

ПАРОГАЗОВАЯ УСТАНОВКА НА БАЗЕ ГАЗОТУРБИННОЙ УСТАНОВКИ GT26 И КОТЛА-УТИЛИЗАТОРА П-96

Г. В. Галишина¹, А. Н. Гришин²

¹galishd@bk.ru, ²grishin1152@mail.ru

ФГБОУ ВО «Уфимский государственный авиационный технический университет» (УГАТУ)

Аннотация. Рассматривается парогазовая установка на базе газотурбинной установки GT26 и котла-утилизатора П-96. Представлены принципиальные схемы газотурбинной установки и парогазовой установки, принцип их работы, основные исходные данные для расчета, результаты основных параметров парогазовой установки с котлом-утилизатором. Построена Q, t – диаграмма теплообмена в котле-утилизаторе.

Ключевые слова: парогазовая установка (ПГУ); газотурбинная установка (ГТУ); компрессор; камера сгорания (КС); газовая турбина (ГТ); котел-утилизатор (КУ).

ВВЕДЕНИЕ

GT26 – одновальная газотурбинная установка фирмы Alstom с промежуточной камерой сгорания. Общий вид ее показан на рис. 1 [1].

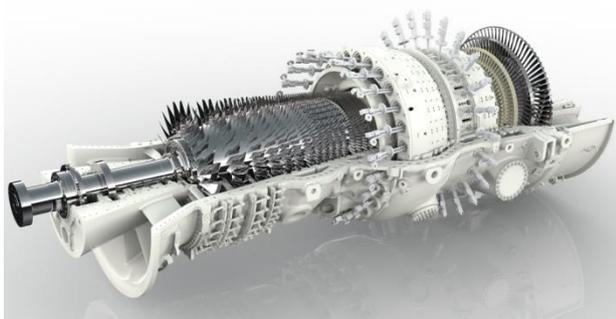


Рис. 1. Газотурбинная установка GT26

В GT26 воздух сжимается в 22-ступенчатом компрессоре и поступает в основную камеру сгорания, в которой сжигается $2/3$ топлива. Затем продукты сгорания расширяются в одноступенчатой газовой турбине высокого давления и направляются в дополнительную камеру сгорания, где сжигается $1/3$ топлива. Далее продукты сгорания расширяются в четырехступенчатой газовой турбине низкого давления. Камеры сгорания кольцевого ти-

па [2]. На рис. 2 показана принципиальная схема ГТУ GT26.

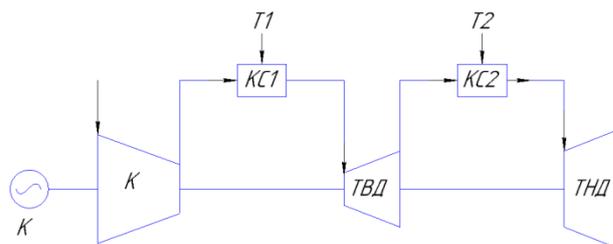


Рис. 2. Принципиальная схема ГТУ GT26

В табл. 1 представлены технические данные энергетической ГТУ GT26.

Таблица 1

Технические данные энергетической ГТУ GT26

N , МВт	η , %	π_k	$T_{н.т.}$, °С	$T_{к.т.}$, °С	$\frac{G_T}{c}$	n , $\frac{об}{мин}$
247,5	39,40	30	1235	608	542	3000

Котел-утилизатор П-96 – является барабанным с естественной циркуляцией в испарительных контурах высокого и низкого давлений, однокорпусный и горизонтально-профиля. Принципиальная тепловая схема КУ П-96 с обозначениями номеров расчетных сечений представлена на рис. 3.

