

Реферат работы

Управление противообледенительной системой ГТД по изменению перепада давления воздуха на защитной сетке на входе в двигатель

На газотурбинной установке ГТЭ-10/95 на базе ГТД Р95Ш электрической мощностью 8 МВт/ч, тепловой 20 МВт/ч и коэффициентом использования топлива более 84 % реализована противообледенительная система (ПОС) подачей в тракт комплексного воздухоочистительного устройства (КВОУ) воздуха из-за компрессора, обеспечивающего подогрев воздуха на входе в ГТД на 5-7 °С.

В алгоритме управления ПОС реализовано ее включение в диапазоне атмосферных температур от плюс 5 до минус 12 °С. При данных граничных условиях доля времени работы установки с включенной ПОС за период эксплуатации с октября по март составляет ~65 %. Введение в алгоритм управления ПОС второго условия - включение ПОС при достижении относительной влажности воздуха $\geq 80\%$, снижает долю ее работы до 30 %. Большое время работы газотурбинной установки с включенной ПОС негативно сказывается как на ресурсных показателях газогенератора из-за роста температуры газа перед турбиной, частоты вращения ротора высокого давления, повышения окружной неравномерности температурного поля газа, так и на показателях работы ГТУ в целом из-за снижения эффективного КПД установки.

На ГТЭ-10/95 в тракте КВОУ на входе в воздухопровод ГТД установлена защитная сетка (ЗС), препятствующая попаданию на вход в компрессор фрагментов возможного обледенения предшествующего тракта КВОУ, или других частиц со стен КВОУ, расположенных после блока фильтрации. Защитная сетка является последним элементом тракта КВОУ, подвергающимся обледенению, поскольку в конструкции компрессора направляющих лопаток перед первым рабочим колесом нет. В этой связи, точное прогнозирование факта обледенения сетки становится объективным показателем обледенения и основанием для включения ПОС.

В качестве параметра, определяющего состояние ЗС, принят перепад давления воздуха, характеризующий изменение аэродинамического сопротивления сетки при обледенении или загрязнении, и формируемый как разница давлений воздуха перед и за сеткой, измеряемых датчиком типа "Метран". Такая зависимость для двух композиций ЗС - с одной металлической и металлической с капроновой сетками, представлена на рис.1.

