

ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ СТАНЦИИ

УДК 621.312

**ВЛИЯНИЕ ПРИРОДНО-КЛИМАТИЧЕСКИХ УСЛОВИЙ  
НА РАБОТУ ГАЗОТУРБИННЫХ УСТАНОВОК АРМЯНСКОЙ  
ЭНЕРГОСИСТЕМЫ**

**Л.С. Оганесян, Р.Г. Хачатрян**

*Национальный политехнический университет Армении*

Эксплуатационные характеристики газовых турбин существенно зависят от параметров окружающего воздуха. Вследствие этого происходит значительная потеря электрической мощности в летнее время. В Армении установлены две газовые турбины в составе станций комбинированного цикла: в Ереване и Раздане. Исследовано и проанализировано изменение полезной работы и коэффициента полезного действия цикла газотурбинных установок в зависимости от атмосферного воздуха. Проведена оценка влияния климатических условий (атмосферного давления, относительной влажности и температуры наружного воздуха) на характеристики газотурбинных установок. Подчеркнута необходимость воздействия на параметры воздуха на входе в компрессор для обеспечения эффективной работы установок.

**Ключевые слова:** газотурбинные установки, температура наружного воздуха, плотность атмосферного воздуха, коэффициент полезного действия цикла, электрическая мощность.

**Введение.** Перспективное направление развития энергетики связано с применением газотурбинных и парогазовых установок (ГТУ и ПГУ) на тепловых электростанциях (ТЭС). Сооружение установок комбинированного цикла в последние два десятилетия является основной тенденцией развития мировой теплоэнергетики. Комбинация цикла Брайтона на базе ГТУ и цикла Ренкина на базе паротурбинных установок (ПТУ) обеспечивает резкий скачок тепловой экономичности. ПГУ на природном газе – единственные энергетические установки, которые в конденсационном режиме могут вырабатывать электроэнергию с коэффициентом полезного действия (КПД) 58...60%.

В Армении замена старых и малоэффективных, а также ввод новых генерирующих мощностей тоже происходит на базе новейших ГТУ: технологии на Ереванской электростанции с комбинированным парогазовым циклом (ЭКПГЦ) и 5-ом энергоблоке Разданской ТЭЦ (ГРЭС).

Технологическая схема моноблока Ереванской ЭКПГЦ включает ГТУ, котел-утилизатор (КУ) и паровую турбину (ПТ) и выбрана исходя из получения максимальных технико-экономических показателей при комбинированной выработке электрической и тепловой энергии.

Общая установочная мощность нового энергоблока Ереванской ЭКПГЦ – 271,7 МВт, из которых: электрическая – 242 МВт, тепловая – 434,9 ГДж/ч. Основное оборудование:

- газотурбина производства швейцарской компании “ALSTOM” типа GT13E2 MXL установочной мощностью 179,9 МВт с двумя режимами эксплуатации;
- теплофикационная паровая турбина производства японской компании “Fuji” электрической установочной мощностью 63 МВт с выдачей тепловой энергии в 103,7 Гкал/ч.

Упрощенная тепловая схема ПГУ ЕрТЕЦ приведена на рис. 1.

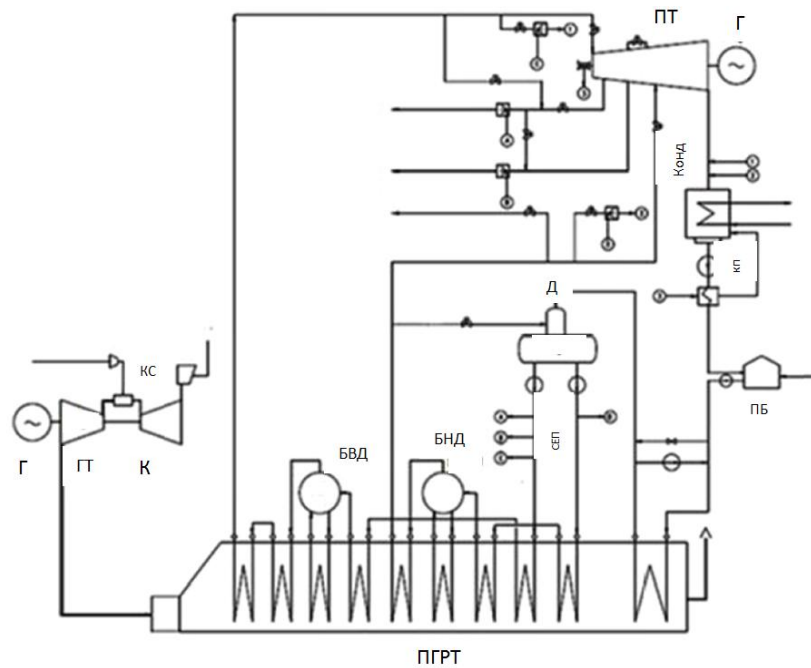


Рис. 1. Упрощенная тепловая схема ПГУ ЕрТЕЦ:

ГТ - газовая турбина, ПТ - паровая турбина, Г - генератор, К - компрессор, КС - камера сгорания, Д - деаэратор, БВД - барабан высокого давления, БНД - барабан низкого давления, ПБ - подпиточный бак, КП - конденсатный насос, ПГРТ - парогенератор регенерации тепла

В качестве “базовых” климатических параметров заводом-изготовителем для ЕрТЭЦ предложены следующие значения (табл. 1).

Таблица 1

Гарантийные показатели ГТУ GT13E2 и расчетные условия окружающей среды

Параметр	Значение
Мощность ГТ, <i>МВт</i>	153,88
Давление воздуха за компрессором, <i>бар</i>	9,0
Расход топлива, <i>кг/с</i>	9,12
Расчетные условия окружающей среды:	
температура, °С	12
атмосферное давление, <i>бар</i>	0,912
относительная влажность, %	45...80
Низшая теплота сгорания газообразного топлива, <i>кДж/кг</i>	47450

Общая установочная мощность 5-го энергоблока Разданской ТЭЦ – 440 *МВт*. Основное оборудование:

- ГТУ GT13E2 с номинальной мощностью при расчетных параметрах г. Раздан (атмосферное давление – 0,822 *бар*, температура – 15°С, относительная влажность – 60%) – 141,69 *МВт*, КПД (ГТУ) – брутто 36,07%;
- котел ТГМП-344-АС, предназначенный для работы в блоке с турбиной мощностью 300 *МВт*;
- паровая турбина К-300-240-3 ЛМЗ с конденсатором смешивания.

Таким образом, в производстве электроэнергии одним из важнейших вопросов Армянской энергосистемы является повышение показателей энергоэффективности работы ПГУ, созданных на основе ГТУ GT13E2, установленных в Ереванской ТЭС и в 5-ом энергоблоке в Раздане. Для решения этой задачи более подробно рассмотрим особенности работы ГТУ.

**Особенности работы ГТУ.** Газотурбинная установка GT13E2 представляет собой одновальный турбоагрегат, работающий по простому термодинамическому циклу. Забираемый воздух, проходя через систему фильтров комплексного воздухоочистительного устройства, поступает в компрессор. Компрессор, снабженный поворотным входным направляющим аппаратом, имеет 21 ступень и расположен на одном валу с турбиной. Сжатый в компрессоре воздух поступает в камеру сгорания, куда подается топливный газ. Продукты сгорания с температурой 1095°С направляются в ГТ, после которой они с температурой 514°С поступают в КУ.

ГТУ, работающие в составе ПГУ ТЭС, проектируются на стандартные параметры наружного воздуха [1, 2]: температура – 15°С; барометрическое давление – 101,3 кПа; относительная влажность – 60%. Применительно к этим условиям определяются геометрические характеристики элементов проточных частей осевого компрессора и газовой турбины ГТУ.

При переменных режимах работы изменяются технические характеристики энергоустановки: КПД, расходы топлива и уходящих газов, температура газов за ГТУ, коэффициент избытка воздуха в них.

Важнейшей особенностью газотурбинных установок является более сильная зависимость показателей их работы от климатических условий (параметров наружного воздуха: давление, температура, относительная влажность) и относительной мощности установки, чем у паросиловых установок. Вопрос влияния этих зависимостей на показатели работы ПГУ в целом продолжает изучаться. В ряде работ российских и зарубежных авторов приводятся результаты испытаний конкретных установок, подтверждающие факт существенного влияния параметров наружного воздуха и загрузки ГТУ на показатели парогазовых блоков [3, 4].

В работе [3] было проведено исследование влияния температуры наружного воздуха  $t_{н.в}$  на КПД и мощность трех ГТУ (GT13D, GT13E1, GT13E2). Для ГТУ типа GT13E2, в частности, повышение  $t_{н.в}$  на 10°С вызывает снижение КПД на 2%, мощности - на 7,2%. При увеличении  $t_{н.в}$  до 35°С КПД уменьшается на 4,2%, а мощность - на 14%.

