

УДК: 662.7

**СИНТЕЗ-ГАЗ КАК ОСНОВА ИННОВАЦИЙ
В ПРОМЫШЛЕННОЙ ЭНЕРГЕТИКЕ****А.В. Пинчук¹, В.А. Пинчук², И.В. Таракановский²**¹Научно-технический центр «Протей»

194044, Россия, Санкт-Петербург, Большой Сампсониевский, 60А, avp@protei.ru

²Балтийский государственный технический университет

190005, Россия, Санкт-Петербург, 1-я Красноармейская, 1, var@vp7550.spb.edu

Аннотация

Непрерывно растущие потребности общества, как и общий технический прогресс, могут быть обеспечены в настоящее время лишь на базе опережающего развития фундаментальной науки. Действительно, лишь с учётом недавно выявленных Условий Внутреннего Энергетического Равновесия (УВЭР) материальных сред, наряду с прочим, представилось возможным концептуально обосновать и принципиальные направления совершенствования традиционных технологий переработки в синтез-газ (СГ) углеводородов различного состава (УВГ - метана и природного газа (ПГ), прежде всего). В работе с наиболее общих позиций обосновывается, что УВЭР, в настоящее время, не только указывают на принципиальные возможности коренных улучшений технологий переработки УВГ в синтез-газ, но обосновывают, тем самым, и реальные перспективы глубоких инноваций в области промышленной энергетики (ПЭ). По меньшей мере, в области одной из важных её составляющих – парка энергосиловых газовых турбин. Подтверждаются общие преимущества использования синтез-газа в составе топлива газовых турбин (ГТ) промышленного назначения, оцениваются состав и характер ожидаемых при этом изменений их технико-экономических показателей, уточняются параметры рабочего режима.

Ключевые слова: энергетика, синтез-газ, горение, метан, углеводороды

Введение

Известны химические технологии, обеспечивающие переработку различных по составу углеводородов (УГВ) - уголь, метан и природный газ, прежде всего, - в синтез-газ (СГ) – смесь окисла углерода (СО) и водорода (H₂).

Известны и предложения по использованию СГ в качестве горючего в составе топлива газовых турбин (ГТ) различного назначения [1, 2].

Высокий уровень связанных с переработкой УВ относительных энергозатрат (по существу на порядок, превышающий эндотермичность базовых реакций переработки) и, одновременно, сложность традиционных технологий производства СГ (высокий, превышающий 1000⁰С уровень рабочих температур, использование катализаторов и т.п.) уже изначально предопределили, к сожалению, невосприимчивость этих предложений. До сих пор, в этой связи, не выяснен даже общий характер изменений технико-экономических показателей ГТ, обусловленных использованием СГ в составе топлива. Остаются неизвестными общая целесообразность и практическая значи-

мость использования СГ, потребности и направления, необходимых в этом случае уточнений режимных параметров и условий их эксплуатации.

К настоящему времени, однако, ситуация изменилась. Прежде всего, в связи с принципиальным обоснованием возможностей упрощения технологий переработки УГВ в синтез-газ. Так, работами [3-11] теоретически обоснованы и лабораторными экспериментами [6-11] подтверждены неизвестные ранее возможности понижения рабочих температур процесса переработки (до 150-200⁰С), полного отказа от использования для её обеспечения катализаторов, уменьшения потребных энергозатрат вплоть до уровней, меньших показателей эндотермичности процесса. Иными словами, выявлением УВЭР создаётся основа для возможных инноваций и в области промышленной энергетики.

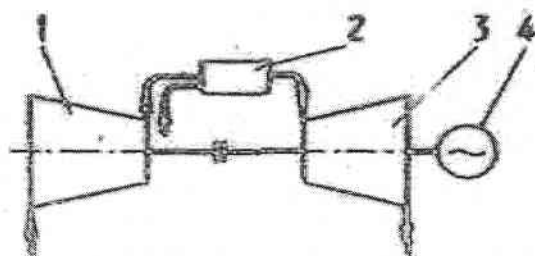
Отмеченные выше, однако, так и не решённые до настоящего времени задачи вновь приобретают, таким образом, особый интерес. На их решение и направлена настоящая работа. Статья базируется на работах авторов [3-11] и, по существу, представляет собой их продолжение и дальнейшее логическое развитие.

Характеристика подхода, система обеспечений

Общие условия

Рассмотрение в рамках настоящей работы будем проводить, ориентируясь на специфику работы турбин промышленного назначения, традиционно использующих в качестве горючего природный газ. В силу неопределённости состава ПГ будем проводить исследования, ориентируясь на свойства и характеристики метана (CH_4). Структурный состав ГТ такого типа представлен на рисунке 1.

Практическую значимость использования СГ в составе топлива газовых турбин как и необходимые, в этом случае, изменения параметров их рабочего режима, будем оценивать сопоставлением базовых технико-экономических показателей предлагаемой рынком газовой турбины промышленного назначения ГТ-160 [12] с условными показателями турбины той же выходной механической мощности, однако использующей, вместо природного газа (метана) в качестве горючего в составе топлива, синтез-газ или горючие смеси (ГС) на его основе.