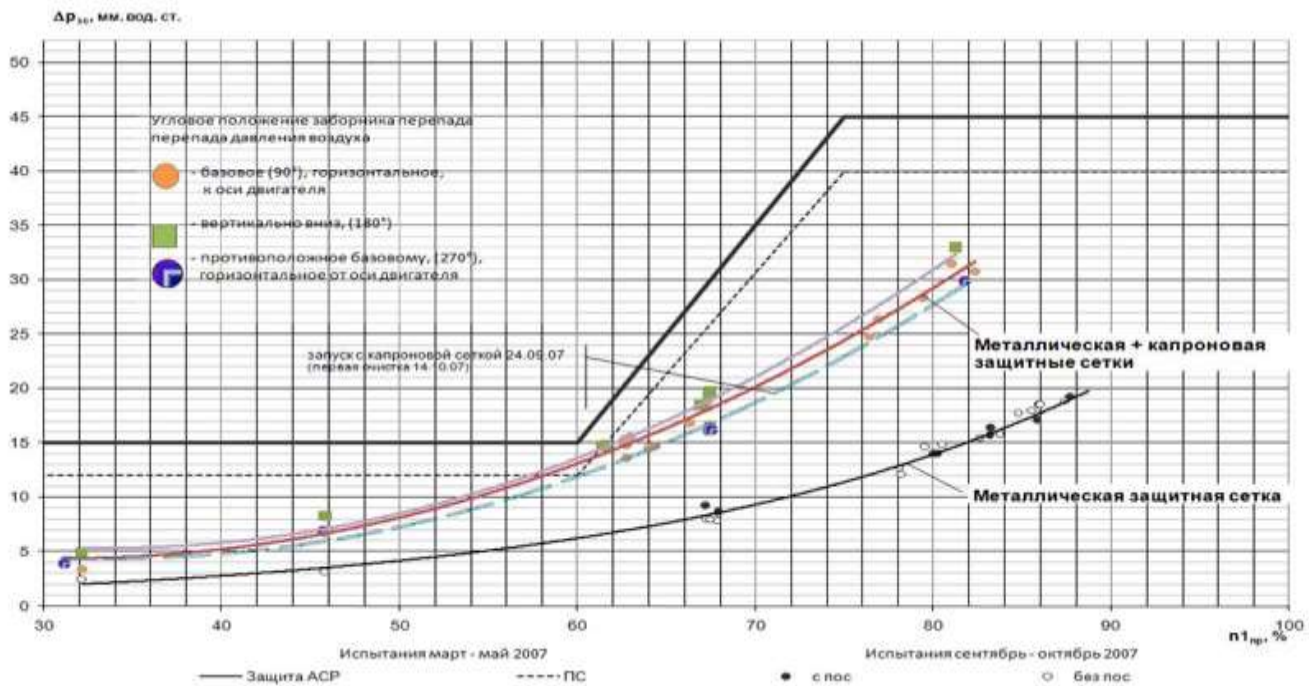


Рис. 1 – Зависимость $\Delta P_{зс} = f(n_{нд пр})$ при различных положениях заборника давления и комбинаций сеток

Эффективность управления ПОС по признаку изменения перепада давления $\Delta P_{зс}$ относительно базовой зависимости $\Delta P_{зс} = f(n_{1пр})$ в процессе обледенения ЗС проверена в процессе эксплуатации двух газотурбинных установок в КЦ-4 Шакша и с-з «Алексеевский». В качестве примера эффективности управления ПОС по $\Delta P_{зс}$ приведены случаи включения ПОС при эксплуатации ГТЭ-10/95-002 (рис. 2) и ГТЭ-10/95-004 в с-з «Алексеевский» (рис. 3). Обобщая динамику изменения $\Delta P_{зс}$ при включении и работе ПОС по опыту двух установок можно отметить:

- после включения ПОС возврат $\Delta P_{зс}$ на базовый уровень произошел за $\tau \sim 5$ мин;
- обмораживание или забивание сетки снегом на ГТЭ-10/95-004 в первом и третьем включениях составило практически одно время (~ 2 часа), в то время как второе включение после первого выполнено через ~ 30 мин;
- сигнализатор обледенения СО-1В, находившийся в автоматическом режиме работы на обеих ГТУ, сигнал обледенения не сформировал.