В [4] рассмотрены показатели ГТУ в зависимости от  $t_{н.в}$ . Результаты исследования приведены на рис. 2 и 3.

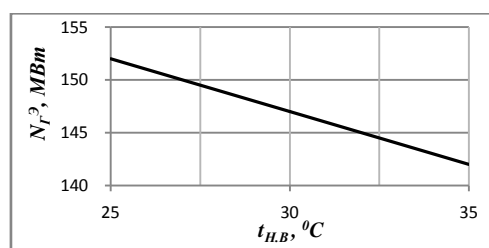


Рис. 2. Изменение мощности ГТУ ( $N_{г}^3$ ) в зависимости от  $t_{н.в}$

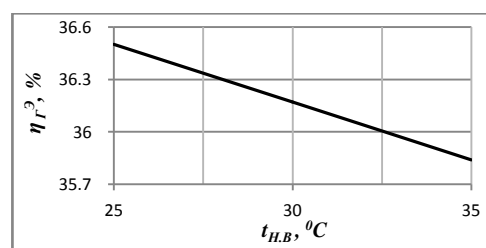


Рис. 3. Изменение КПД ГТУ ( $\eta_{г}^3$ ) в зависимости от  $t_{н.в}$

Согласно этим данным, при увеличении  $t_{н.в}$  от 25°С до 35°С (в условиях Республики Кот-д'Ивуар) почти линейно уменьшается как мощность ГТУ, так и КПД установки. При этом надо иметь в виду, что это увеличение температуры наружного воздуха в ПГУ влияет не только на показатели ГТУ, но и на показатели паровой части установки. Это обусловлено тем, что с увеличением

температуры наружного воздуха увеличивается давление конденсации в конденсаторе паровой турбины, что, в свою очередь, снижает КПД паровой турбины.

Кроме вышеприведенных примеров, в других аналогичных работах приводятся также примеры сильного влияния параметров атмосферного воздуха (особенно его температуры) на эффективность работы ГТУ. Чтобы глубоко понять суть этого влияния и предложить компенсирующие мероприятия этого отрицательного явления, более досконально рассмотрим суть термодинамического процесса работы ГТУ.

**Основные уравнения для анализа работы ГТУ.** Рабочий процесс ГТУ характеризуется величиной полезной работы цикла и коэффициентом полезного действия. Для ГТУ полезная работа  $l$   $\kappa\text{Дж}/\text{кг}$  вычисляется как разница работы, производимой турбиной, и потребной работы компрессора [5]:

$$l_i = C_{pt} T_3 \eta_{iT} (1 + \beta) \left( 1 - \pi_T^{\frac{k_t-1}{k_t}} \right) - C_{pk} T_1 \frac{1}{\eta_{ik}} \left( \pi_k^{\frac{k_k-1}{k_k}} - 1 \right), \quad (1)$$

а КПД цикла:

$$\eta_i = \frac{l_i}{Q_1} = \frac{C_{pt} T_3 \eta_{iT} (1 + \beta) \left( 1 - \pi_T^{\frac{k_t-1}{k_t}} \right) - C_{pk} T_1 \frac{1}{\eta_{ik}} \left( \pi_k^{\frac{k_k-1}{k_k}} - 1 \right)}{\frac{1}{\eta_{kc}} [(1 + \beta) C_{pk} T_3 - C_{pk} T_2]}, \quad (2)$$

где  $C_{pt}$ ,  $C_{pk}$  – теплоемкости рабочего тела соответственно в турбине и компрессоре,  $\kappa\text{Дж}/(\text{кг}\cdot\text{K})$ ;  $T_3$ ,  $T_1$  – температуры рабочего тела соответственно перед соплами турбины и на всасе компрессора,  $\text{K}$ ;  $\eta_{it}$ ,  $\eta_{ik}$  – внутренний КПД соответственно турбины и компрессора;  $\beta = 1/(\alpha \cdot L_0) = 0,01 \dots 0,02$  – коэффициент, учитывающий массу топлива, поступившего в цикл при сжигании топлива в камере сгорания;  $\alpha \cong 3 \dots 7$  – общий коэффициент избытка воздуха в камере сгорания;  $L_0 \cong 14,7$  – стехиометрическое число, характеризующее количество воздуха, необходимого для сжигания 1  $\text{кг}$  топлива;  $\pi_T \cong \pi_k$  – степени понижения давления в турбине и повышения давления в компрессоре;  $k_k$ ,  $k_t$  – показатели адиабатического процесса соответственно при сжатии и расширении рабочего тела.

