

**ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ
ДЕТАНДЕР-ГЕНЕРАТОРНОЙ УСТАНОВКИ НА
СЫЗРАНСКОЙ ТЭЦ**

**THE ASSESSMENT OF EFFICIENCY
OF THE DETANDER-GENERATOR INSTALLATION
AT THE SYZRAN' POWER PLANT**

Паленов А. В., Кудинов А. А.

Самарский государственный технический университет, г. Самара,
73soft73@mail.ru

Palenov A. V., Kudinov A. A.

Samara State Technical University, Samara

Аннотация: Представлены результаты теплового и экономического расчетов детандер-генераторной установки Сызранской ТЭЦ.

Abstract: This paper describes the results of thermal and economic calculations of the detander-generator installation at the Syzran' Power Plant.

Ключевые слова: газорегуляторный пункт, регулятор давления, дросселирование, газотурбинная установка, дожимной газовый компрессор, детандер-генераторный агрегат, тепловой и экономический расчеты.

Key words: gas-control unit, pressure governor, throttling process, gas turbine plant, gas booster compressor, detander-generator set, thermal and economic design.

Природный газ, поступающий в топки энергетических котельных агрегатов Сызранской ТЭЦ для осуществления процесса

горения, имеет среднее давление. Понижение давления природного газа с высокого на среднее осуществляется на газораспределительном пункте путем дросселирования с помощью регуляторов давления [1, 2]. Дросселирование – это необратимый процесс протекания газа через местное сопротивление, сопровождающийся снижением давления газа без совершения им полезной работы [3].

В целях полезного использования энергии сжатого газа при понижении его давления предлагается использовать детандер-генераторный агрегат (ДГА) (рисунок).

