

В дальнейшем планируется изготовление детекторов газового хроматографа с различной конфигурацией каналов вывода потока, проведение экспериментальных исследований и сравнение их результатов с полученными данными в ходе численного моделирования.

Библиографический список

1. Платонов И.А., Арутюнов Ю.И., Ланге П.К. Малоинерционный детектор по тепло-

проводности для газовой хроматографии // Информационно-измерительные и управляющие системы. 2013. 1(8). С. 97-102.

2. Морозов В.В., Платонов И.А., Платонов В.И. [и др.] Совершенствование инструментального обеспечения хроматографического анализа // Второй всероссийский симпозиум с участием иностранных учёных - Кинетика и динамика обменных процессов, 2-9 ноября 2013 года, Краснодарский край, с. Дивноморское, РАН, 2013. С. 163-167.

УДК 621.16

ГАЗОТУРБИННЫЕ УСТАНОВКИ ДЛЯ МАНЕВРЕННЫХ ПАРОГАЗОВЫХ УСТАНОВОК - ТЭЦ

©2016 Л.П. Шелудько¹, М.Ю. Лившиц¹, В.В. Бирюк², Е.А. Ларин³

¹Самарский государственный технический университет

²Самарский национальный исследовательский университет имени академика С.П. Королёва

³Саратовский государственный технический университет имени Ю.А. Гагарина

GAS TURBINE UNITS FOR MANEUVERABLE GAS STEAM POWER PLANTS - TPP

Shelydko L.P., Livshits M.Y. (Samara State Technical University, Samara, Russian Federation)

Biryuk V.V. (Samara National Research University, Samara, Russian Federation)

Larin E.A. (Yuri Gagarin State Technical University of Saratov, Russian Federation)

The work presents challenging issues for increasing thermal efficiency and reliability of heat and power cogeneration and main thermal power system with high degree of wearing of power equipment and large heat losses in the development of transport and energy production. In recent years, due to the lack of funding in many cities has been brought to service "roof" boiler and heating system for every apartment. These systems are characterized by low fuel efficiency in areas of their deployment.

Наиболее перспективным направлением совершенствования энергетических установок, прежде всего теплоэлектроцентралей, является применение на них высокоэкономичных парогазовых установок (ПГУ) с совместной когенерационной выработкой электрической и тепловой энергии. Одной из проблем, препятствующих широкомасштабному применению ПГУ, является отставание нашей энергетической промышленности в создании современных мощных газотурбинных установок. Построенные в России в последние годы ПГУ используют импортные газовые турбины. Ситуация по модернизации отечественной энергетики резко ухудшилась после введения санкций и резкого падения цен на нефть. В этих условиях использование импортного энергетического оборудования может привести к увеличению

срока окупаемости энергетических ПГУ до двадцати-двадцати пяти лет, что определяет практическую нереальность ориентации отечественной энергетики на импортное оборудование. Поэтому сейчас наиболее актуальны задачи проектирования, доводки и серийного выпуска отечественных ГТУ. Имеется возможность осуществить производство и ввод в эксплуатацию экономичных блочных маневренных теплофикационных ПГУ с электрической мощностью 30 – 50 МВт и тепловой в 30 - 45 Гкал с использованием в них отечественных конвертированных энергетических ГТУ и противодавленческих паровых турбин. Размещение этих ПГУ-ТЭЦ вблизи теплофикационных потребителей позволит обеспечить производство экономичной когенерационной выработки электрической и тепловой энергии при значительном

уменьшении потерь при транспорте выработанной энергии к потребителям.

Проведённые исследования показали, что энергоснабжение новых районов расширяющихся крупных городов экономически целесообразно осуществлять от блочных ПГУ-ТЭЦ с отечественными конвертированными газотурбинными установками и противодавленческими паровыми турбинами. В Германии работает блочная ПГУ-ТЭЦ Nossener Bruke, содержащая стационарную ГТУ, паровой котел-утилизатор (КУ), противодавленческую паровую турбину, газовойдяной (ГВП) и сетевые подогреватели (СП1 и СП2) сетевой воды теплосети. В этой установке в КУ применены две камеры дожигания топлива. Первая из них КД1 установлена перед КУ и обеспечивает поддержание заданной температуры перегрева пара повышенного давления. Вторая камера дожигания КД2 размещена после паровой части КУ перед ГВП. В отопительные периоды путём изменения расхода топлива в КД2 производят увеличение тепловой нагрузки ПГУ-ТЭЦ.