Из вышеприведенных выражений следует:

- основной недостаток ГТУ состоит в низком значении коэффициента полезной работы, т.к. больше половины мощности газовой турбины расходуется на привод компрессора. Другими словами, ГТУ является единственным двигателем, где на собственные нужды тратится половина всей мощности, вырабатываемой ГТ. Так, для GT13E2 на номинальном

режиме на привод компрессора расходуется 49% располагаемой мощности ГТ, а при нагрузке технического минимума (6 МВт) – 75%;

- практически все ГТУ имеют постоянный объемный расход воздуха. Таким образом, с повышением плотности воздуха, поступающего в систему, увеличивается его масса, при этом повышается мощность установки.

Плотность атмосферного (влажного) воздуха равна

$$\rho = \frac{P}{(R_g \cdot T)} - 0,00132 \left( \varphi_{\text{воз}} \cdot \frac{P_n}{T} \right), \quad (3)$$

где  $T$  - температура воздуха;  $R_g$  - удельная газовая постоянная сухого воздуха;  $P$  - атмосферное давление;  $P_n$  - давление насыщенного воздуха пара.

Относительная влажность воздуха (или степень насыщения) определяется следующим образом:

$$\varphi_{\text{воз}} = \frac{\rho_n}{\rho''} 100\%, \quad (4)$$

где  $\rho_n$  - плотность пара (его количество в 1 м<sup>3</sup> влажного воздуха), кг/м<sup>3</sup>;  $\rho''$  - плотность сухого насыщенного пара при данной температуре, кг/м<sup>3</sup> [1].

Из уравнения (3) следует, что влажный воздух при данной температуре тем легче сухого, чем выше относительная влажность. Атмосферное давление зависит от высоты местности (чем выше она уровня моря, тем давление воздуха меньше), а также от температуры воздуха. При нагревании объем воздуха увеличивается, он становится менее плотным и легким. Из-за этого уменьшается и атмосферное давление.

Атмосферное давление воздуха оказывает влияние в основном на развиваемую электрическую мощность ГТУ (рис. 4) [1]. Это влияние можно учитывать при помощи коэффициента  $K_p = P_a/1,013$ , где  $P_a$  - абсолютное барометрическое давление.

Атмосферное давление в г. Ереване в среднем составляет 0,912 бар, в г. Раздане - меняется в пределах от 0,8 до 0,844 бар, т.е. в среднем составляет 0,822 бар.

Барометрическое давление в любой местности обычно колеблется не более чем на ±4% от среднего давления. В соответствии с этим плотность воздуха растет, и полезная мощность ГТУ меняется также не более чем на ±4%, а КПД остается постоянным, что определяет небольшое их влияние на работу ГТУ.

Относительная влажность атмосферного воздуха тоже оказывает влияние в основном на развиваемую электрическую мощность ГТУ (рис. 4 б) [6]. Изменение относительной влажности в диапазоне температур до 35°C на

изменение КПД ГТУ оказывает весьма незначительное воздействие, не превышая 0,05% (отн.), что можно не учитывать в практических расчетах.

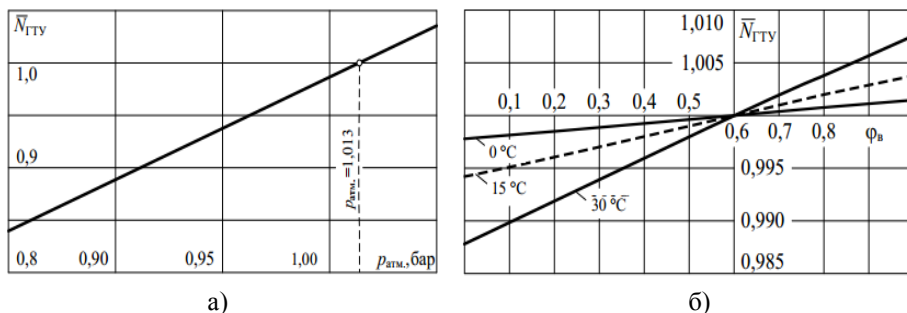


Рис. 4. Определение изменения электрической мощности ГТУ при номинальной нагрузке в зависимости от атмосферного давления  $P_{атм}$  и относительной влажности воздуха  $\phi_a$ : а - влияние атмосферного давления на изменение мощности ГТУ; б - то же, относительной влажности воздуха

Из вышеприведенного следует, что мощность и КПД ГТ зависят от атмосферного давления, влажности и температуры воздуха. В частности, чем ниже плотность воздуха (меньше атмосферное давление, выше влажность и температура атмосферного воздуха), тем меньше полезная работа и КПД ПГУ.

