

НОВЫЕ АВИАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В КОНВЕРСИОННЫХ ИЗДЕЛИЯХ

Шитарев И.Л.

ОАО «Моторостроитель», г. Самара

Прежде всего хотелось бы охарактеризовать стратегию ОАО «Моторостроитель» при разработке программы конверсии производства. С 1990 г. производство авиационных двигателей военного назначения неуклонно падало и сейчас полностью прекращено. Наиболее целесообразным в данной ситуации было конвертирование авиационных двигателей для применения их в гражданских целях:

- в качестве привода газоперекачивающих агрегатов;
- в качестве привода электрогенераторов.

Это позволило сохранить существующую инфраструктуру производства, технологию, специалистов и компенсировать падение производства авиационных двигателей. При этом следует учесть существенное различие к требованиям эксплуатации авиационных ГТД и конверсионных, работающих в стационарных условиях. Конверсионные двигатели должны, сохраняя высокий КПД и надежность, иметь ресурс на 2...3 порядка выше, чем авиационные ГТД (до 100000 часов и более), и высокую экологичность (NO_x не более 50 мг/м^3), так как установки с конвертируемыми ГТД могут работать вблизи населенных пунктов или внутри их.

Требование по высокому ресурсу конверсионных ГТД, условия работы на земле (запыленность, суточные и сезонные перепады температур, высочайшие требования по экологичности) приводят к существенным изменениям конструкции и технологии производства ГТД.

При производстве современных, конвертированных ГТД НК-14СТ, НК-14Э, НК-36СТ, НК-37, НК-38 применяются самые современные технологии, аналогичные технологиям при производстве авиационных двигателей. Характерными примерами таких технологий могут быть:

- технология отливки турбинных лопаток монокристалльной структуры. Монокристалльное литье лопаток турбины, исключая не только поперечные, но и продольные границы зерен, позволяет существенно повысить ресурс их работы. Но дело не только в этом. Используя преимущества анизотропии свойств кристалла и оптимальным образом располагая его относительно действующих напряжений, можно получить дополнительное повышение надежности и ресурса работы лопаток

турбины. Технология получения лопаток турбины с монокристалльной структурой реализована на модернизированных установках ПМП-2.

- Технология нанесения теплозащитного покрытия на лопатки турбины методом вакуумно-плазменной технологии высоких энергий (ВПТВЭ) для нанесения металлических слоев и методом электронно-лучевого испарения и конденсации в вакууме для нанесения керамики.

Обеспечивая достаточную производительность и высокую степень управляемости процессом, оба метода в настоящее время являются технологической основой получения защитных покрытий на лопатках турбин современных конвертированных ГТД производства ОАО «Моторостроитель».

Учитывая, что ТЗП является одним из приоритетных направлений с точки зрения повышения ресурса, в настоящее время совместно с СГАУ ведутся работы в области газоплазменных покрытий на новом поколении плазменного оборудования. Новый участок ТЗП будет оснащен модернизированными установками УПУ-8М для плазменного нанесения ТЗП на секции сопловых лопаток 1 и 2 ступеней двигателя НК-38. Также будут созданы установки для упрочнения теплозащитного покрытия высокотемпературной импульсной плазмой в вакууме рабочих и сопловых лопаток турбины двигателя НК-38.

Производство конверсионных ГТД являлось одним из вариантов выживания ОАО «Моторостроитель» и других предприятий ФП, но, если учесть, что монопольным потребителем конверсионных ГТД является «Газпром», а стоимость двигателя в составе ГПА составляет 20...25% от общей стоимости, то целесообразно поставлять «Газпрому» комплектные ГПА, производить монтаж и сдачу «под ключ».

Одновременно расширяется сфера потребителей продукции ОАО. Такой продукцией являются блочно-модульные электростанции мощностью 10 и 25 МВт. Энергоблок мощностью 25 МВт с двигателем НК-37 производства СНТК «Двигатели НК» смонтирован на Безымянской ТЭЦ.

Блочно-модульная электростанция мощностью 10 МВт с двигателем НК-14Э, изготовленная в кооперации с предприятиями Нижнего Новгорода смонтирован для проведения испытаний на Винтайском машиностроительном заводе. Таким образом, к 2000 году имеются два действующих образца электростанций, потенциальными покупателями которых могут быть не только РАО "Газпром", но и РАО "ЕЭС" России, региональные, муниципальные энергетические организации, промышленные предприятия. В настоящее время более 150 потенциальных заказчиков изъявили желание приобрести такие электростанции.