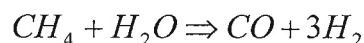
1 – компрессор, 2 – камера сгорания, 3 – турбина, 4 – потребитель энергии

Рис. 1 – Общий состав ГТ промышленного назначения

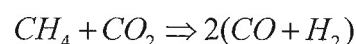
В качестве базовых показателей для сопоставления будем учитывать известные характеристики ГТ-160 [12]:

- ✓ топливо – воздух + природный газ (метан), выходная мощность - 157 Мвт;
- ✓ температура продуктов сгорания (ПС) на входе в турбину – 1333, 16К (1060 °С);
- ✓ массовый расход топлива – 509 кг/с и, наконец,
- ✓ относительный перепад давления ПС на турбине $\pi_T = 11,3$.

С учетом общих особенностей наиболее освоенной к настоящему времени технологии переработки УГВ в синтез-газ способами паровой



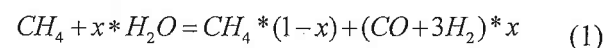
или углекислотной



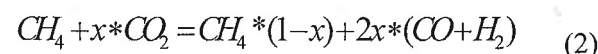
конверсии, принимаем во внимание синтез-газы $СГ_{ПК}$ и $СГ_{УКК}$ с различными (1:3 или 1:1) мольными соотношениями $CO:H_2$.

При рассмотрении будем учитывать и два вида горючих смесей в зависимости от состава входящего в их состав синтез-газа – горючую смесь ГС-1, содержащую синтез-газ $СГ_{ПК}$ (с мольным соотношением $CO:H_2 = 1:3$) и горючую смесь ГС-2, содержащую синтез-газ (с мольным соотношением $CO:H_2 = 1:1$).

Состав горючих смесей определим в соответствии с лежащими в основе их получения реакциями



или



для ГС-1 или ГС-2 соответственно.

Здесь x – степень конверсии CH_4 в $СГ_{ПК}$ или в $СГ_{УКК}$ согласно реакциям (1) или (2).

Энтальпия СГ и горючих смесей

В рамках используемого в работе концептуального подхода энтальпию CO , и/или H_2 – как составляющих СГ, а также энтальпию CH_4 – как компонента горючих смесей (см. Табл. 1), будем оценивать применительно к температуре $T = 293,16K$ (20°С) – начальной температуре отсчёта энтальпий в системе Ваничева [13].

Таблица 1

Компонент	CO	H_2	CH_4
Энтальпия H_j^0 , Дж / кг	-3946	0	-4678

Энтальпию синтез-газа (см. Таблицу 2) оцениваем выражением

$$H_i^0 = \sum_j n_{ij} \mu_j H_j^0 / \sum_j n_{ij} \mu_j. \quad (3)$$

Здесь: $i = CG_{ПК}, CG_{УКК}$; $j = CO, H_2$;

n_{ij}, μ_j, H_j^0 – число молей, молярная масса и энтальпия j -го компонента в составе i -го СГ.

Таблица 2

Синтез-газ	$CG_{ПК}$	$CG_{УКК}$
Энтальпия, Дж/кг	-3249,6	-3682,9

Энтальпию горючих смесей ГС-1 и ГС-2 в зависимости от «х» - степени преобразования

в синтез газ ($CG_{ПК}$ - согласно реакции (1) и $CG_{УКК}$ - согласно реакции (2)) оцениваем зависимостями

$$H_{ГС-1}^0 = H_{CH_4}^0 * (1-x) + x * H_{CG_{ПК}}^0 \quad (4)$$

и

$$H_{ГС-2}^0 = [H_{CH_4}^0 * (1-x) + 2x * H_{CG_{УКК}}^0] / (1+x) \quad (5)$$

для горючих смесей ГС-1 и ГС-2 соответственно.

Конкретные результаты полученных таким образом оценок энтальпии представлены на рисунке 2. Здесь и далее прерывистой линией отмечается уровень параметра, соответствующий ГТ-160.

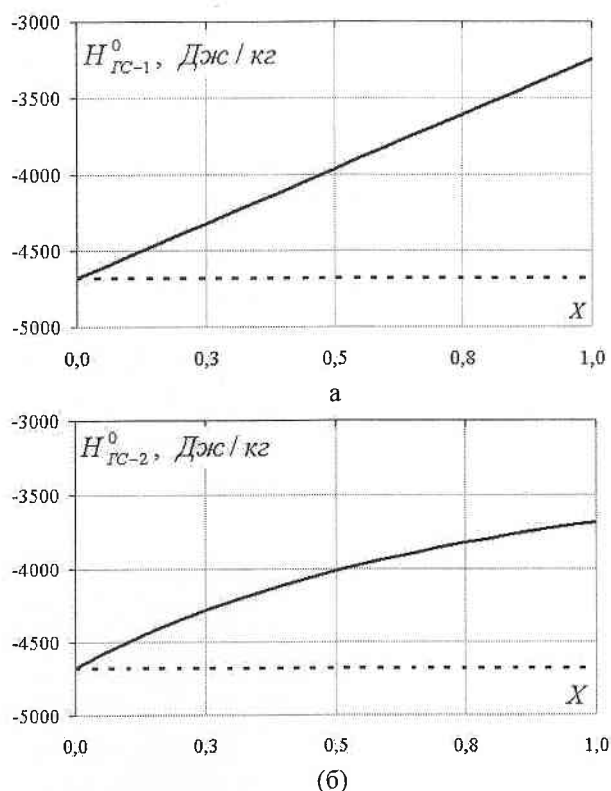


Рис. 2 – Зависимости $H_{ГС-1}^0 = f(x)$ - (а); $H_{ГС-2}^0 = f(x)$ - (б)

Как и следовало ожидать, полученные зависимости указывают, что, как в одном, так и в другом случае, с ростом степени преобразования метана в СГ энтальпия горючих смесей также увеличивается.

