

имеет определитель  $D(\xi)$ , сохраняющий своё значение неизменным вдоль всей оболочки. Это условие постоянства определителя может служить контролем правильности полученных частных решений однородной системы.

Частное решение неоднородной системы можно найти методом вариации постоянных интегрирования.

В конечном итоге удаётся формально построить общее решение исходной неоднородной системы дифференциальных уравнений, содержащее шесть произвольных постоянных. Эти постоянные определяются обычным образом из граничных условий по верхнему и нижнему краям рассматриваемой оболочки.

В работе приведены результаты численного расчёта эллиптической оболочки переменной толщины, нагруженной через жёсткий центр касательной силой  $P$ .

Область применения метода квадратур не ограничивается только оболочками вращения. Метод также может быть применён для решения таких задач, как:

1. Расчёт на устойчивость прямолинейных сжатых стержней переменного сечения.
2. Определение частот и форм совместных изгибно-крутильных колебаний нестреловидного крыла переменного сечения.
3. Интегрирование произвольной системы линейных дифференциальных уравнений первого порядка с переменными коэффициентами.

УДК 621.438; 621.896

## О СПЕЦИФИЧЕСКИХ ОСОБЕННОСТЯХ КОНСТРУКЦИЙ И УСЛОВИЙ ЭКСПЛУАТАЦИИ ГАЗОТУРБИННЫХ ПРИВодОВ ЭЛЕКТРОГЕНЕРАТОРОВ

Боев А.А.<sup>1</sup>, Трянов А.Е.<sup>2</sup>

<sup>1</sup>ОАО «КУЗНЕЦОВ», г. Самара

<sup>2</sup>Самарский государственный аэрокосмический университет

### ABOUT SPECIFIC PARTICULARITIES DESIGN AND CONDITIONS EXPLOITATION GAS TURBINE UNITS OF ELECTROGENERATIONS

*Boev A.A., Tryanov A.E. The analysis of specific features of use converted gas turbine engines as drives of electrogenerators in the industry is carried out.*

Газотурбинные двигатели (ГТД), как приводы электрогенераторов в составе энергетических установок (ЭГТУ), имеют ряд специфических особенностей по конструкции и условиям эксплуатации по сравнению с приводами нагнетателей газоперекачивающих агрегатов (ГПА).

#### 1. Размещение ЭГТУ

В настоящее время в России широко производят реконструкцию устаревших тепловых электростанций с паровыми турбинами. Поэтому ЭГТУ, как правило, устанавливают на существующих площадях, внося изменения в их инфраструктуру. Очевидно, что в таких условиях все технические проекты носят индивидуальный характер. Во многом вследствие этого до настоящего времени для авиапроизводных приводов ЭГТУ (в от-

личие от приводов ГПА) не существует стандартизованного мощностного ряда

#### 2. Особенности эксплуатации ЭГТУ

В отличие от приводов ГПА, для которых характерен продолжительный режим работы, приводы ЭГТУ могут работать не только непрерывно в течение длительного времени, но их могут включать и временно для компенсации пиковых нагрузок в электросети (суточных или сезонных).

#### 3. Эффективность приводов ЭГТУ

В ЭГТУ, помимо электрической, дополнительно может быть получена еще и тепловая энергия за счет введения в конструкцию специальных устройств, позволяющих утилизировать тепло выхлопных газов ГТД.

#### **4. Особенности использования вида топлива**

4.1 В населенных пунктах страны бытовой газ, как правило, имеет низкий уровень давления (не более 0,4 МПа). Поэтому для обеспечения возможности его использования в качестве топлива в двигателе необходимо на порядок повышать давление газа перед поступлением его в камеру сгорания. Следовательно, для ЭГТУ в качестве дополнительного оборудования в системе подачи газа должен быть предусмотрен так называемый «дожимной» компрессор.

Но следует отметить, что в газотурбинном приводе ЭГТУ в качестве альтернативного может быть использовано дизельное топливо. Это дает возможность эксплуатировать такие ЭГТУ в отдаленных регионах России, которые до настоящего времени не газифицированы.

4.2 Перспективной выглядит возможность размещения вновь создаваемых ЭГТУ в зоне магистральных газопроводов с транспортированием электроэнергии по высоковольтным линиям.

#### **5. Осуществление охлаждения масла в циркуляционной системе привода**

Как известно, в масляных системах газотурбинных приводов ГПА охлаждение масла осуществляют с помощью воздушно-масляных теплообменников. Такие агрегаты имеют весьма большие габариты.

В ЭГТУ для охлаждения масла используют компактные водомасляные теплообменники, в которые подают технически очищенную воду из технологической системы ТЭЦ.

#### **6. Конструктивные отличия силовой турбины привода**

Следует отметить некоторые существенные отличия силовой турбины (СТ) привода электрогенератора от такого же узла привода нагнетателя газа.

6.1 Так, например, у отечественных приводов ГПА частота вращения ротора СТ находится в диапазоне от 5000 до 9000 об/мин [1]. А у созданных приводов электрогенераторов обороты выходного вала СТ равны 3000 об/мин (в соответствии с частотой переменного тока 50 Гц). Поэтому сравнительно низкие обороты на приводе ЭГТУ требуют увеличения числа ступеней СТ и,

соответственно, увеличения диаметральных размеров её проточной части.

6.2 Второй отличительной особенностью СТ привода электрогенератора является то, что вследствие высокой инерционности ротора электрогенератора его вращение, а соответственно и вращение ротора СТ, после прекращения подачи топлива в двигатель продолжается в течение длительного времени (от 20 до 40 минут). Поэтому конструктивно должна быть обеспечена смазка подшипников ротора СТ в указанный период времени после выключения двигателя (либо должен быть предусмотрен специальный тормозной механизм). Так, например, в конструкцию силовой турбины ГТД НК-37 с этой целью для смазки подшипников СТ введен специальный агрегат, названный «гидроаккумулятором» [2], показавший высокую эффективность.

#### **7. Экологические требования к ГТД**

Как известно, к предприятиям, находящимся в черте города, предъявляют более жесткие санитарно-экологические требования по сравнению с предприятиями, вынесенными за черту города. Поскольку ЭГТУ, как правило, размещают в зоне населенных пунктов, то у их приводов, например, выбросы  $\text{NO}_x$  не должны превышать  $50\text{мг/м}^3$  [3] (в то время как у приводов ГПА допустимая норма более высокая - до  $150\text{мг/м}^3$  [4]).

#### **Библиографический список**

1. Силовые установки: авиационные, ракетные, промышленные (1944-2000), Электронная энциклопедия / изд. АКС-Конверсалт, 2000.
2. Трянов, А.Е. Масляная система газотурбинного двигателя [текст] / А.Е. Трянов, О.А. Гришанов, Н.Г. Жулев, Патент на изобретение № 2267626, выд. 10.01.2006, (РОСПАТЕНТ ФГУ ФИПС)
3. ГОСТ 29328-92. Установки газотурбинные для приводов турбогенераторов. Общие технические условия [текст] / Введ. 1992-01-01. – М. : Изд-во стандартов, 2001.
4. ГОСТ 28775-90. Агрегаты газоперекачивающие с газотурбинным приводом. Общие технические условия. [текст] / Введ. 1990-01-01. – М. : Изд-во стандартов, 2001.