Если для ПГУ окружающей средой является охлаждающая вода конденсатора, температура которой колеблется в пределах  $2...4^\circ\text{C}$ , зимой –  $25...30^\circ\text{C}$ , то для ГТУ окружающей средой будет атмосферный воздух, колебания температуры которого весьма ощутимы не только в течение года, но и в течение суток (рис. 5, 6).

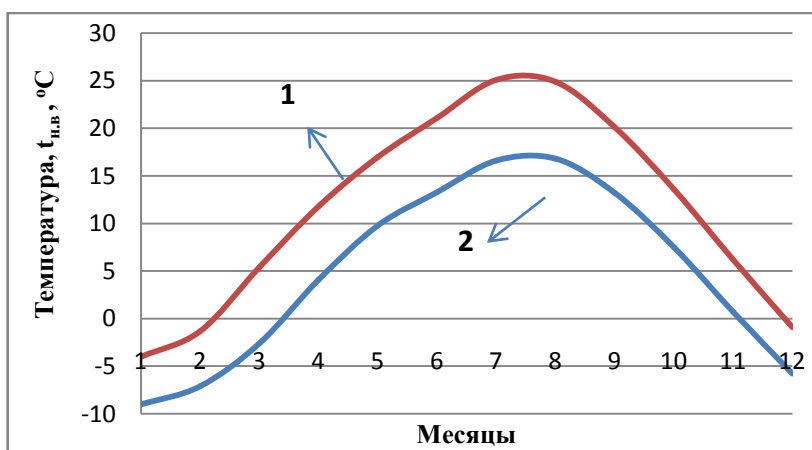


Рис. 5. Среднемесячные температуры наружного воздуха в городах Армении: 1 - Ереван, 2 - Раздан

Среди всех режимных и эксплуатационных факторов наиболее сильно влияет на термодинамические и экономические показатели ГТУ температура наружного воздуха. Она может изменяться в течение суток на 5...7% (до 15...20%), а в течение года – более чем на 30%, например, от -30°C зимой до 40°C летом при среднегодовой температуре около 0°C.

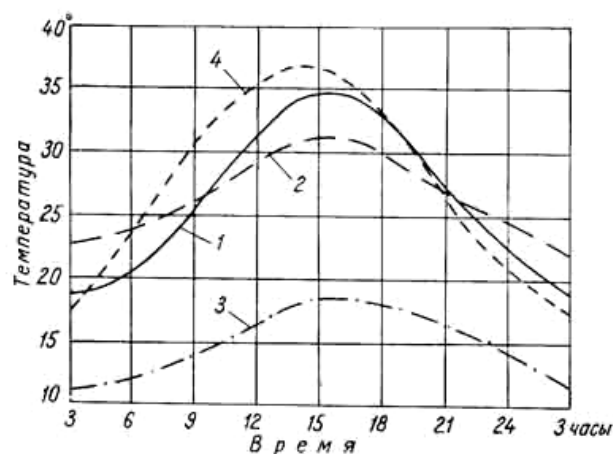


Рис. 6. Суточный ход температуры воздуха в Ереване (1), Сочи (2), Таллине (3) и Душанбе (4) при ясной погоде летом

Эффективность электрогенерирующих ГТУ в летние месяцы резко снижается из-за уменьшения плотности наружного воздуха на входе компрессора и, соответственно, его расхода, возрастания удельной работы сжатия при высокой температуре наружного воздуха  $t_{н.в.}$ . Это связано с тем, что чем больше удельный объем воздуха, тем больше работы требуется для сжатия. Следствием этого является увеличение удельного расхода топлива  $b_e$  и падение эффективной мощности ГТУ до 80% номинальной величины (при температуре 15°C, соответствующей ISO 3977) в июле-августе, когда температура  $t_{н.в.}$  доходит до 35...40°C.

На рис. 7 приведены зависимости влияния температуры наружного воздуха  $t_{н.в.}$  на энергетические характеристики ГТУ при полной электрической нагрузке.