Условные формулы ГС

Условные формулы (УФ) [13] составов горючих смесей ГС-1 и ГС-2 (см., Таблицу 3)

устанавливаем с учётом реакций (1), (2), положенных в основу их формирования.

Таблица 3

ГС	Структура ГС	УФ
ГС-1	$CH_4 * (1-x) + (CO + 3H_2) * x$	$CO_x H_{4+2x}$
ГС-2	$CH_4 * (1-x) + 2(CO + H_2) * x$	$C_{1+x} O_{2x} H_4$

Массовое соотношение $k_m = \dot{m}_{\text{гозо}} / \dot{m}_{\text{ГС}} = f(x)$

Массовые соотношения $k_m = \dot{m}_{\text{гозо}}^{\text{ГС}} / \dot{m}_{\text{ГС}} = f(x)$, $\text{ГС} \subset (\text{ГС}-1, \text{ГС}-2)$, $x \in (0,1)$ топливных компонентов для случаев использования в качестве горючего, вместо ПГ, горючих смесей ГС-1 и/или ГС-2, соответствующие температуре продуктов сгорания (ПС) $T_{\text{ПС}} = 1333\text{K}$ при давлении $p = 1,13\text{MPa}$ (температура и давление ПС на входе в турбину ГТ-160) [12]), представлены графиками Рис. 3 и устанавливались, с учётом (2.1)-(2.3), результатами термодинамического расчёта.

Обращает на себя внимание, что во всём диапазоне варьирования $x \in (0,1)$ при использовании в качестве горючего смеси ГС-1

(композиция на основе $\text{СГ}_{\text{ПК}}$) так и смеси ГС-2 (композиция на основе $\text{СГ}_{\text{УКК}}$) уровни k_m по отношению к его значению в случае использования метана (или природного газа, как для ГТ-160) оказываются меньшими. Более того, в обоих случаях с ростом «х» наблюдаемые различия между сопоставляемыми величинами также растут. Отмеченное, тем не менее, представляется естественным и объясняется, при учитываемом условии $T_{\text{ПС}} = 1333\text{K} = \text{Const}$, наличием в составах собственно горючих смесей ГС-1 (условная формула $\text{CO}_x\text{H}_{4+2x}$) и ГС-2 (условная формула $\text{C}_{1+x}\text{O}_{2x}\text{H}_4$) окисляющего элемента кислорода (который в составе природного газа и метана (CH_4), обратите внимание, отсутствует.

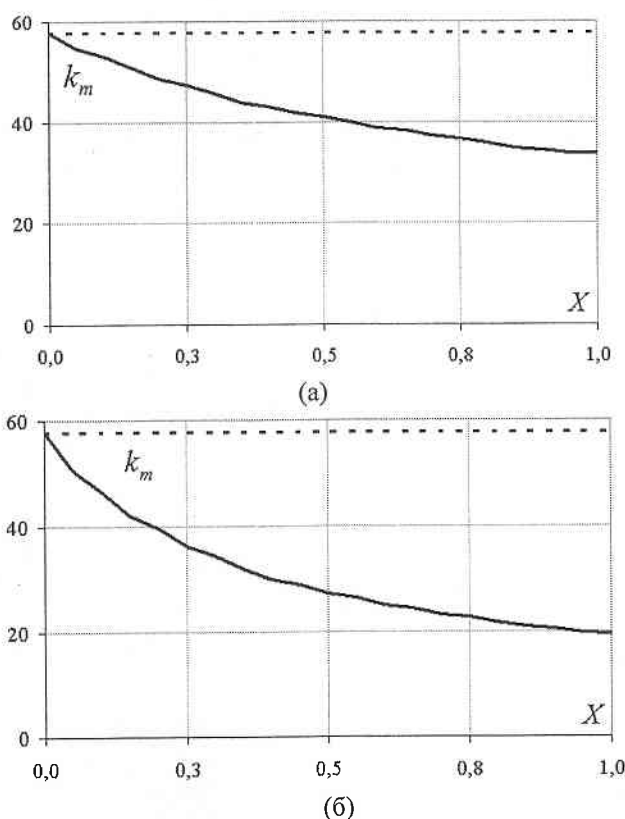


Рис. 3 – Зависимости $k_m = \dot{m}_{\text{гозо}} / \dot{m}_{\text{ГС}} = f(x)$, ГС-1-(а); ГС-2-(б) соответственно

Адиабатическая работа ПС

Для каждого из исследуемых вариантов использования смесей ГС-1 и ГС-2 в качестве горючего оценивалась удельная адиабатическая работа продуктов сгорания на турбине. Работа, при соответствующих ГТ-160 температуре $T_{\text{ПС}} = 1333\text{K}$ и перепаде давления про-

дуктов сгорания $\pi_T = 11,3$ на турбине, оценивалась соотношением:

$$L_{\text{ad}} = \frac{k}{k-1} (RT) \left[1 - \frac{1}{\pi_T^{(k-1)/k}} \right] = f(x). \quad (6)$$

Состав продуктов сгорания оценивался при этом в каждом конкретном случае результатами термодинамического расчёта (зависимости $L_{ad}=f(x)$ см. на Рис. 4).

В (6): L_{ad} – удельная адиабатическая работа ПС на турбине; k – показатель адиабаты; $\pi_T = 11,3$ – срабатываемый на турбине пере-

пад давления ПС; R – газовая постоянная как функция состава ПС.