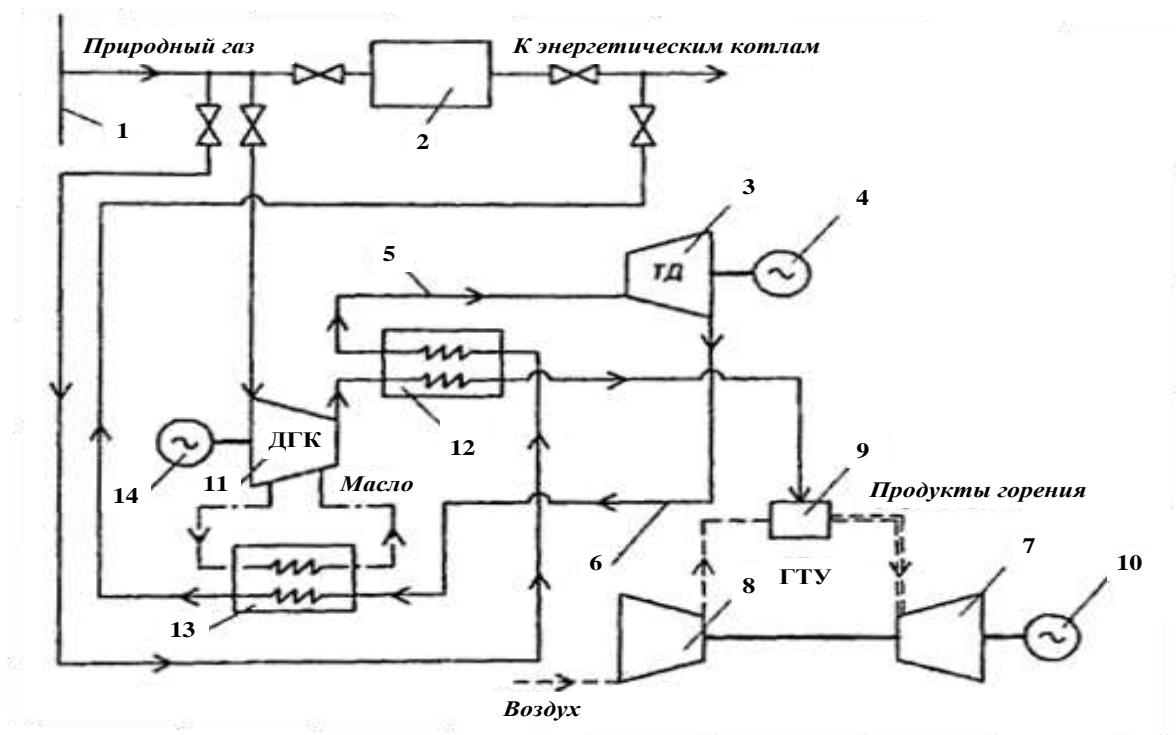


Схема детандер-генераторной установки

- 1 – магистральный газопровод; 2 – газораспределительный пункт;
- 3 – турбодетандер (детандер-генераторный агрегат); 4 – электрогенератор;
- 5 – подводящий газопровод; 6 – выхлопной газопровод; 7 – газотурбинная установка, газовая турбина; 8 – турбокомпрессор; 9 – камера сгорания;
- 10 – электрический генератор; 11 – дожимной газовый компрессор (ДГК);
- 12 – промежуточный газоохладитель трубчатого типа; 13 – маслоохладитель трубчатого типа; 14 – электропривод.

В предложенной схеме, наряду с использованием энергии давления природного газа для выработки электроэнергии, полезно используется теплота замкнутого контура системы смазки дожимного газового компрессора (ДГК) путем подогрева природного газа,

отработавшего в турбодетандере, перед подачей его в топку энергокотлов. Кроме того, для повышения надежности работы детандер-генераторного агрегата предусматривается подогрев природного газа перед подачей его в турбодетандер в промежуточном газоохладителе трубчатого типа [4].

Рассмотрим вариант расширения Сызранской ТЭЦ [5] путем использования ДГА типа ГТРУ-4-1,2/0,2 производства ЗАО «НЗЛ», а также доукомплектование дожимного газового компрессора двумя дополнительными теплообменниками трубчатого типа.

Произведен теплотехнический расчет разработанной схемы и расчет экономической эффективности [6, 7].

Дополнительная установленная электрическая мощность:

$$N_{ДГА} = 0,75 \cdot 2,3 = 1,725 \text{ МВт.}$$

Число часов использования дополнительной установленной электрической мощности:

$$n_{\text{э}} = 5136 \text{ ч/год.}$$

Дополнительная годовая выработка электроэнергии

$$\Delta \mathcal{E}_{\text{ввР}} = N_{ДГА} \cdot n_{\text{э}} = 1,725 \cdot 5136 = 8859,6 \text{ МВт} \cdot \text{ч/год.}$$

Количество дополнительной теплоты, вносимой в топку энергетических котлов $\Delta Q_{\text{доп}}$, кДж/м³ за счет подогрева природного газа в промежуточном маслоохладителе трубчатого типа:

$$\Delta Q_{\text{доп}} = c_1 \cdot \Delta T \cdot \rho_{\text{Г}} \quad (1)$$

Изменение (уменьшение) расхода топлива ΔB , куб. м/с при сохранении режима работы котельного агрегата неизменным:

$$\Delta B = \frac{Q_{\text{К}}}{Q_{\text{Н}}^{\text{P}} \cdot \eta_{\text{К}}} - \frac{Q_{\text{К}}}{(Q_{\text{Н}}^{\text{P}} + \Delta Q_{\text{доп}}) \cdot \eta_{\text{К}}}, \quad (2)$$

где $\eta_{\text{К}}$ – КПД брутто котельного агрегата, $Q_{\text{К}}$ – полное количество теплоты, полезно используемое в котельном агрегате, $Q_{\text{Н}}^{\text{P}}$ – низшая теплота сгорания газообразного топлива, кДж/кг.

Примем число часов работы котельного агрегата: $n_{\text{К}} = 5136$ ч/год.

Дополнительный экономический эффект от подогрева природного газа нагретым маслом, циркулирующим в системе смазки ДГК:

$$\mathcal{E}_T = 3600 \cdot \Delta B \cdot n_K \cdot C, \quad (3)$$

где C – цена природного газа 3044,65 тыс. руб./куб. м.