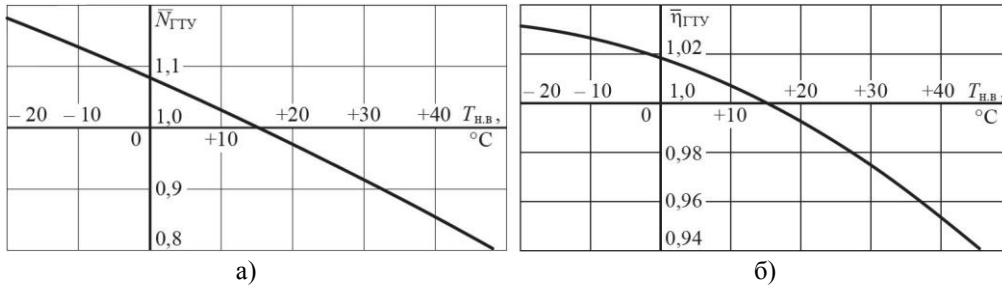


Рис. 7. Зависимость изменения относительной мощности  $\bar{N}_{ГТУ}$ , экономичности  $\bar{\eta}_{ГТУ}$  ГТУ от температуры наружного воздуха  $t_{н.в.}$  по заводским данным для GT13E2:  
 а - зависимость относительного изменения электрической мощности ГТУ от  $t_{н.в.}$ ;  
 б - то же, для КПД от  $t_{н.в.}$

Графические зависимости энергетических характеристик ГТУ можно преобразовать в аналитические, описав их полиномами с использованием многочленов второго и третьего порядков:

$$F(T_{н.в.}) = \sum_{i=0}^n a_i \cdot t_{н.в.}^i,$$

либо

$$F(T_{н.в.}) = F_0 \sum_{i=0}^n b_i \cdot t_{н.в.}^i,$$

где  $F_0$  – номинальная характеристика ГТУ для расчетных условий.

Некоторым энергетическим ГТУ свойственно наличие излома характеристик работы при определенной температуре наружного воздуха  $t_{узн.}$ , что объясняется ограничениями максимально возможной электрической нагрузки генератора ГТУ. В таком случае характеристики установки могут быть составлены из двух уравнений, каждое из которых характерно для определенного интервала температур:

$$F(T_{н.в.}) = \sum_{i=0}^n C_i \cdot t_{н.в.}^i \quad \text{при } t_{н.в.} < t_{узн.};$$

$$F(T_{н.в.}) = \sum_{i=0}^n d_i \cdot t_{н.в.}^i \quad \text{при } t_{н.в.} > t_{узн.}$$

**Результаты исследования.** Для газовой турбины, установленной в Ереванской ТЭС, были получены и использованы в расчетах следующие аппроксимационные зависимости:

- для электрической нагрузки ГТУ, МВт:

$$N_{ГТ} = -3 \cdot 10^{-4} \cdot t_{н.в}^2 - 0,6518 \cdot t_{н.в} + 162,3 \text{ при } t_{н.в} \geq -10^{\circ}\text{C}, \quad (5)$$

$$N_{ГТ}(t_{н.в}) = 168,62 \text{ при } t_{н.в} < -10^{\circ}\text{C};$$

- для электрического КПД ГТУ, %:

$$\eta_{ГТУ} = -5 \cdot 10^{-4} \cdot t_{н.в}^2 - 0,0265 \cdot t_{н.в} + 36,33 \text{ при } t_{н.в} \geq -10^{\circ}\text{C}, \quad (6)$$

$$\eta_{ГТУ}(t_{н.в}) = 36,55\% \text{ при } t_{н.в} < -10^{\circ}\text{C}.$$

На рис. 8 приведен график-задание фирмы-изготовителя по мощности газовой турбины GT13E2 MXL в зависимости от температуры наружного воздуха.