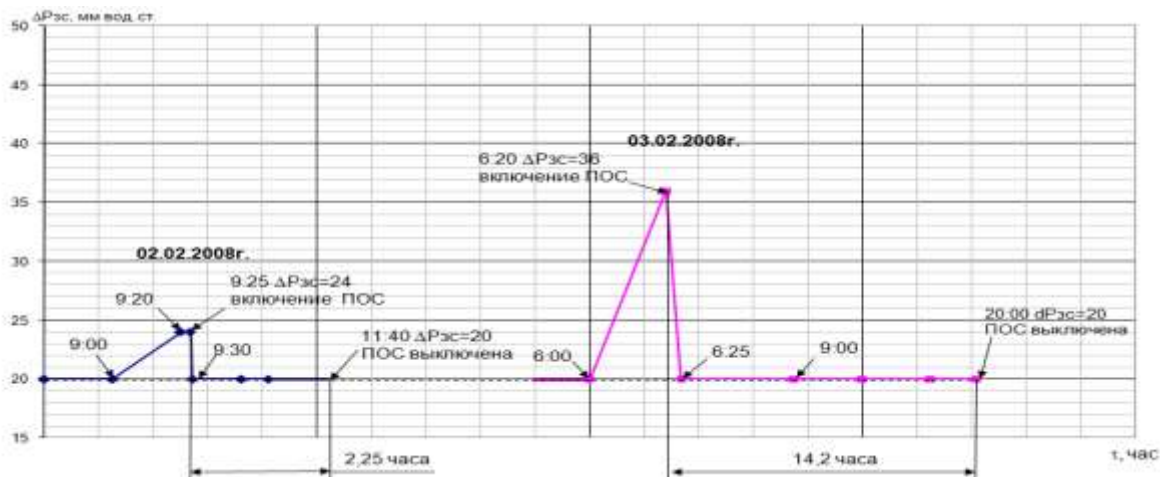


Рис. 2 – Изменение перепада на ЗС в период интенсивного снегопада при включениях ПОС на ГТЭ-10/95-002 в КЦ-4 Шакша

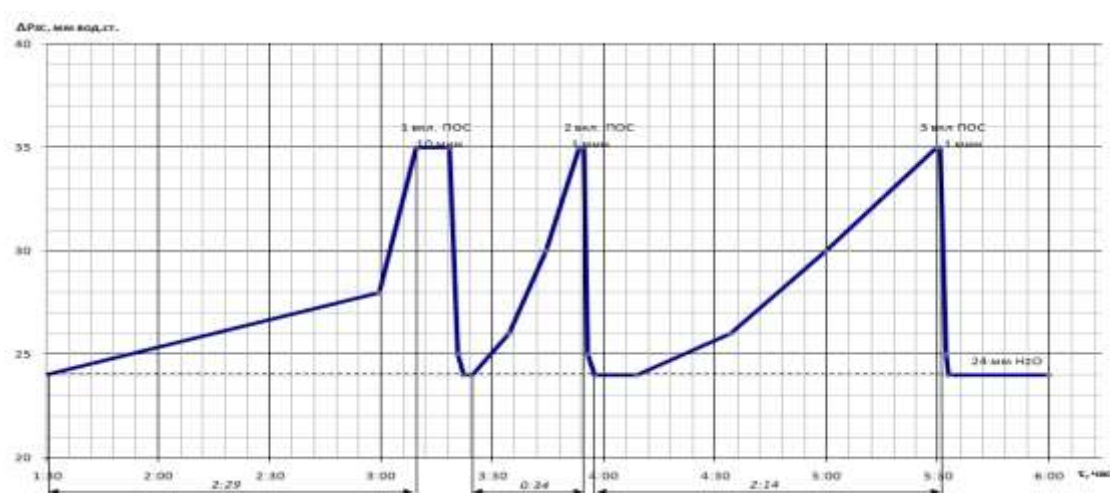


Рис. 3 – Изменение перепада на ЗС в период интенсивного снегопада при включениях ПОС на ГТЭ-10/95-004 в с-з «Алексеевский»

Опыт эксплуатации установок ГТЭ-10/95 подтвердил эффективность управления ПОС по перепаду давления воздуха на защитной сетке входного устройства, алгоритм такой схемы управления введен в АСУТП. Реализация этой системы управления позволила резко сократить долю времени работы ПОС на ГТЭ-10/95, сведя ее до 0,5 % от времени эксплуатации в период отопительного сезона. Выявлено, что эксплуатация ГТУ с ПОС снижает прибыль за месяц работы на 2,3 млн. руб. Система введена в опытно-промышленную эксплуатацию, таким образом снижение времени работы ПОС на 70 % позволило увеличить прибыль с одной ГТЭ-10/95БМ за счет уменьшения затраченного природного газа на 10,5 – 11,5 млн рублей с одной станции 8 – 10 МВт ежегодно.

На данную систему получены патенты № 2705023 и 2702324 в 2019 году.

На текущий момент система прошла опытную эксплуатацию на ГТД большей мощности – АЛ-31СТ мощностью 16 МВт на газоперекачивающем агрегате ГПА-16 компрессорной станции «Полянская» объекте ПАО «Газпром» и также подтвердила использование критерия перепада на защитной сетке в качестве сигнализатора обледенения и включения противообледенительной системы. Сейчас ведется доводка системы для дальнейшего использования на компрессорных станциях ПАО «Газпром».