Обратим внимание, что именно различиями в уровнях газовой постоянной ПС обуславливаются, при прочих равных условиях, наблюдаемые различия в характере зависимостей $L_{ad}=f(x)$ для учитываемых рассмотрением горючих смесей.

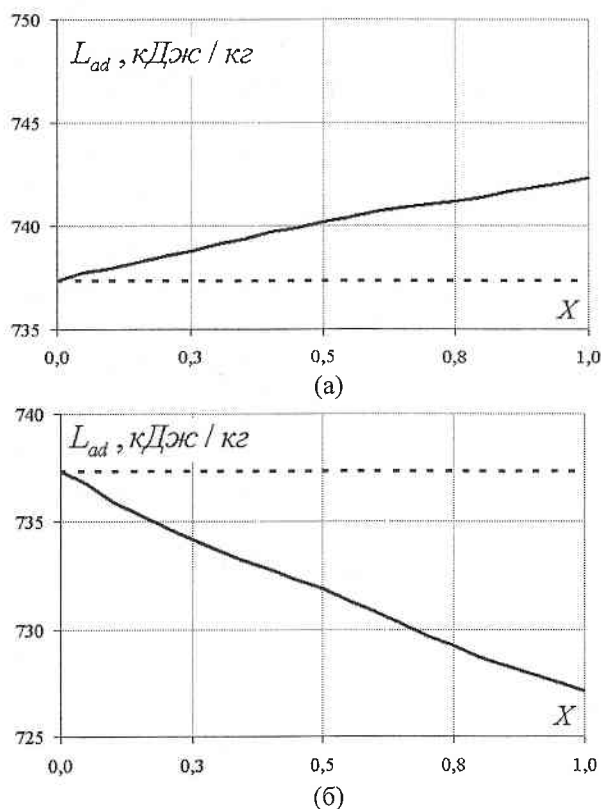


Рис. 4 – Зависимости $L_{ad}=f(x)$ для ГС-1 – (а); ГС-2 – (б)

Ожидаемый характер изменений ТЭП

Общее условие

Уточнение характера ожидаемых изменений технико-экономических и режимных показателей (ТЭП) турбины, обуславливаемых переходом на использование в качестве горючего в составе топлива ГТ, вместо природного газа, горючих смесей на основе СГ (ГС-1 и/или ГС-2) проводились с учётом необходимости обеспечения соответствующей ГТ-160 выходной мощности ($N_{вал} = 157$ Мвт [12]) и неизменяемости свойственных ГТ-160 удельных затрат мощности на компримирование воздуха ($C_{комп}^*$). К затратам мощности на компримирование воздуха условно относились при этом, и все прочие, связанные с функционированием турбин, энергетические потери.

Суммарный расход ПС

Отмеченные допущения позволяют, таким образом, записать, что

$$\dot{m}_{\Sigma} L_{ad} = N_{вал}^* + N_{комп} \quad (7)$$

Здесь: $\dot{m}_{\Sigma}$ – общий расход продуктов сгорания через турбину; L_{ad} – удельная адиабатическая работа ПС сгорания на турбине согласно (6); $N_{вал}^*$ – выходная механическая мощность; $N_{комп}$ – общие затраты мощности на компримирование воздуха. Здесь и далее надстрочным (*) помечаются значения параметров, отвечающие характеристикам ГТ-160.

Выражение (7) переписывается и как

$$\begin{aligned} \dot{m}_{\Sigma} L_{ad} &= N_{вал}^* + \left(\frac{N_{комп}}{\dot{m}_{возд}} \right)^* \dot{m}_{\Sigma} \frac{k_m}{k_m + 1} = \\ &= N_{вал}^* + C_{комп}^* \dot{m}_{\Sigma} \frac{k_m}{k_m + 1}, \end{aligned} \quad (8)$$

откуда

$$\dot{m}_{\Sigma} = \frac{N_{вал}^*}{L_{ad} - N_{комп}^* \frac{k_m}{k_m + 1}}. \quad (9)$$

Значение $C_{комп}^* = Const$, Дж / кг оценивается в этом случае известными характеристиками ГТ-160 [12] как

$$C_{комп}^* = \frac{(\dot{m}_{\Sigma}^* L_{ad}^* - N_{вал}^*)(k_{m+1}^* + 1)}{\dot{m}_{\Sigma}^* k_m^*}. \quad (10)$$

Уравнение (9) при отмеченных выше ограничениях с учётом полученных выше зависимостей $k_m = \dot{m}_{возд} / \dot{m}_{ГС} = f(x)$, и

$$L_{ad} = \frac{k}{k-1} (RT) \left[1 - \frac{1}{\pi_f^{(k-1)/k}} \right] = f(x) \quad \text{позволяет,}$$

таким образом, оценить ожидаемый характер зависимостей $\dot{m}_{\Sigma} = f(x)$ для случаев использования в качестве горючего как горючей смеси ГС-1, так и ГС-2 (см. Рис 5).