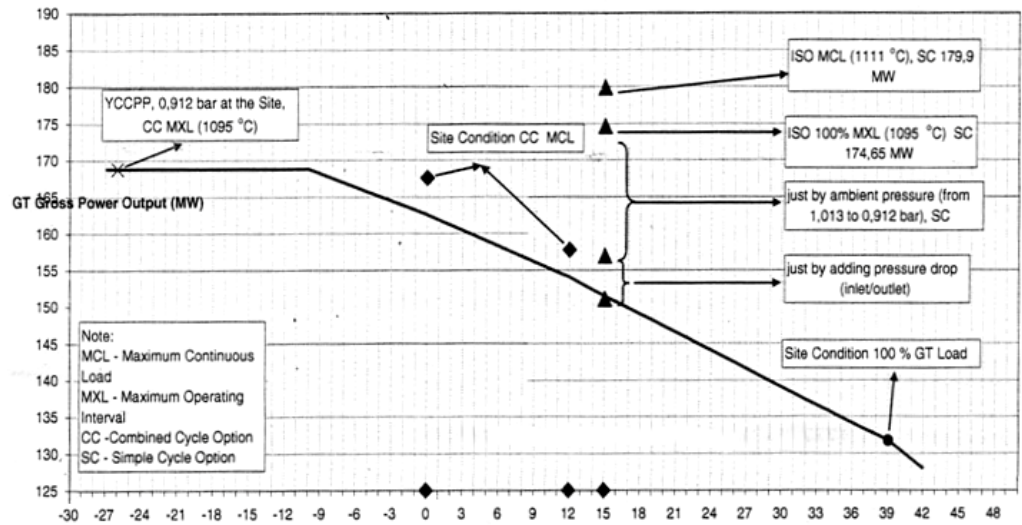


Рис. 8. Зависимость показателей газовой турбины GT13E2MXL от  $t_{н.в}$

В табл. 2 приведены аналогичные данные на основании расчетов характеристик ГТ применительно к климатическим условиям г. Еревана, а также величины отклонения мощности ГТУ по отношению к “базовому” режиму при температуре наружного воздуха 12°C.

Таблица 2

Характеристики ГТ и величина их отклонения по отношению к “базовому” режиму

Обозначение	Температура наружного воздуха, $t_{н.в}$ , °C						
	+12	+39	+36	+21	0	-10	-27
$N_{ГТ}$ , MВт	153,88	135,84	139,3	147,48	162,3	168,6	168,6
$\Delta N_{ГТ}$ , MВт	0	-18,04	-14,62	-6,4	8,42	14,72	14,72
$\Delta N_{ГТ}$ от $N_{ГТ}$ , %	0	-11,72	-9,5	-4,16	5,48	9,57	9,57
КПД ГТ, %	35,93	34,45	34,75	35,55	36,32	36,55	36,55
$\Delta$ КПД ГТ, %	0	-1,48	-1,18	-0,38	0,39	0,62	0,62

Как видно из приведенных данных, в интервале температур наружного воздуха от  $-10^{\circ}\text{C}$  до  $39^{\circ}\text{C}$  электрическая мощность ГТ снижается от 168,6 до 135,84 *MВт* (КПД – 36,55...34,45%).

Значительная потеря электрической мощности ГТУ (более 1,1%) происходит вследствие возрастания затрат на внутреннюю мощность компрессора при сжатии воздуха с более высокой температурой.

Из изложенного следует, что для повышения эффективности работы ГТУ, особенно в жарких странах, необходимо предусмотреть меры по предварительному охлаждению воздуха, т.е. приведению его к требуемым условиям, соответствующим эффективной работе ГТУ.

### **Выводы**

1. Проведена оценка влияния климатических условий на характеристики ГТУ.
2. Для повышения надежности работы ГТУ в переменных климатических условиях необходимо управление качеством воздуха (его параметрами) на входе в компрессор ГТУ с целью приближения его параметров к расчетным.
3. Барометрическое давление в любой местности обычно колеблется не более чем на  $\pm 4\%$  от среднего значения. Следовательно, и расход воздуха, и мощность ГТУ при колебаниях давления изменяются в таких же пределах, т.е. несущественно. Однако с увеличением высотной отметки площадки компрессорной станции (электростанции) над уровнем моря мощность ГТУ убывает приблизительно на 1% на каждые 100 м высоты.
4. Проведенные исследования показывают значительное влияние температуры наружного воздуха на величину электрической мощности и экономичность ГТУ. Для газовой турбины GT13E2 выявлено, что при повышении температуры наружного воздуха на  $1^{\circ}\text{C}$  имеет место падение тепловой экономичности на 0,07% и электрической мощности на 1,47 *MВт* по отношению к данным при условии ISO 2314.
5. Показано, что отклонение значений тепловой экономичности и электрической мощности в зависимости от температуры наружного воздуха носит более пологий характер при номинальном режиме работы. При режимах работы с разгрузкой происходит более резкое падение КПД и электрической мощности ГТУ, что необходимо учитывать при выборе оптимальных режимов работы.

