Конвертация ГПА в газотурбинные энергоблоки

с применением существующих двигателей

С. И. Бурдюгов (д.т.н.), О. В. Бычков, С. В. Кудрявцев, А. С. Печенкин, И. И. Турусов (к.э.н.) – ООО «ИНГК»

Возможность производить значительный объем электрической энергии с применением реконструированных газоперекачивающих агрегатов позволит при низких затратах решить большое количество задач. Повысится надежность энергосистемы, появится возможность строительства большого количества новых потребителей – ЦОД, промышленных предприятий и др. – вблизи новых источников недорогой электроэнергии.

In brief

Conversion of GPU in to gas turbine power units using existing engines

The ability to generate a significant amount of electrical energy using refurbished gas-pumping units will make it possible to address a wide range of challenges at a low cost. The reliability of the power grid will increase, and it will become possible to build a large number of new facilities-data centers, industrial plants, and others-near new sources of low-cost electricity.

В связи с изменением транспортных потоков газа в газотранспортных компаниях Российской Федерации и стран СНГ образовался парк находящихся в простое агрегатов, у которых имеется довольно значительный остаточный моторесурс ГТД. Такие ГПА, не выработавшие свой ресурс, могут быть востребованы и полезно использованы после проведения их конвертации – преобразования в ГТЭС для производства электрической энергии.

Предварительно определен перечень таких ГПА, которые могут быть реконструированы в ГТЭА, например: ГТК-10 (И, ИР), ГПА-01-01, ГПУ-10, ГПА-Ц-10Б, ГПА-10БД; ГПА-12 «Урал»; ГПА-Ц-16, ГПА-16 «Нева», ГПУ-16, ГПА-16 «Урал», ГТН(Р)-16; ГТК-25ИР, ГТК-25И, ГТН-25; ГПА-32 «Ладога» и др.

При оценке финансовых затрат и эффективности такой реконструкции могут использоваться такие базовые критерии: остаточный ресурс двигателя, узлов и систем ГПА по техническому состоянию; потребность конкретного региона, где размещаются ГПА, в дополнительной генерации электроэнергии; существующие на данный момент тарифы сетевых компаний и гарантирующих поставщиков.

Базовые технические решения при конвертации ГПА в ГТЭА

Одним из самых сложных вопросов при конвертации ГПА в ГТЭА является оценка применимости существующих укрытий ГПА для установки нового комплекта динамического оборудования. Для агрегатов блочного исполнения размещение генератора в существующем блоке центробежного компрессора ГПА в подавляющем большинстве случаев невозможно – это обусловлено смещением оси рабочей машины и удлинением турбоблока (после установки редуктора с параллельными валами).

Приемлемым решением может быть демонтаж блока центробежного компрессора ГПА и сооружение нового каркасно-панельного здания. В то же время в большинстве случаев потребуется обустройство нового фундамента под редуктор и генератор, поскольку масса генератора существенно превышает массу центробежного компрессора, а также из-за ранее упомянутого смещения оси.

Увеличение площади застройки при установке панельно-каркасного здания, как правило, не приводит к каким-либо сложностям, так как при реконструкции ГПА



Рис. 1.
Газоперекачивающие агрегаты ГПА-6 и ГПА-10 «Иртыш» цехового исполнения на Уренгойском ЗПКТ (ЯНАО)



Рис. 2.
ГПА-8 «Иртыш» на базе ГТУ и ЦБК зарубежного производства в Узбекистане

демонтируется не только блок компрессора, но и коллекторы газа, АВО газа, крановые узлы и т.д. При этом существенную сложность представляет модернизация самого фундамента в крайне стесненных условиях существующего здания, характерных для ГПА ангарного исполнения.

Вспомогательные системы ГТД, такие как тракт подачи циклового воздуха, выхлоп, маслосистема двигателя и др., в случае их удовлетворительного технического состояния при реконструкции ГПА не затрагиваются, а размещение вновь проектируемой системы маслообеспечения редуктора и генератора определяется индивидуально, в зависимости от условий промплощадки (возможно размещение во внешнем блоке или в самом панельно-каркасном укрытии).

Однако системы автоматического управления, датчики КИПиА, системы связи, электроснабжения, пожарной автоматики, контроля загазованности и т.д. подлежат безусловной замене (в основном по причине ужесточения требований по эксплуатации и безопасности и изменениям нормативной документации), причем размещение этих систем будет определяться для каждого проекта индивидуально, после проведения технического аудита и обследования. При этом преимущественным будет вариант размещения в панельно-каркасном здании или существующем ангаре, но при невозможности по температурному режиму (или из-за недостатка места) системы размещаются в отдельном блоке.

Реализация проектов конвертации ГПА компании «ИНГК»

Производственно-инжиниринговая компания «ИНГК» занимается разработкой, изготовлением и вводом в эксплуатацию поршневых и винтовых компрессорных установок, энергетического оборудования и газоперекачивающих агрегатов почти 20 лет. За этот период накоплен значительный опыт агрегатирования ГТД отечественного и зарубежного производства – создания ГПА и ГТЭА собственной разработки серии «Иртыш».