Наиболее актуальны, с точки зрения эксплуатационных параметров конверсионных ГТД, в настоящее время следующие конструкторские и технологические вопросы:

1. Создание кольцевых и выносных экологически чистых камер сгорания.
2. С целью увеличения ресурса горячей части ГТД необходимо освоение процессов плазменных термозащитных покрытий деталей не только турбины, но и камер сгорания, выхлопных элементов.
3. С целью увеличения ресурса компрессора разработана технология плазменных эрозионно-коррозионных покрытий рабочих и направляющих лопаток компрессора.
4. Решается комплекс проблем, связанных с необходимостью максимальной утилизации выхлопных газов.
5. Решается комплекс проблем, связанных с разработкой и внедрением электронных систем управления двигателем в составе ГПА или электростанции.

Производство комплектных ГПА и электростанций потребовало освоения новых для ОАО производств:

- воздухоочистительных устройств;
- масляных систем двигателя и компрессора;
- систем управления не только двигателем, но и всем ГПА или электростанцией;
- систем выхлопа с устройствами шумоглушения и утилизацией тепла выхлопных газов;
- систем пожаротушения и тд.

Изменяется и технология доводки конверсионных ГТД. Если раньше все испытания, включая длительные, авиационные двигатели проходили в стендовых условиях, то конверсионные двигатели наряду со стендовыми испытаниями доводятся и проходят длительные испытания в реальных условиях эксплуатации. Например, лидерный двигатель НК-36"СТ" за два года эксплуатации наработал на КС "Тольяттинская" 13 тыс. часов.

Совмещение процесса доводки конверсионных ГТД с реальной эксплуатацией позволяет существенно снизить их стоимость и срок окупаемости.

Как известно, производство конкурентоспособных изделий непосредственно связано не только с конструктивной надежностью и технологичностью деталей и узлов, но и уровнем применяемых технологических процессов. В объединении большое внимание уделяется разработке и внедрению новых высокоэффективных технологий, оборудования и оснастки.

За последние 8 лет из-за тяжелого экономического положения в объединении финансирование научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ (НИОКР) по хозяйственным договорам с научно-исследовательскими институтами (НИИ) и вузами резко сократилось.

Поэтому мы вынуждены первоочередные и наиболее эффективные научно-исследовательские работы (НИР) проводить своими силами.

Для этой цели в составе ОАО на базе разрозненных бюро, отделов и опытно-экспериментальных цехов и участков был создан научно-технический центр (НТЦ), задачей которого является комплексное решение сложных технических проблем, начиная с исследовательских и опытно-конструкторских работ, проектирования и изготовления новой продукции и заканчивая ее доводкой и внедрением в производство.

Специалистами НТЦ, Гл. металлурга, Гл. технолога совместно с СГАУ и СНТК им. Н.Д. Кузнецова проводятся работы по следующим основным направлениям:

- разработка и внедрение новых технологических процессов импульсной ЭХО лопаток из жаропрочных и титановых сплавов, а также сложнофасонных прессформ и штампов, что позволяет повысить точность обработки и значительно снизить объем ручных слесарных работ и в целом трудоемкость изготовления;
- высокоскоростная штамповка точных заготовок компрессорных лопаток изделий "НК".

Отмечу, что только на изделиях НК-14 "СТ", "Э" из 15 ступеней компрессора лопатки 13 ступеней изготавливаются методом ВСШ с высокими показателями по КИМ (0,35 ... 0,45), механическим свойствам и усталостной прочности (повысились на 10 ... 12 %), по трудоемкости изготовления (снижение на 35 %).

Успешно проводятся работы по ВСШ шестерен ЛМ "Вихрь-30МА" с окончательными оформленными зубьями, что обеспечивает не только снижение трудоемкости, но и увеличение прочности зуба и повышение мощности ЛМ до 40 л.с. при сохранении конструкции редуктора ЛМ "Вихрь-30МА".

- микро-дуговое оксидирование (МДО) деталей из алюминиевых и титановых сплавов. Внедрение МДО позволяет получать твердые износ-, коррозионно- и эрозионностойкие покрытия на деталях ГТД и ЛМ. В НТЦ для этой цели создан опытный участок МДО.
- технологический процесс самораспространяющегося высокотемпературного синтеза (СВС) позволяет получать материалы с новыми уникальными свойствами. Так, электроизоляторы из нитрида бора, полученные путем его прямого синтеза, имеют в 2-3 раза выше

стойкость при температуре 1800 ... 2000°C, чем у изделий из карбонитрида бора, полученных методом порошковой металлургии. Кроме того, совмещение элементов СВС-процесса и химико-термической обработки (ХТО) позволило получать на опытно-промышленном участке НТЦ диффузионные износостойкие и коррозионностойкие покрытия на деталях из разнообразных сталей и сплавов (Ст. 3, Ст. 45, СТ9ХС, ДИ-22, ЖС-6, ЭИ-961Ш и др.)

