

# Разработки АО СКБ «Турбина» – прорыв на отечественном рынке микрогазотурбинных установок

Е. В. Гаврилова – АО СКБ «Турбина»

**Энергоустановки мощностью 100 кВт, разработанные на предприятии ОПК, проходят опытно-промышленную эксплуатацию на попутном нефтяном газе. Ведется работа по созданию установки большей мощности.**

Уже несколько лет на российском рынке активно развиваются программы импортозамещения. АО СКБ «Турбина», используя мощный потенциал оборонно-промышленного комплекса, разрабатывает и создает высокотехнологичную продукцию гражданского и двойного назначения. С 2012 года на предприятии модернизируются производственные мощности, и на сегодняшний день одной из главных задач АО СКБ «Турбина» является не только работа над продукцией ОПК, но и сосредоточение на диверсификации оборонного производства.

Газотурбинной тематикой АО СКБ «Турбина» занимается уже более 50 лет. В 1962 году с целью создания прототипов авиационных ГТД для наземного транспорта был создан специальный отдел с производственно-экспериментальной базой, что позволило создать первый газотурбинный танковый двигатель с теплообменным аппаратом.

В 80-е годы в СКБ «Турбина» были созданы и испытаны малогабаритные газотурбинные энергоагрегаты для бронетанковой техники, газотурбинные ходовые двигатели ГТД-700, ГТД-ТЗ, ГТД-ТЗФ, а также внедрены в серийное производство энергоагрегаты ГТА-18А, АП-18Д, разработана концепция создания и выпуска новых поколений изделий, создана и освоена в производстве широкая база многофункциональных газотурбинных агрегатов. Стоит отметить, что серийное производство





Фото 1. Микрогазотурбинная установка АПН-18

газотурбинного агрегата ГТА-18А с ресурсом 300 моточасов для танка Т-80У в качестве вспомогательного двигателя стало общей производственной победой коллектива предприятия.

Сегодня, с переходом предприятий ОПК к процессу диверсификации и с учетом потребностей передовых наукоемких отраслей, АО СКБ «Турбина» успешно адаптируется к рыночным условиям при реализации продукции гражданского назначения.

Мощнейший технопарк позволяет предприятию создавать высокотехнологичную продукцию, отвечающую самым серьезным требованиям современного мира. Газотурбинные энергоагрегаты АО СКБ «Турбина» являются высокосложными изделиями, конструкция которых предъявляет производству повышенные требования. Для их обеспечения при изготовлении газотурбинных энергоагрегатов в АО СКБ «Турбина» организованы все основные виды производств – около 20 технологических переделов, в том числе специальных и авиационных технологий. Кроме того, на предприятии имеется экспериментальная база, включающая специальные стенды для испытаний, что позволяет еще до «выхода в свет» протестировать газотурбинную установку по всем параметрам, что в реальных условиях сделать практически невозможно.

Таким образом, обладая мощнейшими возможностями для разработки и создания наукоемкой продукции, с 2012 года специалисты АО СКБ «Турбина» приступили к планомерному переводу научно-технического и производственного потенциала в инновационный ресурс, обеспечивая тем самым активное развитие импортозамещения и диверсификации производства.

На основе вышеупомянутого ГТА-18А, предназначенного для обеспечения бортовой сети объекта электроэнергией постоянного тока при выключенном основном двигателе, а также для зарядки аккумуляторных батарей танка, была создана микрогазотурбинная установка АПН-18 мощностью 18 кВт (фото 1). Данный многофункциональный агрегат предназначен для автоном-



Фото 2. Микрогазотурбинная установка МГТУ-100

ного энергоснабжения производственных, коммерческих и жилых объектов и конструктивно состоит из газотурбинного двигателя, стартера-генератора и системы защиты (с блоками управления и блоком преобразователей электрического тока). Агрегат способен обеспечивать потребителей постоянным током напряжением 24–28 В, переменным трехфазным или однофазным током напряжением 380/220 В с частотой 50 Гц. Запуск газотурбинного электроагрегата (ГТЭА) осуществляется с пульта оператора или дистанционно в несколько этапов.