В зависимости от требований заказчика ООО «ИНГК» выпускает ГПА и ГТЭА в ангарных, модульных, контейнерных укрытиях или без специальных укрытий – для установки в существующих помещениях или вновь строящихся зданиях заказчика. Предприятием разработаны и изготовлены ГТЭА мощностью 6...12 МВт (ГТЭА-12 мощностью 12 МВт для ООО «Газпром добыча Надым» полностью изготавливается в России), а также компоненты и системы для



Рис. 3. **Производственная площадка компании «ИНГК» в Перми**

ГТЭС мощностью 25 МВт: блоки двигателя, вентиляции и воздухоочистки, маслоочистки (для Южно-Сахалинской ТЭЦ, Якутской ГРЭС и ТЭС «Ударная»).

Новым направлением является сотрудничество «ИНГК» с российскими производителями энергетических турбин (ГТЭ) большой мощности. В сответствии с этим изготовлено следующее оборудование:

- КВОУ для ГТЭ мощностью 77 МВт, Прегольская ТЭС;
- КВОУ для ГТЭ-571 МВт, Заинская ГРЭС (проект «заморожен» по причине введения западных санкций);
- 4 комплекта КВОУ для газотурбинных установок мощностью 170 МВт 170 МВт разработкии производства АО «Силовые машины», Каширская ГРЭС;
- завершается изготовление 4 комплектов ВОУ и 4 комплектов КШТ для ГТУ-130 с газовой турбиной GE 9E, проект «Газоперерабатывающий комплекс в составе комплекса переработки этансодержащего газа в районе поселка Усть-Луга. Завод по производству СПГ» (КВОУ производства «ИНГК» для этого проекта включено в Реестр продукции, произведенной в РФ).

Рис. 4. **Производственная площадка компании «ИНГК» в Перми**





Рис. 5.
ГТЭА-6 МВт «Иртыш» для ООО «Иркутская нефтяная компания»



Рис. 6.
ГТЭА-12 МВт «Иртыш» для ООО «Газпром добыча Надым»

Опыт применения ГТД ведущих мировых и отечественных производителей позволил создать инициативный проект по конвертации ГПА в ГТЭА с выполнением всех необходимых этапов – от разработки, изготовления, поставки до ввода в эксплуатацию и последующего сервиса на весь жизненный цикл агрегата.

План конвертации ГПА в ГТЭА

Исходя из опыта реконструкции агрегатов с газотурбинными приводами определен первичный перечень работ по конвертации ГПА в ГТЭА, представленный в *табл.*

Для выполнения указанного перечня работ «ИНГК» располагает необходимыми производственными площадями и оснащением, высококвалифицированным персоналом, аккредитованными лабораториями, обладает полным циклом технических возможностей: от разработки КД до изготовления, монтажа и ввода в эксплуатацию энергетического оборудования. При этом в рамках реализации проекта конвертации ГПА в ГТЭА также решаются задачи по увеличению срока эксплуатации всего комплекта оборудования (силами компании «ИНГК» и привлеченных специализированных организаций, включая изготовителей ГТД).

Так, для осуществления пилотного проекта конвертации ГПА-Ц-16 с двигателем НК-16СТ в ГТЭА (ДКС «Кокдумалак», Узбекистан) сформированы проектная калькуляция и техническое предложение.

Поработаны возможные варианты применения в составе ГТЭА турбогенераторов и редукторов – при конвертации ГПА в диапазоне мощности 10...25 МВт. В качестве рабочих машин могут использоваться синхронные генераторы отечественного и зарубежного производства, для которых имеются соответствующие технические решения по системам охлаждения и управления.

Замена автоматики ГПА может быть выполнена с применением комплекса технических средств САУ для ГТЭА, разработанных ООО «ИНГК» и построенных на базе современных отечественных контроллеров «Регул» (или аналогичных).