Стойкость таких деталей, как сопла пескоструйных насадок, матрицы и пуансоны для горячего гидродинамического выдавливания (ГГДВ), кокили и штампы, с таким покрытием повышается от 2 до 6 раз;

- тех. процессы нанесения теплозащитных покрытий (ТЗП) на лопатки турбины и диффузионного алитирования внутренних поверхностей охлаждаемых лопаток позволило существенно повысить долговечность и надежность лопаток турбины, КПД и ресурс двигателя в целом;
- успешно проводятся работы по снижению токсичности отработанных газов как газотурбинных, так и поршневых двигателей.

Следует отметить, что только внедрение тех. процессов ВСШ и ЭХО лопаток изделий "НК" позволило:

- повысить производительность труда в 8 ... 10 раз;
- уменьшить потребное количество оборудования в 4 ... 5 раз в кузнечном цехе и в 13 раз — в механических цехах;
- освободить большое количество производственных площадей;
- в несколько раз снизить расход дорогостоящего режущего инструмента и энергозатраты;
- повысить мобильность производства за счет сокращения сроков его подготовки в 7 ... 9 раз, что особенно ценно в период освоения и выпуска новых ГТД изделий "НК".

Ускоренное освоение производства новых двигателей невозможно без коренного изменения процесса подготовки производства, современных методов проектирования заготовок, литейной, штамповой оснастки, мерительного и режущего инструмента. Первый шаг в этом направлении - комплексное развитие и качественное совершенствование технологической подготовки производства лопаток осевых компрессоров на основе создания и внедрения САПР. Созданная совместно со специалистами СГАУ САПР обеспечивает:

- автоматизированное проектирование конструкций обжимных штампов для получения штампованных лопаток методом объемной штамповки;
- выпуск чертежей спроектированных объектов;
- передачу информации о спроектированных штампах в систему трехмерного моделирования;
- объемное моделирование формообразующих поверхностей штампов

- в диалоговом режиме работы пользователя;
- генерации типовых управляющих программ для получения гравюр штампов на станках с ЧПУ;
 - автоматизированное проектирование конструкций шаблонов и других элементов контрольных приборов для контроля поволоков лопаток и формообразующих поверхностей штампов, выпуск необходимой графической документации

Использование САПР штампов и контрольной оснастки позволит значительно сократить время конструкторско-технологической подготовки серийного производства новых ГТД.

Аналогичные работы на базе систем "СІМАТRON" и "КОМРАС" ведутся при создании литейной оснастки.

Изменение характера производства (с крупносерийного практически на штучное) потребовало существенной корректировки процесса подготовки производства новых изделий. Суть корректировки в снижении объема изготавливаемой оснастки.

Однако, несмотря на реальные успехи в повышении качественных показателей ГТД за счет внедрения новых технологических процессов, проблемы дальнейшего повышения надежности, КПД и ресурса остаются актуальными.

Поэтому совершенствование действующих тех. процессов, замена устаревших экологически вредных производств, таких, как процесс ДифАСФ, удаление керамических стержней из полостей охлаждаемых лопаток с применением бифторида калия, а также внедрение более эффективных теплозащитных покрытий диффузионными методами, метода микродугового оксидирования и др. являются одними из первоочередных задач, и без помощи ученых СГАУ нам с ними не справиться.

И наконец следует отметить, что для более эффективного завоевания рынка как в Российской Федерации и СНГ, так и за рубежом, необходимо повышать конкурентоспособность наших изделий за счет углубления специализации и кооперации в производстве таких наиболее трудоемких и ответственных деталей, как лопатки компрессоров и турбин, диски и валы, с родственными предприятиями Российской Федерации.

Такая специализация и кооперация позволит более эффективно использовать передовые технологии, загрузку оборудования и производственных площадей, обеспечить более рациональное финансирование НИОКР, снижение трудозатрат и повышение качества ГТД.

В заключение хотелось бы выразить удовлетворение результатами совместной работы и надежду на дальнейшее развитие научно-технического сотрудничества наших специалистов с учеными СГАУ и других вузов и НИИ.