## Լիտերատուրա

1. **Цанев С.В., Буров В.Д., Ремизов А.Н.** Газотурбинные и парогазовые установки тепловых электростанций: Учебное пособие для вузов / Под ред. С.В. Цанева.- 2-е изд., стереот. - М.: Изд. дом МЭИ, 2006. - 584 с.
2. **ГОСТ 29328-92.** Установки газотурбинные для привода турбогенераторов. Общие технические условия. - М.: Изд-во стандартов, 1992.
3. **Абуд Н.А.** Совершенствование энергетических газотурбинных установок, используемых в Ливии, для повышения выработки электрической энергии: Автореферат дис. ... канд. техн. наук: 05.04.12 / С.-Петербург. политехн. ун-т. - СПб., 2009. - 18 с.
4. **Кеке Т.С.А.** Исследование влияния системы технического водоснабжения на характеристики парогазовой установки в условиях Республики Кот-д'Ивуар: Автореферат дис. ... канд. техн. наук: 05.14.14 / Нац. исслед. ун-т МЭИ. – М., 2013. - 20 с.
5. **Рыбалко В.В., Часовский А.А.** Методика теплового расчета газотурбинных энергетических установок: Учебное пособие.- СПб., 2002.- 120 с.
6. **Гринчук А.С.** Влияние параметров циклового воздуха и аэродинамики газового тракта на экономичность ГТУ и ПГУ // Известия высших учебных заведений и энергетических объединений СНГ. Энергетика: Научно-технический и производственный журнал.- 2009.- № 6.- С. 74-82.

*Поступила в редакцию 03.09.2015.  
Принята к опубликованию 16.12.2015.*

## ԲՆԱԿԼԻՄԱՅԱԿԱՆ ՊԱՅՄԱՆՆԵՐԻ ԱՁԴԵՑՈՒԹՅՈՒՆԸ ՀԱՅԿԱԿԱՆ ԷՆԵՐԳԱՀԱՄԱԿԱՐԳԻ ԳԱՋԱՏՈՒՐԲԻՆԱՅԻՆ ՏԵՂԱԿԱՅԱՆՔՆԵՐԻ ԱՇԽԱՏԱՆՔԻ ՎՐԱ

### Լ.Ս. Հովհաննիսյան, Ռ.Գ. Խաչատրյան

Գազային տուրբինների շահագործական բնութագրերը մեծ չափով պայմանավորված են շրջապատող օդի պարամետրերով: Դրա հետևանքով տեղի է ունենում էլեկտրական հզորության զգալի կորուստ ամառային շրջանում: Հայաստանում համակցված ցիկլով կայանների կազմում տեղակայված են երկու գազային տուրբին Երևանում և Հրազդանում: Հետազոտվել և վերլուծվել է գազատուրբինային տեղակայանքների օգտակար աշխատանքի և ցիկլի օգտակար գործողության գործակցի փոփոխությունը՝ կախված մթնոլորտային օդից: Կատարվել է գազատուրբինային տեղակայանքների բնութագրերի վրա կլիմայական պայմանների (մթնոլորտային ճնշման, հարաբերական խոնավության և արտաքին օդի ջերմաստիճանի) ազդեցության գնահատում: Կարևորվել է տեղակայանքների արդյունավետ աշխատանքի ապահովման համար կոմպրեսորի մուտքում օդի պարամետրերի վրա ազդեցության անհրաժեշտությունը:

**Առանցքային բաներ.** գազատուրբինային տեղակայանքներ, արտաքին օդի ջերմաստիճան, մթնոլորտային օդի խտություն, ցիկլի օգտակար գործողության գործակից, էլեկտրական հզորություն:

## **THE INFLUENCE OF NATURAL AND CLIMATIC CONDITIONS ON THE PERFORMANCE OF GAS-TURBINE UNITS OF THE ARMENIAN POWER SYSTEM**

**L.S. Hovhannisyan, R.G. Khachatryan**

The performance of gas turbines significantly depends on the parameters of the surrounding air. Consequently, a significant electric power loss occurs in summer. In Armenia, two gas turbines are installed as a part of combined cycle power plants – in Yerevan and Hrazdan. The change of the useful work and the cycle efficiency of gas-turbine units depending on the atmospheric air is studied and analyzed. An assessment of the influence of the climatic conditions (atmospheric pressure, relative humidity and ambient air temperature) on the characteristics of gas-turbine units is carried out. The necessity to influence the compressor inlet air parameters to provide effective work of installations is stressed.

**Keywords:** gas-turbine units, ambient air temperature, atmospheric air density, cycle efficiency, electric power.