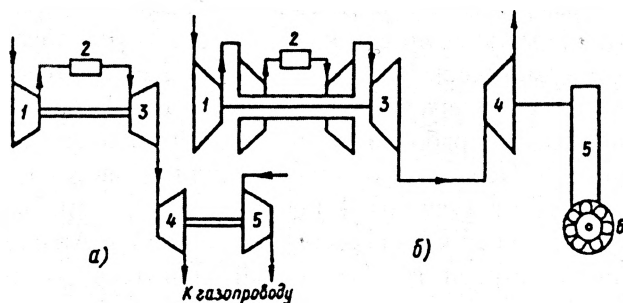


Рис. 7. Схема силовой установки газоперекачивающей станции и танкового двигателя

В последние годы на отечественных танках также стали применять газотурбинные установки. До этого использовали только двигатель внутреннего сгорания с воспламенением от сжатия. Схема танковой газотурбинной установки изображена на рис. 7, б. Здесь 1 — центробежный двухступенчатый компрессор, 2 — камера сгорания, 3 — двухступенчатая турбина генератора сжатых газов, 4 — рабочая турбина, 5 — понижающий редуктор, 6 — звездочка, приводящая в движение ленту траков танка.

Воздух из атмосферы поступает в первую ступень центробежного компрессора, сжимается в ней и подается во вторую ступень центробежного

компрессора, а оттуда направляется в камеру сгорания 2, откуда продукты сгорания поступают в первую ступень турбины 3, а после расширения в ней попадают во вторую ступень той же турбины. Особенностью конструкции генератора газов в данном случае является то, что первая ступень центробежного компрессора 1 приводится во вращение валом второй ступени турбины 3, а вторая ступень компрессора 1 — валом первой ступени турбины 3. С таким газотурбинным двигателем расход топлива на 100 км пробега существенно ниже, чем у аналогичного по мощности танка с поршневым двигателем внутреннего сгорания.

Первоначально морские суда на подводных крыльях типа «Тайфун» оборудовались двумя газотурбинными двигателями авиационного типа по 1280 кВт каждый, от которых вращались гребные винты. Затем стали изготавливать газотурбинные двигатели специально корабельного типа. В настоящее время генераторы сжатых газов с рабочей турбиной установлены на контейнеровозах водоизмещением 36000 т. Мощность их силовой установки составляет 36780 кВт, а скорость движения достигает 46,2 км/ч. В этой газотурбинной установке применены все достижения отечественной науки и техники.

Широкое применение нашли генераторы сжатых газов с рабочей турбиной и на резервных электростанциях. Основным качеством, которым должны обладать резервные электростанции, является быстрый запуск газотурбинного двигателя. Здесь особенно хорошо проявляется достоинство изобретения профессора А. Н. Шелеста, который разделил всю силовую установку на две части: генератор сжатых газов и рабочую турбину, приводящую, в данном случае, во вращение ротор электрического генератора. Тем самым удалось уменьшить почти вдвое момент инерции ротора генератора сжатых газов, который запускается первоначально. Для этого служит специальный электростартер, который раскручивает ротор компрессора и соединенную с ним газовую турбину до тех пор, пока из компрессора не начнет поступать сжатый воздух нужного давления. При этом в камеру сгорания начинается подвод топлива, которое первоначально зажигается при помощи специального электрозажигания. Турбина начинает работать, а стартер и электрозажигают-

шее устройство выключаются. На все это затрачивается около 100 с, после чего на сжатом газе можно запускать и рабочую турбину, приводящую в движение генератор электрического тока.