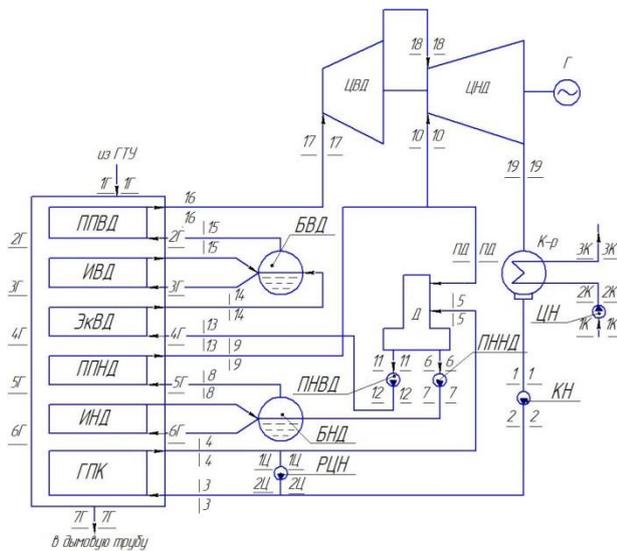


Рис. 3. Принципиальная тепловая схема КУ П-96 с обозначениями номеров расчетных сечений

По ходу газов котла последовательно располагаются: пароперегреватель высокого давления, испаритель высокого давления, экономайзер высокого давления, пароперегреватель низкого давления, испаритель низкого давления и газовый подогреватель конденсата.

Основные исходные данные для расчета ПГУ с КУ представлены в табл. 2.

Таблица 2

Основные исходные данные для расчета ПГУ с КУ

Параметры	Обозначение	Значение	Единица измерения
Расход выходных газов из ГТУ	G_r	542	$\frac{кг}{с}$
Давление пара на входе в турбину высокого давления	p_{17}	11280000	Па
Температура воды на входе к ГПК	t_3	60	$^{\circ}C$
Расход воздуха на входе в компрессор	G_B	529,44	$\frac{кг}{с}$
Давление в конденсаторе	p_K	3600	Па
Температура выходных газов из ГТУ	$T_{1Г}$	881,15	К
Давление на входе в турбину низкого давления	p_{10}	630000	Па
Температура наружного воздуха	T_B	288,15	К
Давление в деаэраторе	p_D	567000	Па

Температурные напоры находятся с помощью процедуры «Поиск решений» в Excel. Целевой ячейкой являлось: число секций в экономайзере или ГПК. Изменяемыми ячейками были температурные напоры в пароперегревателе, испарителе и экономайзере или ГПК. Ограничением являлось постоянное число секций в пароперегревателях и испарителях. Коэффициенты теплопередачи (K) и количество секций (N) в пароперегревателях, испарителях, экономайзере и ГПК представлены в табл. 3.

Таблица 3

Коэффициенты теплопередачи и количество секций

	ППВД	ИВД	ЭКВД	ППНД	ИНД	ГПК
$K, \frac{Вт}{м^2 \cdot К}$	33,4	43,2	38,4	18,3	31,0	34,8
N, шт.	16	36	20	4	40	24

Результаты расчета температурных напоров и недогрева воды в котле-утилизаторе приведены в табл. 4.

Таблица 4

Температурные напоры и недогревы воды в КУ П-96

$\Delta t_{1Г-16}$	$\Delta t_{3Г-15'}$	$\Delta t_{14-15'}$	$\Delta t_{4Г-9}$	$\Delta t_{6Г-8'}$	$\Delta t_{4-Д}$
77,14, $^{\circ}C$	39,15, $^{\circ}C$	33,94, $^{\circ}C$	27,09, $^{\circ}C$	15,72, $^{\circ}C$	31,28 $^{\circ}C$

По расчетным значениям в масштабе построена Q, T-диаграмма теплообмена в двухконтурном котле-утилизаторе ПГУ, которая представлена на рис. 4.

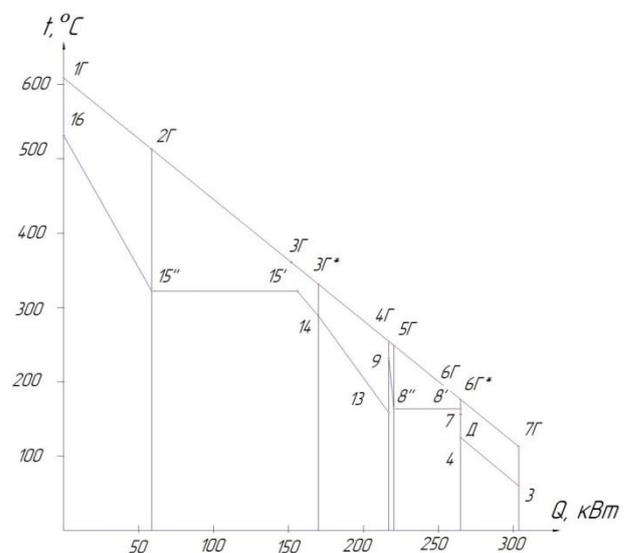


Рис. 4. Q, t – диаграмма теплообмена в котле-утилизаторе

Результаты расчета параметров ПГУ с КУ П-96 представлены в табл. 5.