Для тех объектов, где конвертации подвергается группа ГПА, например, весь цех,

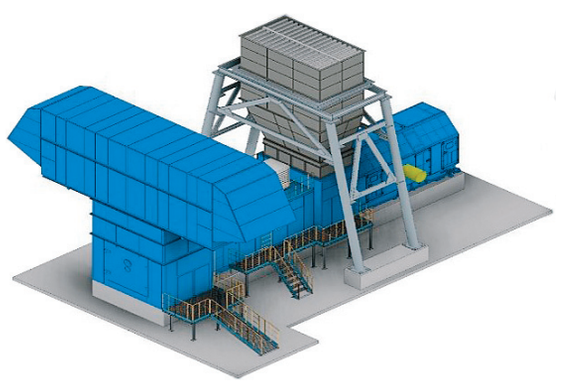


Рис. 7.
Общий вид ГПА-Ц-16 с приводом от ГТД НК-16СТ

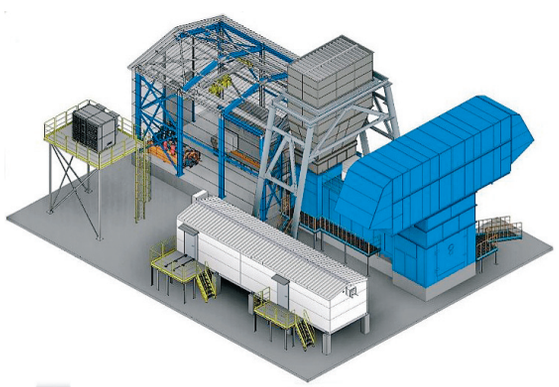


Рис. 8.
Общий вид энергоблока после реконструкции ГПА-Ц-16 в ГТЭА-16

в объем поставки может быть включен центральный регулятор мощности (ЦРМ), также реализуемый на технических средствах российского производства. Задачей ЦРМ является равномерное распределение активной (ГРАМ) и реактивной (ГРРМ) мощности согласно общему заданию на выработку мощности от вышестоящей АСУ ТП электростанции.

Работа с внешними сетями

В общем случае, точкой выдачи электрической мощности будущего ГТЭА на генераторном напряжении будут являться клеммы генератора, и актуальной задачей как заказчика, так и разработчика станет разработка схемы выдачи мощности, включая проектирование и применение закрытого распределительного устройства, трансформаторов связи с энергосистемой (при необходимости).

Уровень генераторного напряжения (6,3 кВ/10,5 кВ или иное) определяется индивидуально для каждого объекта. В составе САУ (по желанию заказчика) может быть предусмотрено устройство автоматической точной синхронизации – автосинхронизатор. Также предусмотрен шкаф защит генератора на базе современных микропроцессорных терминалов РЗА.

Заключение

Возможности использования невостребованных ГТД в связке с турбогенератором довольно широкие: обеспечение электроэнергией центров обработки данных – специализированных инженерно-технических комплексов зданий и сооружений, предназначенных для размещения, электропитания, охлаждения, физической защиты и эксплуатации вычислительного и телекоммуникационного оборудования; собственное энергопотребление, а также энергоснабжение энергодефицитных регионов. Наши решения нацелены на тех, кто рассматривает переход на собственную генерацию электроэнергии.

Важным преимуществом такого решения является тот факт, что стоимость реконструкции ГПА в ГТЭА и сроки ее осуществления будут примерно в два-три раза меньше по сравнению с сооружением новых ГТЭА аналогичной мощности. Кроме того, применяемые при разработке документации, изготовлении материальной части технические решения гарантируют надежное электроснабжение объектов.

Перечень проводимых работ	Результат
Первичное обследование ГПА и сбор исходных данных	Отчет о текущем состоянии ГПА
Ревизия состояния ГТД	Отчет о текущем состоянии ГТД
Подбор динамического оборудования (генератор, редуктор)	Технические данные, масса, габаритные размеры
Разработка задания на фундамент и компоновка ГТЭА	Конструкторская документация
Оценка пригодности существующих фундаментов и зданий (сооружений)	Отчет о пригодности фундаментов и зданий (сооружений)
Повторное обследование ГПА	Отчет о пригодности ГПА к реконструкции
Оценка текущего технического состояния систем и элементов ГПА	Разделы в отчет о пригодности ГПА к реконструкции
Проверка существующих технических решений на соответствие действующей нормативно-технической документации	Разделы в отчет о пригодности ГПА к реконструкции
Документальное оформление решения о реконструкции ГПА	Решение о реконструкции, график реализации проекта
Разработка проекта ТЗ на агрегат	Проект ТЗ на ГТЭ
Согласование проекта ТЗ с заказчиком, экспертами	Согласованное ТЗ
Утверждение ТЗ	Утвержденное ТЗ на ГТЭ
Разработка рабочей конструкторской документации	Комплект РКД
Разработка эксплуатационной документации	Комплект ЭД
Изготовление, заводские испытания и поставка оборудования	Комплект материальной части ГТЭ производства ООО «ИНГК», турбогенератор и редуктор
Демонтаж компрессора и смежных систем	Готовый к монтажу ГТЭ
Монтаж ГТЭ	Готовый к ПНР ГТЭ
Шефмонтаж и пусконаладка ГТЭ	Готовый к испытаниям ГТЭ
Проведение приемочных (первый агрегат) и последующих эксплуатационных испытаний	Акт о завершении испытаний

Табл.
Первичный перечень работ по конвертации ГПА в ГТЭА

ООО «ИНГК» готово решать комплексные задачи для энергетических объектов заказчика, включая реконструкцию ГПА, сопутствующих систем и средств автоматизации любой сложности. При этом может применяться основное оборудование разных поставщиков, преимущественно отечественного производства, в то же время агрегаты могут выполняться на базе газотурбинных двигателей, генераторов и редукторов любых производителей (с учетом требований заказчиков) в блочно-модульном исполнении высокой степени заводской готовности.

Наличие у ООО «ИНГК» двух производственных площадок в г. Перми, собственного конструкторского бюро, развитых служб пусконаладки и сервиса гарантирует качественное проектирование, изготовление, монтаж и ввод в эксплуатацию ГТЭА различной мощности.