Нами предложена блочная маневренная ПГУ-ТЭЦ нового типа. В ней предусмотрено использование модифицированной энергетической конвертированной ГТУ типа НК-37-2, создаваемой на базе ГТУ НК-37-1. В отличие от ПГУ-ТЭЦ Nossener Bruke в КУ вырабатывается перегретый пар среднего давления 3 МПа. Перед силовой турбиной в НК-37-2 установлена вторая камера сгорания топлива КС2, обеспечивающая повышение температуры перед КУ и требуемый перегрев пара. КУ снабжён двумя ступенями испарения с размещением между ними камеры дожигания топлива КД (рис. 1). Это позволяет в отопительный период работы за счёт дополнительного сжигания топлива значительно увеличить, по сравнению с неотопительным периодом, паропроизводительность, КУ, электрическую мощность паровой турбины и тепловую мощность установки. При этом тепловая мощность обеспечивается подогревом сетевой воды в СП1 и СП2, так как в неотопительные периоды тепловая нагрузка ПГУ-ТЭЦ используется только для целей горячего водоснабжения (ГВС).

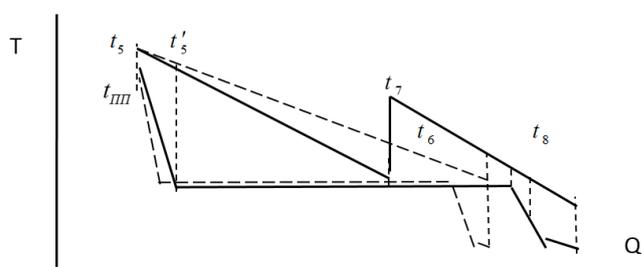


Рис. 1. TQ диаграмма парового котла-утилизатора ПГУ-ТЭЦ

t_5 - температура газа за ГТУ, t'_5 - температура газа за КД1, t_6 - температура газа за второй ступенью испарителя КУ, t_7 - температура газа за КД-2, t_8 - температура газа за первой ступенью испарителя КУ, t_{III} - температура перегретого пара

Расход пара, вырабатываемого КУ в неотопительных режимах

$$D_{KV} = (G_G + B_{KC2}) \frac{(h_5 - h_8) \eta_{KV}}{(h'' - h') + (1 - \alpha_{IP})(h_{III} - h'')}.$$

Расход топлива в КД в отопительных режимах

$$B_{KD} = (G_G + B_{KC2}) \frac{h_7 - h_6}{Q_{HP}^P \eta_{KD} - h_7}.$$

Расход пара, вырабатываемого КУ в отопительных режимах

$$D_{KV} = \frac{[(G_G + B_{KC2})(h_5 - h_8) + (G_G + B_{KC2} + B_{KD})(h_7 - h_6)] \eta_{KV}}{(h'' - h') + (1 - \alpha_{IP})(h_{III} - h'')}.$$

Здесь G_G , h_4 расход (кг/с) и энтальпия (кДж/кг) газа за ГТУ, B_{KC2} - расход топлива во второй камере сгорания, Q_{HP}^P - теплотворная способность топлива (кДж/кг) $q_{ИСП} = h'' - h'$ - удельный подвод тепла в испарителе (кДж/кг); h_5, h'_5, h_6, h_7, h_8 - энтальпии газа (кДж/кг) перед КУ; за пароперегревателем; за второй ступенью испарителя; за КД и за первой ступенью испарителя.

В статье приведены результаты проведённого анализа энергетических характеристик нового типа ПГУ-ТЭЦ. Показано, что применение модифицированной ГТУ НК-37-2, создаваемой на базе разработанной в СНТК НК-37-1, позволит частично решить проблему импортозамещения и организовать производство на ПАО «Кузнецов» мощных высокоэкономичных ГТУ НК-37-2 для маневренных теплофикационных блочных ПГУ-ТЭЦ.