

СПОСОБ ПУСКА ГАЗОТУРБИННОГО ДВИГАТЕЛЯ НА КРИОГЕННОМ ТОПЛИВЕ

Шишков В. А.

ООО «Палладио», г. Тольятти, Российская Федерация; Vladimir-shishkov@yandex.ru

Ключевые слова: газотурбинный двигатель, криогенное топливо, турбонасосный агрегат, захлаживание топливной системы, прогрев двигателя, пуск газотурбинного двигателя.

Цель работы: снижение времени подготовки газотурбинного двигателя, работающего на криогенном топливе, к пуску и повышенным режимам работы или полёту, а также повышение его экономичности и улучшение экологических характеристик.

Известны способы пуска газотурбинного двигателя на криогенном топливе [1, 2, 3]. Время подготовки к пуску включает последовательные операции: по захлаживанию криогенной топливной системы с насосом турбонасосного агрегата и его последующий пуск с одновременным пуском газотурбинного двигателя и прогрева последнего на режиме малого газа. Недостатки этих способов: в большом времени на подготовку к пуску, к работе на повышенных режимах и к полёту; при захлаживании криогенное газообразное топливо или выбрасывают в дренаж в атмосферу или сжигают на выходе дренажа.

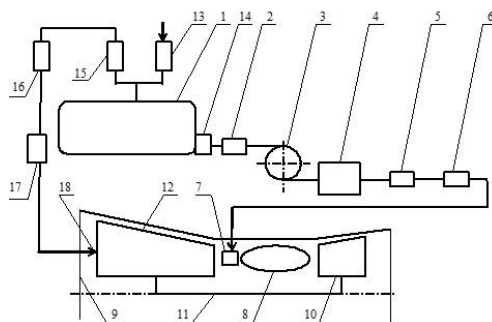


Рисунок 1 - Схема системы для осуществления пуска газотурбинного двигателя на криогенном топливе

Способ пуска газотурбинного двигателя 9 на криогенном топливе (рис. 1), заключается в повышении давления криогенного топлива до давления для работы газотурбинного двигателя 9 на режиме малый газ и открытии клапана подачи 2 при захлаживании криогенной топливной системы от выхода из криогенной расходной ёмкости 1 до выхода из насоса 3 турбонасосного агрегата до температуры жидкой фазы криогенного топлива. Процесс захлаживания криогенной топливной системы от выхода из криогенной расходной ёмкости 1 до выхода из насоса 3 турбонасосного агрегата и входа в теплообменник-газификатор 4 криогенного топлива до температуры жидкой фазы криогенного топлива начинают одновременно с открытием клапана подачи 2, отсекающего клапана 6 и регулятора расхода 5 для подачи криогенного топлива через коллектор 7 топливных форсунок в камеру сгорания 8 газотурбинного двигателя 9 в период раскрутки ротора 11 с газовой турбиной 10 и компрессором 12 газотурбинного двигателя 9 в процессе его пуска и выхода на режим малого газа. Пуск насоса 3 турбонасосного агрегата выполняют после его захлаживания при дополнительном условии при увеличении режима работы газотурбинного двигателя 9 выше режима малого газа. Повышение давления до 350-600 кПа криогенного топлива на выходе из криогенной расходной ёмкости 1 осуществляют увеличением давления наддува чрез клапан 13 криогенной расходной ёмкости 1 и (или) включением подкачивающего насоса 14, установленного на выходе жидкой фазы криогенного топлива из криогенной расходной ёмкости 1. При увеличении режима работы газотурбинного двигателя 9 выше режима малого газа снижают давление криогенного топлива на выходе из криогенной расходной ёмкости 1 до давления 150-300 кПа. При этом закрывают клапан наддува 13 и открывают клапан дренажа 15 из паровой полости криогенной расходной ёмкости 1, измеряют расход 16 газов

криогенного топлива и через регулятор расхода газов 17 сбрасывают их на вход 18 в компрессор 12 газотурбинного двигателя 9, а регулятором расхода 5 уменьшают подачу криогенного топлива через коллектор 7 форсунок газотурбинного двигателя 9 на величину расхода газов криогенного топлива из паровой полости криогенной расходной ёмкости 1. Или при увеличении режима работы газотурбинного двигателя 9 выше режима малого газа выключат подкачивающий насос 14. При снижении режима работы газотурбинного двигателя 9 до режима малого газа насос 3 турбонасосного агрегата не выключают.

Из-за того, что пары криогенного топлива в процессе захлаживания криогенной топливной системы не выбрасывают в атмосферу, а сжигают в камере сгорания при прогреве газотурбинного двигателя при его работе на режиме малого газа, повышены экономичность и экологические характеристики газотурбинного двигателя. Снижены затраты времени на подготовку газотурбинного двигателя, работающего на криогенном топливе, к пуску и работе на повышенных режимах или полёту в составе летательного аппарата, т.к. время захлаживания его криогенной топливной системы совмещено с его прогревом.

Список литературы

1. Патент RU № 2667845, опубл. 24.09.2018, бюл. №27.
2. Авторское свидетельство СССР № 1009144, 1981.
3. Патент RU № 2705347, опубл. 06.11.2019, бюл. №31.

Сведения об авторах

Шишков В.А., доктор технических наук, начальник технического отдела. Область научных интересов: системы управления ДВС на альтернативных видах топлива.

METHOD FOR STARTING GAS TURBINE ENGINE ON CRYOGENIC FUEL

Shishkov V.A.

Palladio LLC, Tolyatti, Russian Federation; Vladimir-shishkov@yandex.ru

Keywords: gas turbine engine, cryogenic fuel, turbopump unit, cooldown of the fuel system, engine warm-up, start-up of a gas turbine engine.

The purpose of the work is to reduce the time for preparing a gas turbine engine running on cryogenic fuel for launch, increased operating modes or flight, as well as improving its efficiency and environmental performance. The method for starting a gas turbine engine running on cryogenic fuel consists in increasing the pressure of the cryogenic fuel to the pressure for operating the gas turbine engine in the low gas mode and opening the supply valve when the cryogenic fuel system cools down. When the temperature of the pump of the turbopump unit reaches the temperature of the liquid phase of the cryogenic fuel, the pump of the turbopump unit is started. The process of chilling the cryogenic fuel system from the exit from the cryogenic supply tank to the exit from the pump of the turbopump unit to the temperature of the liquid phase of the cryogenic fuel begins simultaneously with the opening of the supply valve, shut-off valve and flow controller to supply cryogenic fuel through the fuel injectors into the combustion chamber of the gas turbine engine during the spin-up period rotor of a gas turbine engine in the process of its start-up and exit to the idle gas mode. The pump of the turbopump unit is started under the additional condition: when the operating mode of the gas turbine engine is increased above the idle gas mode. Due to the combination of the processes of chilling the cryogenic fuel system and warming up the gas turbine engine, the time of its preparation is reduced, its efficiency is increased and its environmental characteristics are improved.