На этапе продувки осуществляется вентиляция камеры сгорания и выхлопного тракта ГТЭА. При удачном завершении продувки через две минуты идет переход на запуск, где обеспечивается устойчивое горение в камере сгорания и перевод стартер-генератора из стартерного режима работы в генераторный. На режиме работы происходят следующие операции:

- заряд блоков АКБ из состава ГТЭА до тока потребления не более 40 А;
- подключение нагрузки к СТЕ;
- поддержание напряжения на выходных клеммах электроагрегата с помощью ШИМ-регулятора в диапазоне  $27,5 \pm 1,0$  В при изменении тока, потребляемого нагрузкой, от 0 до 600 А;
- ограничение мощности, снимаемой с генератора, на уровне 15,9–17,1 кВт при напряжении генератора 26,5–28,5 В;
- ограничение температуры выхлопных газов на уровне  $800 \pm 20$  °С путем ограничения мощности, снимаемой с генератора;
- поддержание частоты вращения вала двигателя по ДЧВ на уровне  $59\,000 \pm 1000$  об/мин путем регулирования расхода топлива.

Система автоматического управления АПН-18 поддерживает несколько видов пользователей: «Наблюдатель», «Оператор», «Наладчик», «Разработчик» с различным уровнем доступа к функциям САУ. Предусмотрено дистанционное управление установкой.

Сейчас специалисты АО СКБ «Турбина» работают над созданием АПН большей мощности.

Параллельно с разработкой АПН-18 велась масштабная работа по созданию микрогазотурбинной установки мощностью 100 кВт – МГТУ-100 (фото 2, рис.). Установка является новейшим типом газовых турбин для генерации электрической энергии в автономной энергетике и имеет широкую сферу применения от комбинированного производства тепла и электроэнергии до утилизации попутного нефтяного газа и аварийного электроснабжения.

Энергетический цикл микрогазотурбины МГТУ-100 характеризуется несколькими этапами. Перед подачей в газотурбинный двигатель внешний воздух проходит через входной воздушный фильтр малого сопротивления. Отфильтрованный внешний воздух поступает на вход компрессора. Часть воздуха идет через стартер-генератор, охлаждает обмотки статора и магниты ротора. Компрессор сжимает воздух, который далее поступает в рекуператор. Там сжатый воздух подогревается за счет тепла выхлопных газов и поступает в камеру сгорания, где смешивается с топливом, происходит воспламенение смеси и ее стабильное горение. Камера сгорания и колесо турбины выполнены из специальных высокотемпературных материалов.

Продукты сгорания попадают в сопловой аппарат турбины а затем в проточную часть колеса турбины, в результате чего кинетическая энергия продуктов сгорания переходит в механическую энергию вращения ротора турбокомпрессора. Часть мощности турбины расходуется на работу воздушного компрессора, а оставшаяся является полезной выходной мощностью.

Турбокомпрессор приводит во вращение высокооборотный стартер-генератор.

На выходе стартера-генератора формируется трехфазный электрический ток переменного напряжения

и частоты в зависимости от скорости вращения генератора, который конвертируется в постоянный ток, а затем преобразуется в выходной переменный ток напряжением 380 В и частотой 50 Гц.

Топливная система регулирует подачу газообразного углеводородного топлива в камеру сгорания по сигналам, поступающим от блока управления.

При автономной работе напряжение и частота тока задаются пользователем и поддерживаются блоками электроники. В случае работы параллельно с сетью контроллеры оценивают напряжение и частоту сети, потом эти параметры повторяются для выходного напряжения и частоты турбины.

Кроме явных преимуществ продукта, в числе которых экономическая и энергетическая эффективность (за счет утилизации и трансформации тепловой энергии), низкие эксплуатационные затраты (за счет отсутствия охлаждающей жидкости), МГТУ-100 имеет ряд ключевых конструктивных преимуществ:

- рекуператор позволяет снизить объем потребляемого топлива за счет использования тепловой энергии продуктов сгорания, что оказывает положительное влияние на увеличение КПД установки;
- горение топливно-воздушной смеси происходит при постоянном давлении и низких рабочих температурах, что снижает объемы вредных атмосферных выбросов;
- элементы проточной части ГТД выполнены из специальных жаропрочных и коррозионностойких материалов, что дает возможность использования различных видов газообразного углеводородного топлива с широким диапазоном показателей калорийности.

Микрогазотурбинные установки АПН-18 и МГТУ-100 обладают низким уровнем шума и работают в широком диапазоне температур (-50...+50 °С). Кроме того, установки выдерживают самые строгие экологические требования.