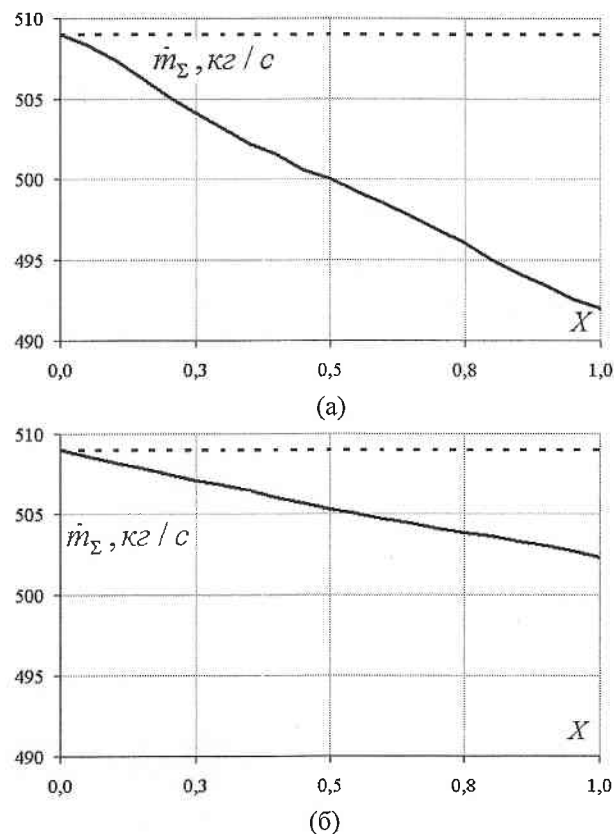


Рис. 5 – Зависимости для $\dot{m}_{\Sigma} = f(x)$, ГС-1 (а), ГС-2 (б)

Обратим внимание, что, согласно зависимостям Рис. 5, при переходе на использование в качестве горючего как горючей смеси ГС-1, так и горючей смеси ГС-2, необходимый суммарный расход топлива (рабочего тела) для обеспечения соответствующей ГТ=160 выходной мощности с ростом «х» уменьшается.

Расход горючей смеси

Определённо, что существенный интерес, с экономической точки зрения в том чис-

ле, представляют зависимости для расходов горючей смеси $\dot{m}_{ГС}$. Конкретные зависимости расходов горючей смеси как функция «х» согласно выражению

$$\begin{aligned} \dot{m}_{ГС}(x) &= \dot{m}_{\Sigma}(x) / (k_m(x) + 1), \\ ГС &\subset (ГС-1, ГС-2) \end{aligned} \quad (11)$$

представлены графиками Рис. 6.

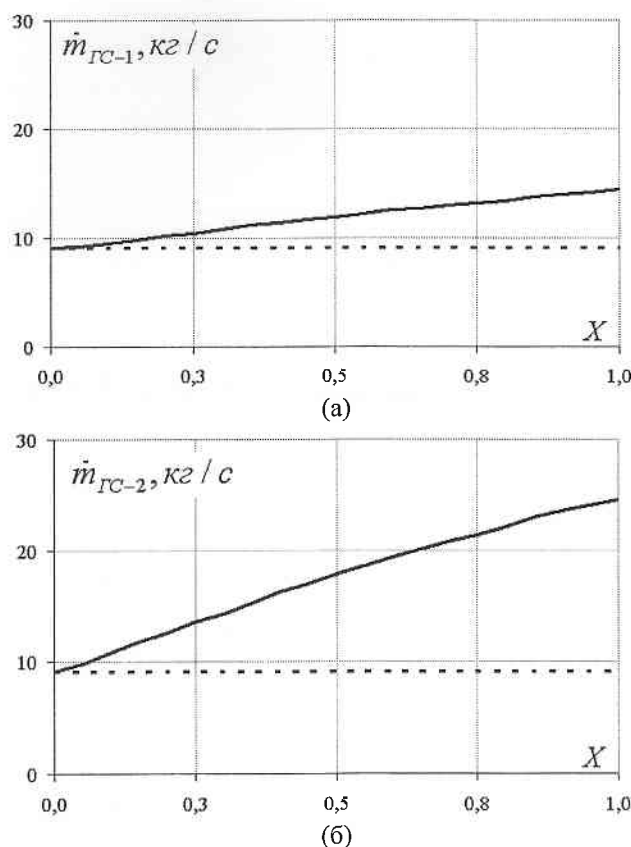


Рис. 6 – Зависимости $\dot{m}_{GC} = f(x)$, GC-1 – (а), GC-2 – (б))

Зависимостями на Рис. 6 обнаруживается, таким образом, что потребный для обеспечения соответствующей ГТ-160 выходной мощности расход горючей смеси (как одного, так и другого из рассматриваемых состава) с ростом «х» - степени конверсии метана в синтез-газ, при прочих равных условиях, увеличивается.

Расход CH_4 в составе ГС

К сожалению, согласно Рис. 6, расход горючей смеси $\dot{m}_{GC} = f(x)$ с ростом «х», в отличие от суммарного расхода топлива $\dot{m}_{\Sigma} = f(x)$, также увеличивается. Тем больший интерес приобретает, в этой связи, оценка долевого массового содержания метана в массовом расходе горючих смесей ГС-1 и ГС-2.

Примем во внимание, что суммарный расход CH_4 в составе горючей смеси топлива можно рассматривать как

$$\dot{m}_{CH_4}^{\Sigma} = \dot{m}_{CH_4} + \dot{m}_{CH_4}^{GC} = \dot{m}_{GC} \left(\frac{\dot{m}_{CH_4} + \dot{m}_{CH_4}^{GC}}{\dot{m}_{GC}} \right),$$

$$GC \subset (GC-1, GC-2)$$

или даже как

$$\dot{m}_{CH_4}^{\Sigma} = \dot{m}_{GC} * g_{CH_4}^{GC}. \quad (12)$$

В (12): где: $\dot{m}_{CH_4}$ – расход метана как таковой (не переработанного в СГ) в составе горючей смеси; $\dot{m}_{CH_4}^{GC}$ – расход метана, затраченного на производство СГ (СГ_{ПК} или СГ_{УКК}) в составе горючих смесей; $g_{CH_4}^{GC}$ – относительное содержание метана (доля), затраченного на подготовку горючих смесей $GC \subset (GC-1, GC-2)$.