Таблица 5

Результаты расчета ПГУ с КУ П-96

Параметр	Значение
$\eta_{\text{ПГУ}}, \%$	56,05
$\eta_{\text{ГТУ}}, \%$	39,37
$\eta_{\text{ПТУ}}, \%$	34,52
$N_{\text{ГТУ}}, \text{кВт}$	247471
$N_{\text{ПТУ}}, \text{кВт}$	104791
$N_{\text{ПГУ}}, \text{кВт}$	352261
$t_{7\Gamma}, \text{ }^\circ\text{C}$	112,86
$x_{19}, \%$	86,45
$G_{17}, \frac{\text{кг}}{\text{с}}$	78,55
$G_{10}, \frac{\text{кг}}{\text{с}}$	15,34

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В результате расчетов получены суммарная мощность установки 352,3 МВт, коэффициент полезного действия 56,05%, температура уходящих газов 112,86 °С, степень сухости на выходе из паровой турбины 86,45%. Коэффициент утилизации теплоты паротурбинным контуром составляет 81,82%. Расчеты выполнены при постоянном количестве секции в КУ П-96 – 140 секций.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Качан С.А., Каранкевич В.В. Европейская сверхмощная газотурбинная установка GT36 [Электронный ресурс]. URL: <http://science.kuzstu.ru/wp-content/Events/Conference/energ/2017/energ/pages/Articles/134.pdf> (дата обращения 28.01.2020). [S.A. Kachan., V.V.Karankevich (2020, Jan. 28). European heavy duty gas-turbine installing GT36. [Online]. Available:<http://science.kuzstu.ru/wp-content/Events/Conference/energ/2017/energ/pages/Articles/134.pdf>]

2. Цанев С.В., Буров В.Д., Ремезов А.Н. Газотурбинные и парогазовые установки тепловых электростанций. Москва: Издательский дом МЭИ, 2006. 584с. [S.V. Tsanev, V.D. Burov, A.N. Remezov, Gazoturbinnye i parogazovye ustanovki teplovykh elektrostantsiy, Moscow: MPEI Publishing House., 2006, 584 p.]

ОБ АВТОРАХ

ГАЛИШИНА Гульназ Вазировна, магистрант 2-го курса факультета авиационных двигателей, энергетики и транспорта.

ГРИШИН Александр Николаевич, доцент, канд. техн. наук каф. АТиТ.

METADATA

Title: Combined-cycle gas turbine unit on the basis of GT26 gas-turbine and P-96 recovery boiler

Authors: G. V. Galishina ¹, A. N. Grishin ²

Affiliation:

Ufa State Aviation Technical University (UGATU), Russia.

Email: ¹ galishd@bk.ru, ² grishin1152@mail.ru

Language: Russian.

Source: Molodezhnyj Vestnik UGATU (scientific journal of Ufa State Aviation Technical University), no. 1 (22), pp. 38-40, 2020. ISSN 2225-9309 (Print).

Abstract: A combined cycle gas turbine unit based on a GT26 gas turbine unit and a P-96 recovery boiler is considered. Schematic diagrams of a gas turbine unit and a combined cycle plant are presented, as well as the principle of their operation, the basic design data, the results of the main parameters of a combined cycle plant with a recovery boiler. Q, t - heat transfer diagram in the recovery boiler is constructed.

Key words: combined-cycle plant; gas turbine unit; compressor; combustion chamber; gas turbine; recovery boiler.

About authors:

GALISHINA, Gulnaz Vazirovna, 2-year graduate of the faculty of aircraft engines, energy and transport.

GRISHIN, Alexander Nikolaevich, Associate Professor, Ph.D. in Engineering Sciences.