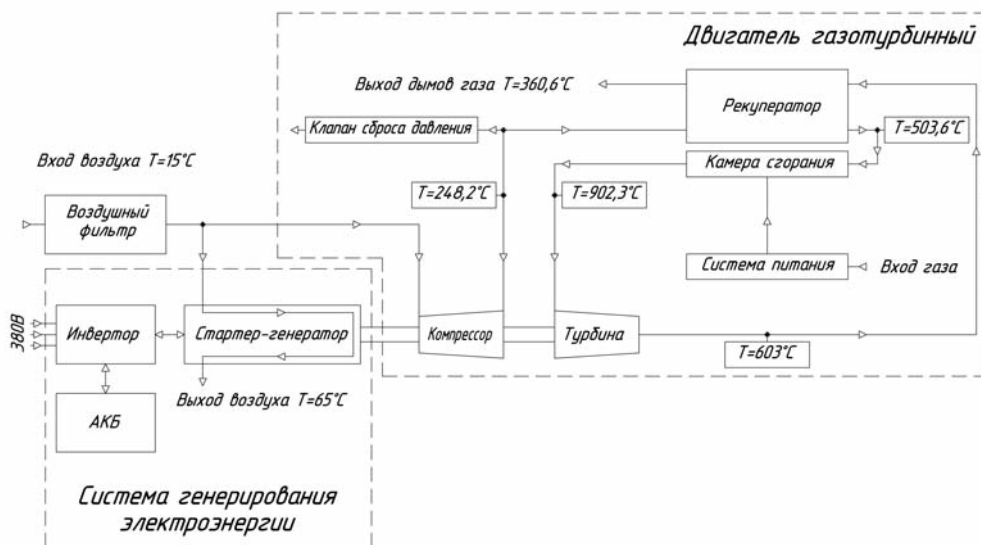


Рис. Принцип работы МГТУ-100



Стоит отметить, что аналогичное оборудование в России ранее серийно не выпускалось. По своим характеристикам установки производства АО СКБ «Турбина» не уступают импортным конкурентам. При их создании специалисты предприятия учли опыт эксплуатации зарубежных аналогов и разработали МГТУ-100 с учетом российских условий.

Кроме того, был разработан и изготовлен малоразмерный турбореактивный двигатель малой тяги (диапазон тягового усилия 30...100 кгс, фото 3), которые до настоящего момента потребители закупали у украинских производителей. Данный двигатель имеет типовую конструкторскую схему: дозвуковое входное устройство, одноступенчатый центробежный компрессор, проточную камеру сгорания, одноступенчатую осевую турбину и сужающееся реактивное сопло. Двигатель оснащен электронной системой управления, электроприводным топливным насосом-дозатором, масляной циркуляционной системой с электроприводным масляным насосом и низковольтной системой зажигания.

Сейчас полнокомплектные энергетические установки МГТУ-100 проходят опытно-промышленную эксплуатацию на попутном нефтяном газе на ведущих нефтедобывающих предприятиях России. Одновременно АО СКБ «Турбина» начинает работу над энергоустановкой мощностью 200 кВт.



Фото 3. Малоразмерный турбореактивный двигатель (МТРД)

Высокотехнологичные установки АО СКБ «Турбина» вызывают большой интерес со стороны потенциальных потребителей, заинтересованных в импортозамещении и повышении уровня экологической безопасности энергоснабжения – для замены газопоршневых и дизельных энергоустановок.



## ТУРБОновости

### Завершена модернизация систем питания собственных нужд мобильных ГТЭС в Крыму

АО «Мобильные ГТЭС» завершило модернизацию систем питания собственных нужд мобильных газотурбинных электрических станций (МГТЭС), размещенных в Крыму.

Для включения МГТЭС в работу в режиме ликвидации аварии необходима подача напряжения для собственных нужд электростанции от резервного независимого источника электроснабжения с последующим переходом на основной источник, что требует значительных временных и ресурсных затрат и промежуточной остановки газотурбинной установки.

Рабочей группой в составе представителей АО «СО ЕЭС» и АО «Мобильные ГТЭС» были разработаны технические решения, предполагающие использование систем автоматической синхронизации источников электроснабжения собственных нужд МГТЭС. Сотрудниками АО «Мобильные ГТЭС» в кратчайшие сроки разработана проектная документация, выполнены монтажные и пусконаладочные работы. В ходе испытаний, проведенных совместно с Филиалом АО «СО ЕЭС» Черноморское РДУ, проверена работоспособность новых систем при переводе питания с резервного источника на основной и с основного на резервный.

МГТЭС на Крымском полуострове предназначены для электроснабжения потребителей в часы максимума нагрузок, а также для обеспечения оперативной выдачи мощности в случае аварийных ситуаций. Сейчас в регионе работает 18 МГТЭС совокупной установленной мощностью 405 МВт, покрывающих до трети потребления мощности Крыма.



Мобильные ГТЭС в Крыму