Результаты расчетов выполненных по формулам (1) – (3) приведены в таблице. Анализ результатов расчетов позволяет сделать вывод о том, что применение предложенной схемы детандер-генераторной установки на Сызранской ТЭЦ повышает экономичность электростанции. Дополнительная выработка электроэнергии составляет 1,725 МВт, экономия топлива в денежном выражении за счет подогрева газа перед подачей его на горение в энергокотлы равна 453,235 тыс. руб./год.

Результаты расчета экономии топлива

Месяц	апрель	май	июнь	июль	август	сентябрь	октябрь
Температура газа на выходе из маслоохладителя, °С	22,12	31,06	35,86	37,66	35,46	29,56	21,59
Дополнительная теплота, вносимая в топку с топливом, кДж/кг	41,65	58,45	67,49	70,87	66,73	55,63	40,63
Изменение расхода топлива на котел, кг/с	0,00444	0,00623	0,00720	0,00756	0,00712	0,00593	0,00433
Месячная экономия топлива, м ³ /мес.	15449,1	21675,4	25020,3	26274,2	24741,6	20629,9	15072,4
Месячная экономия топлива, руб./мес.	47036,9	65994,1	76177,9	79995,8	75329,4	62810,8	45890,2

Список использованных источников

1. Цанев С. В., Буров В. Д., Ремезов А. Н. Газотурбинные и парогазовые установки тепловых электростанций. М. : Издательский дом МЭИ, 2009. 584 с.
2. Кудинов А. А. Горение органического топлива: учеб. пособие для вузов. М. : ИНФРА-М, 2015. 390 с.
3. Кириллин В. А., Сычев В. В., Шейндлин А. Е. Техническая термодинамика. М. : Издательский дом МЭИ, 2007. 472 с.
4. Пат. 2582377 (RU). МПК⁷ F 02 C 1/02. Способ работы детандер-генераторной установки электростанции / Кудинов А. А., Усов С. В. Б. И. № 12, 2016.

5. Усов С. В., Кудинов А. А. Анализ технико-экономических показателей Сызранской ТЭЦ после ее модернизации с установкой ПГУ-200 // Энергетик. 2013. № 12. С. 43–45.
6. Кудинов А. А. Техническая гидромеханика: учеб. пособие для вузов. М. : Машиностроение, 2008. 368 с.
7. Кудинов А. А. Строительная теплофизика: учеб. пособие для вузов. М. : ИНФРА-М, 2013. 262 с.

УДК 681.332

КОНСТРУКТИВНЫЕ ОСОБЕННОСТИ РЕЗЕРВУАРОВ СПГ, С ТОЧКИ ЗРЕНИЯ БЕЗОПАСНОГО И ЭФФЕКТИВНОГО ХРАНЕНИЯ КРИОГЕННЫХ ЖИДКОСТЕЙ

DESIGN FEATURES OF THE LNG STORAGE TANK FROM THE POINT OF VIEW OF SAFE AND EFFICIENT STORAGE OF CRYOGENIC LIQUIDS

Панина А. Н., Галиханова А. Р., Колпакова Н. В.
Уральский федеральный университет, г. Екатеринбург,
panina.an2011@yandex.ru, adelia.kut@yandex.ru

Panina A. N., Galihanova A. R., Kolpakova N. V.
Ural Federal University, Ekaterinburg

Аннотация: В работе представлены конструктивные особенности двух типа резервуаров для хранения сжиженных природных газов. В работе проанализирована целесообразность применения топливных емкостей для хранения СПГ с многослойной теплоизоляцией, с точки зрения минимизации теплопотерь и уменьшения эксплуатационных затрат.

Abstract: The paper presents the design features two main types of storage tanks for liquefied natural gases. This paper analyzes the feasibility of application of fuel LNG storage tanks with multi-layered insulation, from the point of view of minimizing heat loss and reduce operating costs.