**Газотурбинный двигатель**

Газотурбинный двигатель (ГТД), тепловой двигатель, в котором газ сжимается и нагревается, а затем энергия сжатого и нагретого газа преобразуется в механическую работу на валу газовой турбины. Рабочий процесс ГТД может осуществляться с непрерывным сгоранием топлива при постоянном давлении или с прерывистым сгоранием топлива при постоянном объёме.

В 1791 английский изобретатель Дж. Барбер впервые предложил идею создания ГТД с газогенератором, поршневым компрессором, камерой сгорания и газовой турбиной. Русский инженер П. Д. Кузьминский в в 1900 построил ГТД со сгоранием топлива при постоянном давлении, предназначенный для небольшого катера. В этом ГТД была применена многоступенчатая газовая турбина. Испытания не были завершены из-за смерти Кузьминского. В 1900—04 немецкий инженер Ф. Штольце пытался создать ГТД, но неудачно. В 1906 русский инженер В. В. Караводин спроектировал, а в 1908 построил бескомпрессорный ГТД с 4 камерами прерывистого сгорания и газовой турбиной, В 1908 по проекту немецкий инженера Х. Хольцварта был построен ГТД прерывистого горения. В России в 1909 инженер Н. В. Герасимов получил патент на ГТД, который был использован им для создания реактивной; в 1913 М. Н. Никольской спроектировал ГТД мощностью 120 квт с трёхступенчатой газовой турбиной; в 1923 В. И. Базаров предложил схему ГТД, близкую к схемам современных турбовинтовых двигателей, а в 1936 построил ГТД с центробежным компрессором. В 30-е гг. большой вклад в создание авиационных ГТД внесли советский конструктор А. М. Люлька, английский изобретатель Ф. Уиттл, немецкий инженер Л. Франц и др.

Наибольшее промышленное применение получили ГТД с непрерывным сгоранием топлива при постоянном давлении. В таком ГТД сжатый атмосферный воздух из компрессора поступает в камеру сгорания, туда же подаётся топливо, которое, сгорая, нагревает воздух; затем в газовой турбине энергия газообразных продуктов сгорания преобразуется в механическую работу, большая часть которой расходуется на сжатие воздуха в компрессоре. Остальная часть работы передаётся на приводимый агрегат. Работа, потребляемая этим агрегатом, является полезной работой ГТД.

Полезная работа Le, отнесённая к 1 кг рабочего тела, равна разности между работой Lt развиваемой турбиной при расширении в ней газа, и работой Lk, расходуемой компрессором на сжатие в нём воздуха. Графически рабочий цикл ГТД может быть представлен в PV-диаграмме, где Р — давление, V — объём (рис. 2). Чем выше кпд компрессора и турбины, тем меньше LK и больше LT, т. е. полезная работа увеличивается. Повышение температуры газа перед турбиной также способствует росту полезной работы L1c (линия 3'4' на рис. 2). Экономичность ГТД характеризуется его эффективным кпд, который представляет собой отношение полезной работы к количеству тепла, затраченного на создание этой работы.

В современных ГТД кпд компрессоров и турбин соответственно составляет 0,88—0,9 и 0,9—0,92. температура газа перед турбиной в транспортных и стационарных ГТД составляет 1100—1200 К, а в авиационных достигает 1600 К. Достижение таких температур стало возможным благодаря изготовлению деталей ГТД из жаропрочных материалов и применению охлаждения его элементов. При достигнутом совершенстве проточной части и температуре газов 1000 К кпд двигателя, работающего по простейшей схеме, не превышает 25%. Для повышения кпд тепло, содержащееся в выходящем из турбины газе, используется в рабочем цикле ГТД для подогрева сжатого воздуха, поступающего в камеру сгорания. Теплообмен между отходящими газами и сжатым воздухом, поступающим в камеру сгорания, происходит в регенеративных теплообменниках, а рабочий процесс ГТД, в котором утилизируется тепло выходящих из турбины газов, называется регенеративным.

ГТД могут работать на газообразном топливе (природном газе, попутных и побочных горючих газах, газогенераторных газах, газах доменных и сажевых печей и подземной газификации); на жидком топливе (керосине, газойле, дизельном топливе, мазуте); твёрдом топливе (угольной и торфяной пыли).

Развитие ГТД идёт по пути совершенствования его элементов (компрессора, турбины, камеры сгорания, теплообменников и др.), повышения температуры и давления газа перед турбиной, а также применения комбинированных силовых установок с паровыми турбинами и свободнопоршневыми генераторами газа. Эксплуатация таких установок в стационарной энергетике и на транспорте показала, что при утилизации тепла отходящих газов и высоком совершенстве основных элементов их эффективный кпд достигает 42—45%.

Кстати, газотурбинные двигатели некоторое время использовались в гонках, пока их не запретили из-за того, что дальнейшее широкое использование вертолетных силовых установок могло привести к полному вытеснению поршневых двигателей, что окончательно отделило бы автоспорт от автопромышленности.