Однако до сих пор газовая турбина не получила применения на тепловозах. Эффективная работа газотурбинных двигателей в авиации показывает, что их использование на локомотивах является вопросом времени. Схема тепловоза с двигателем профессора А. Н. Шелеста представлена на рис. 8. Сжатый воздух из компрессора 1 попадает в камеру сгорания 2, куда подается форсункой жидкое или газообразное топливо. Из камеры сгорания газы перемещаются в турбину 3, служащую для привода компрессора 1. После расширения газов в турбине 3 они попадают в рабочую турбину 4, где расширяются до атмосферного давления. Отработавшие газы выбрасываются в атмосферу через трубу 5. При этом правый вал турбины 4 через двухскоростной редуктор 6 с помощью карданной передачи приводит во вращение колеса одной тележки локомотива, а левый вал — другой. Баллон 7, расположенный между двумя тележками, служит для хранения топлива.

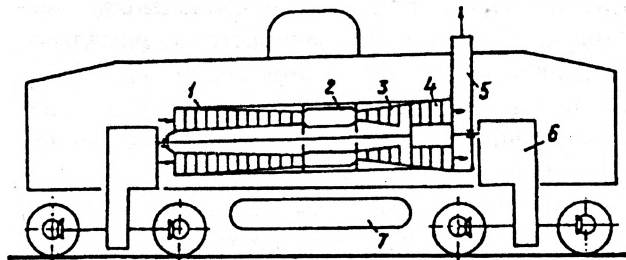


Рис. 8. Схема тепловоза с двигателем профессора А.Н. Шелеста

Преимущества такого газотурбинного двигателя заключаются, прежде всего, в непрерывном горении топлива в камере сгорания 2, что обеспечивает гораздо меньшую токсичность выбросов по сравнению с поршневыми двигателями. Другими словами, при одинаковой мощности газотурбинный двигатель в экологическом отношении более чистый, чем поршневой. Еще больший эффект достигается при переходе с жидкого на газообразное топливо, что позволяет уменьшить вредные выбросы в атмосферу и сделать этот показатель ниже европейского стандарта, введенно-

го в действие в 1999 г. Для хранения сжиженного природного газа под давлением 25 МПа предусмотрен баллон 7. В камеру сгорания 2 газ будет подаваться в газообразном состоянии под давлением 8 МПа, для чего предусмотрен специальный редуктор давления [3].

### 3. Коэффициент полезного действия двигателей профессора А.Н. Шелеста

В двигателях профессора А.Н. Шелеста газообразное рабочее тело подготавливается вне рабочей расширительной машины, приводящей в движение потребитель энергии. Это обстоятельство вызывает некоторые особенности при определении КПД подобных двигателей.

КПД локомотива со свободнотолкающимися поршнями генератора сжатых газов составляет 41 %, что значительно превышает КПД современных тепловозов с электрической передачей (~30 %). При современных ценах на топливо преимущества от перевода железнодорожного транспорта на тепловозы с двигателем профессора А.Н. Шелеста, более чем очевидны [4].

#### Заключение

Во всех странах мира двигатели с генераторами сжатых газов считаются безмянными. Надо восстановить историческую справедливость и называть их «Двигатели профессора А. Н. Шелеста». Россия должна быть особенно заинтересована в этом, ибо изобретателем этих силовых установок был ее гражданин.

#### Литература

1. Шелест А. Н. Механические генераторы газов для транспорта и промышленности // Труды МВТУ. Выпуск 29. М.: Машгиз. 1954. 246 с.
2. Schelest A. Hauptpatent «Gaskraftmaschine» Patentschrift n 95277. Feroflentlicht am 16 Juni 1922., Schweizerische Eidgenossenschaft fur Geistiges Eigentum.
3. Шелест П. А. Алексей Несторович Шелест изобретатель газовых турбин // Машиностроитель. 2000. № 4.
4. Шелест П. А. О фундаментальных открытиях, сделанных в России // Техника машиностроения. 2000. № 6; 2001. № 1 и 3.

«Вестник машиностроения», № 7, 2002 г.

*Сначала неизбежно идут: мысль, фантазия, сказка. За ними шествует научный расчет, и уже, в конце концов, исполнение венчает мысль.*

*К.Э. Циолковский*