Значения относительного содержания CH_4 в составе ГС-1, с учетом реакции (1), оценивались согласно зависимости

$$g_{CH_4}^{GC-1} = \frac{\mu_{CH_4}}{\mu_{CH_4} + x * \mu_{H_2O}}. \quad (13)$$

Для оценок $g_{CH_4}^{GC-2}$ с учётом (2), использовалось выражение

$$g_{CH_4}^{GC-2} = \frac{\mu_{CH_4}}{\mu_{CH_4} + x * \mu_{CO_2}}. \quad (14)$$

В (13), (14): $\mu_{CH_4}, \mu_{H_2O}, \mu_{CO_2}$ – молярные массы CH_4, H_2O, CO_2 ; x – степень конверсии метана в СГ согласно реакциям (1), (2). Конкретные результаты оценок $g_{CH_4}^{GC-1}, g_{CH_4}^{GC-2} = f(x), x \in (0,1)$ представлены графиками Рис. 7.

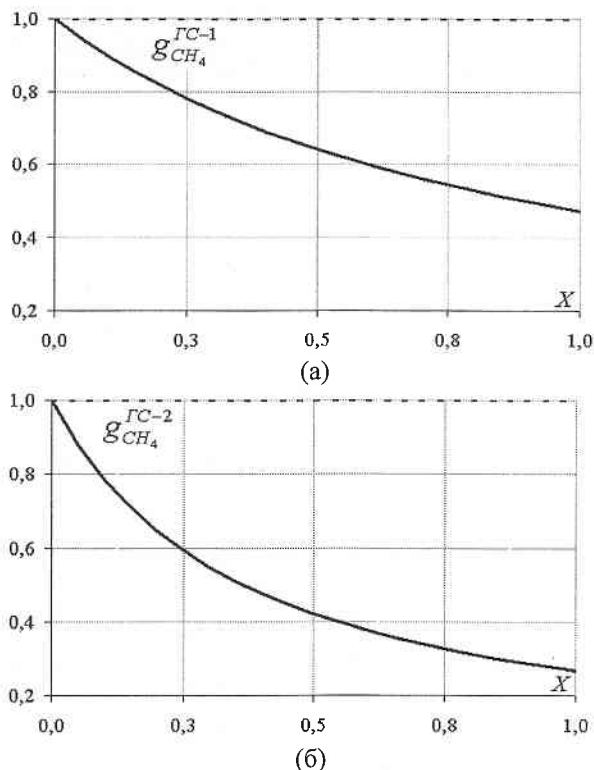


Рис. 7 – Зависимости $g_{CH_4}^{GC-1} = f(x)$ – (а); $g_{CH_4}^{GC-2} = f(x)$ – (б)

Обнаруживается, таким образом, что, в отличие от $\dot{m}_{GC} = f(x)$ – Рис. 6 – относительное содержание (доля) метана в составе горючей смеси (Рис. 7) с ростом x уменьшается.

Характер зависимости от « x » суммарного массового расхода метана в составе горючей смеси (и топлива) остается, таким образом, не выявленным. Он уточняется согласно выражению (12) учетом зависимостей $\dot{m}_{GC} = f(x)$ – (Рис. 6) и $g_{CH_4}^{GC-1} = f(x)$ – Рис. 7 и представлен графиками Рис. 8.

Массовый расход воздуха в составе топлива на основе СГ

Оценки необходимого массового расхода воздуха при использовании СГ в составе топлива газовых турбин проводились, при учиты-

ваемых в работе ограничениях, согласно выражению

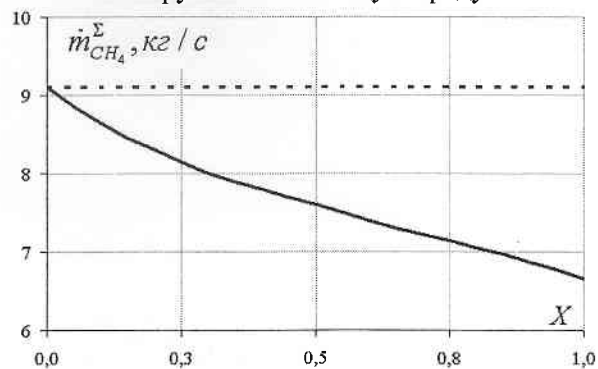
$$\dot{m}_{возд} = \dot{m}_{GC} * k_m \quad (15)$$

и представлены зависимостями Рис. 9.

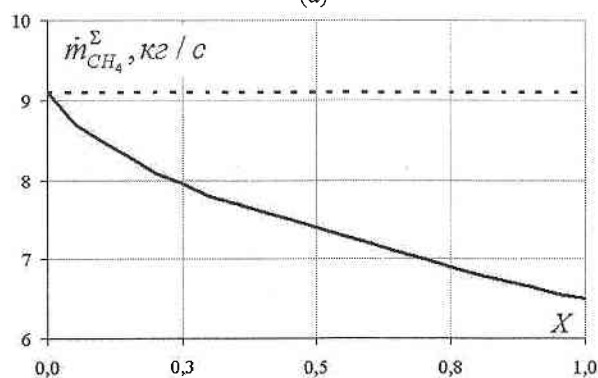
Зависимости обнаруживают снижение потребного расхода воздуха при переходе на использование СГ в составе топлива. Отметим, в связи с этим, что отмечаемый характер изменения требуемого расхода воздуха $\dot{m}_{возд}$ при переходе на использование в составе топлива СГ представляется практически значимым.

