

## ОСОБЕННОСТИ КОНТРОЛЯ ПУЛЬСАЦИЙ ДАВЛЕНИЯ В КАМЕРАХ СГОРАНИЯ НАЗЕМНЫХ ГТУ

Кашапов Р.С., Максимов Д.А, Скиба Д.В. – ООО «НПФ«Теплофизика», г.Уфа  
Харисов Т.С. – ФГБОУ ВО УГАТУ, г.Уфа d.skiba@teplophysics.ru

*Ключевые слова: виброгорение, пульсации давления, малоэмиссионная камера сгорания, контроль пульсаций давления.*

Мировым трендом совершенствования экологических показателей стационарных газотурбинных установок (ГТУ) является применение малоэмиссионных камер сгорания (МЭКС) на базе технологии DLE (Dry Low Emission), отличающихся особыми требованиями к регулированию рабочего процесса в них. Главным образом это связано с тем, что процесс горения смеси с предварительным смешением топлива в зависимости от режимных параметров на входе в камеру сгорания (КС) склонен к переходу в автоколебательный режим. Система автоматического управления (САУ) ГТУ должна отслеживать изменение режимных параметров ГТУ и обеспечивать устойчивость горения.

Программные средства САУ ГТУ должны быть разработаны с учетом закономерностей возникновения пульсаций давления в зависимости от режимных параметров работы МЭКС, которые могут изменяться в широком диапазоне в зависимости от нагрузки и окружающей среды. Кроме того, в процессе длительной эксплуатации возможно изменение линии рабочих режимов ГТУ, обусловленных износом узлов. Трудности в оценке влияния этих факторов предопределяет необходимость наличия систем контроля пульсаций давления в составе САУ ГТУ. Большинство современных ГТУ с МЭКС зарубежного производства оснащено подобными системами.

Научные проблемы создания такой системы включают в себя:

1) Выбор контролируемого параметра при оценке акустического поля в КС. Данный параметр должен быть воспроизводим, устойчив к помехам в измерительной системе и отражать реальную нагрузку на конструкцию газовой турбины и КС. В зависимости от частоты колебаний и наличия резонанса с элементами конструкции газовой турбины и КС ограничения на амплитуду колебаний различны, кроме того, турбулентное горение порождает случайные некогерентные колебания, влияние которых на прочность элементов конструкции существенно меньше, что приводит к задаче разделения когерентных и некогерентных пульсаций давления. При этом техника преобразования Фурье может порождать фиктивные (ложные) частоты колебаний, вызванные случайными турбулентными пульсациями,

2) Выбор места измерения контролируемого параметра. В зависимости от частоты колебаний в КС возможно расположение места отбора пульсационной составляющей в зоне как максимальных, так и в зоне минимальных амплитуд пульсаций давления.

Измерения колебаний давления в КС осложняются следующими факторами:

– малым уровнем опасных пульсаций давления относительно среднего уровня давления в КС (порядка 1% от полного давления в КС);

– высокой температурой внутри КС (порядка 1800К);

– необходимостью различать пульсации давления от вибрационных ускорений в элементах конструкции ГТУ;

– влияние амплитудно-частотных характеристик зонда и датчика давления на получаемые результаты;

– конденсацией паров воды на стенках пробоотборного зонда, что может приводить к повреждению датчика пульсаций давления и (или) замерзанию воды внутри пробоотборного зонда на запуске, если он производится при пониженной температуре окружающего воздуха.

В данном докладе будет представлен обзор технических решений отечественных и зарубежных фирм для решения описанных проблем и предложения ООО «НПФ «Теплофизика»,

направленные на создание современной отечественной системы контроля пульсаций давления, основанные на многолетнем опыте разработки таких систем для малоэмиссионных камер сгорания ПСТ ГТК-10И, ПСТ ГТК-25ИР, ПСТ ДГ-90.

**Сведения об авторах:**

Кашапов Рафаэль Салихзянович, канд. техн. наук, директор ООО «НПФ «Теплофизика». Область научных интересов: малоэмиссионные камеры сгорания для ГТУ.

Максимов Дмитрий Александрович, канд. техн. наук, первый заместитель директора ООО «НПФ «Теплофизика». Область научных интересов: малоэмиссионные камеры сгорания для ГТУ.

Скиба Дмитрий Владимирович, канд. техн. наук, заместитель начальника по НИОКР ООО «НПФ «Теплофизика». Область научных интересов: малоэмиссионные камеры сгорания для ГТУ.

Харисов Тимур Салаватович, аспирант ФГБОУ ВО УГАТУ, ведущий инженер по тех.развитию ООО «НПФ «Теплофизика». Область научных интересов: малоэмиссионные камеры сгорания для ГТУ.

**CONTROL AMPLITUDE OF PRESSURE PULSATION  
IN COMBUSTION CHAMBERS AS A TOPICAL SCIENTIFIC, ENGINEERING,  
TECHNOLOGICAL AND ADMINISTRATIVE PROBLEM**

Kashapov R., Maximov D., Skiba D., Kharisov T.

The report will provide an overview the technical solutions of domestic and foreign firms to solve problems associated with control systems for pressure pulsations in the combustion chambers of gas turbines and LLC Teplofizika's suggestions, aimed at creating a modern pressure pulsation control system.