Действительно, воздух, как поставщик кислорода, не только обеспечивает необходимые условия для процесса горения в камере, но и поставляет в её объем азот. Именно этим обеспечиваются, в конечном счёте, условия для образования в составе продуктов сгорания в камере окислов азота, прежде всего оказы-

вающих пагубные воздействия на окружающую среду.

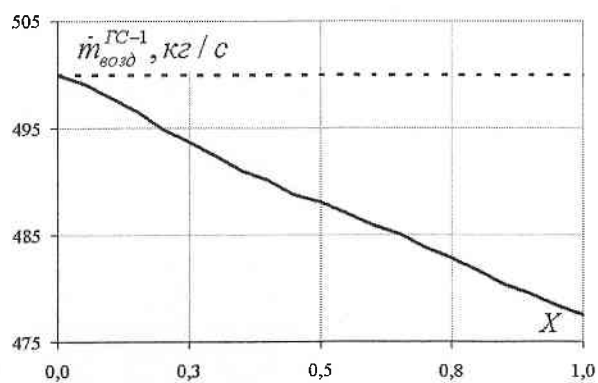


(а)

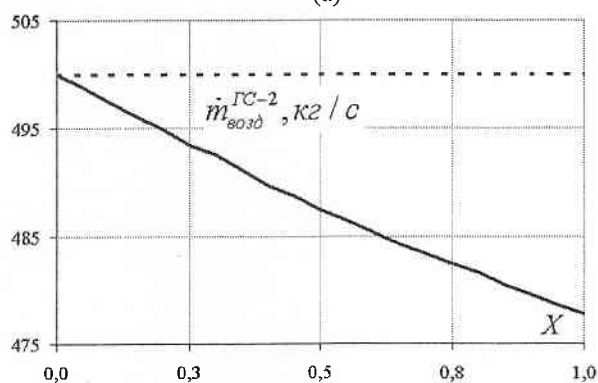


(б)

Рис. 8 – Зависимости $\dot{m}_{CH_4}^{\Sigma} = f(x)$, ГС-1 – (а); ГС-2 – (б)



(а)



(б)

Рис. 9 – Зависимости $\dot{m}_{CO_2} = \dot{m}_{TC} * k_m = f(x)$, для ГС-1 – (а) and ГС-2 – (б)

Иными словами, обнаруживаемое снижение потребного расхода воздуха при переходе на использование в качестве горючего, вместо CH_4 (или ПГ), горючих смесей на основе СГ, отражает собой, в первую очередь, экологический интерес.

Мощность турбины

Обратим внимание и на факт, что расход воздуха при прочих равных условиях, опреде-

ляет и полную (тотальную) мощность турбины N_{Σ}^{IT} .

Действительно, суммарная мощность газовой турбины промышленного назначения N_{Σ}^{IT} (общая или "total Power") определяется, в числе прочих, не только выходной мощностью $N_{\text{вал}}$, но и затратами мощности $N_{\text{комп}}$ на компримирование воздуха.

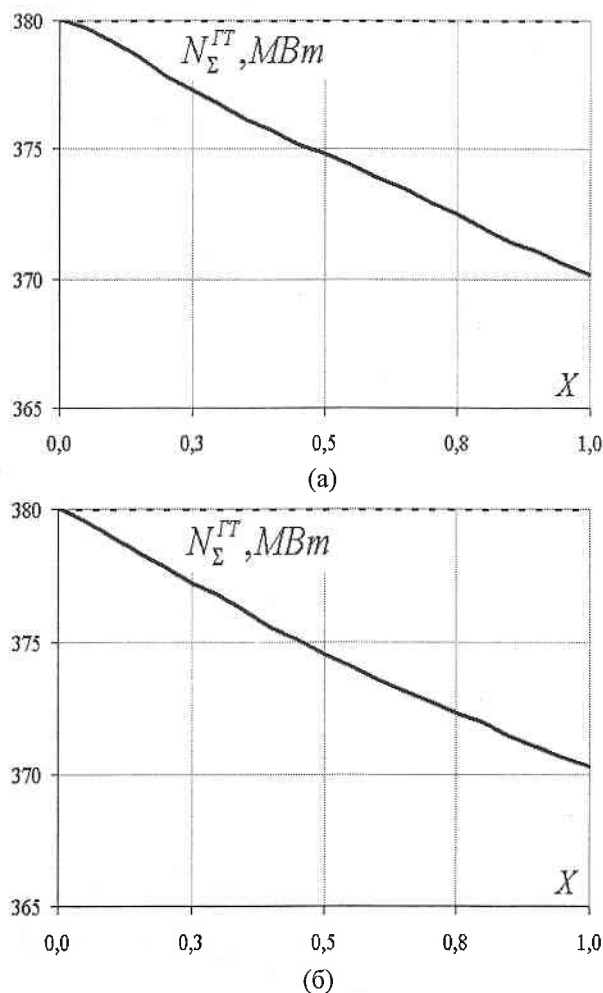


Рис. 10 – Зависимость $N_{\Sigma}^{IT} = f(x)$, для ГС-1 – (а); ГС-2 – (б)

При совокупном отнесении к затратам мощности на компримирование воздуха собственных турбинам вообще энергетических потерь (что в рамках концептуального подхода вполне допустимо и используется в настоящей работе) возможно считать, что

$$N_{\Sigma}^{IT} = \dot{m}_{\Sigma} L_{ad} = N_{\text{вал}}^* + N_{\text{комп}}. \quad (16)$$

Или, с учётом 3.2,

$$\begin{aligned} N_{\Sigma}^{IT} &= N_{\text{вал}}^* + C_{\text{комп}}^* \cdot \dot{m}_{\text{возд}} = \\ &= N_{\text{вал}}^* + C_{\text{комп}}^* \cdot \dot{m}_{\Sigma} \cdot \frac{k_m}{k_m + 1}. \end{aligned} \quad (17)$$

Здесь: $C_{\text{комп}}^* = \text{Const}$ и оценивалась согласно (10). Результаты оценок $N_{\Sigma}^{IT} = f(x)$, представлены Рис. 10, для ГС-1 – (а), ГС-2 – (б) соответственно.

Степень целевого использования $N_{\Sigma}^{ГТ}$

Выражением

$$\eta_{эфф}^{ГТ} = \frac{N_{вал}^*}{N_{\Sigma}^{ГТ}} \quad (18)$$

введём в рассмотрение, наконец, степень целевого использования суммарной мощности турбины (Рис.11).

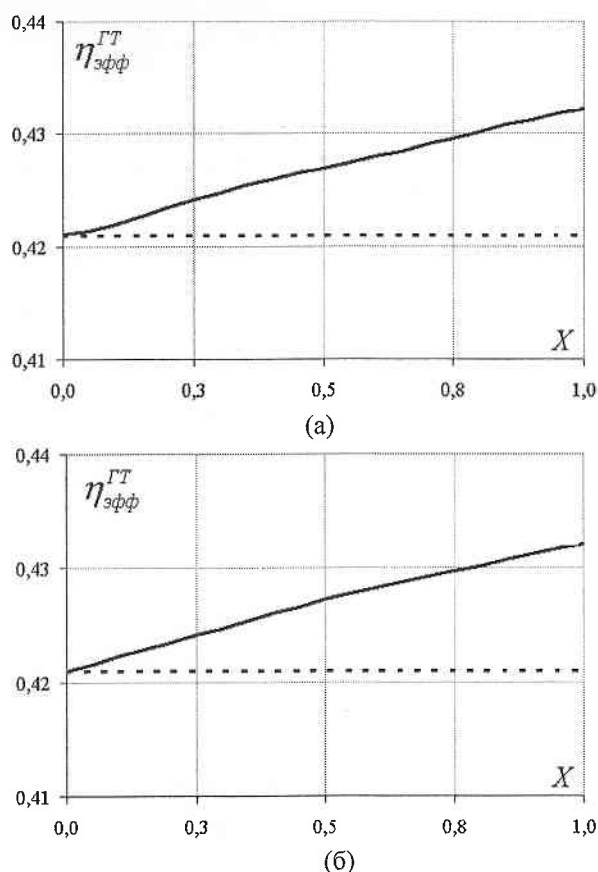


Рис. 11 – $\eta_{эфф}^{ГТ} = f(x)$, для ГС-1 – (а); ГС-2 – (б)

В (18): $N_{вал}^* = 157 \text{ МВт}$ (выходная мощность ГТ-160 [12]).

Отметим, что величина $\eta_{эфф}^{ГТ}$ при прочих равных условиях представляется весьма значимой характеристикой. Её величина, в числе прочих параметров отражает, по существу, степень конструктивного и энергетического совершенства турбины, обуславливает её массу, материалоемкость а, следовательно, и затраты на изготовление.

Результаты оценок и в этом случае убедительно свидетельствуют, таким образом, в пользу очевидных преимуществ перехода на использование в составе топлива газовых турбин промышленно назначения синтез-газа (производимого в данном случае способами паровой СГ_{ПК} или углекислотной СГ_{УКК} конверсии).

Выводы

В работе с наиболее общих позиций обосновывается, таким образом, что прогнозируемая Условиями Внутреннего Энергетического Равновесия [3-11] возможность коренных улучшений технологий переработки УВГ в синтез-газ, одновременно указывает и на реальные перспективы глубоких инноваций в области промышленной энергетики (ПЭ). По меньшей мере, в области одной из важных её составляющих – парка энергосиловых газовых турбин.

Результатами подтверждаются общие преимущества использования синтез-газа в составе топлива газовых турбин (ГТ) промышленного назначения, оценивается состав и общий характер ожидаемых изменений технико-экономических показателей ГТ, определяющих параметров их рабочего режима.

Оценка целесообразности использования синтез газа в составе топлива ГТ реактивных энергосиловых установок средств авиации, как и конкретизация условий для реализации инноваций в целом, требует, однако, дополнительных, теоретического и, прежде всего, экспериментального характера, целенаправленных исследований.

Полученные результаты дополнительно подтверждают определяющий вклад фундаментальной науки, в том числе, если не, прежде всего, в обеспечение непрерывно возрастающих жизненно важных потребностей общества и технического прогресса в целом.

Литература

1. Ноздратенко Г.В. Эффективность применения в энергетике КАТЭКа экологически перспективных энерготехнологических блоков электростанций с новыми технологиями использования угля // Новосибирск: НЭТИ. 1992. 292 с.
2. Печенегов Ю.Я. Моделирование и расчёт теплообмена одно- и двухфазных систем в трубчатых аппаратах (применительно к процессам термической переработки измельчённого твёрдого топлива): Диссертация на соискание учёной степени доктора технических наук // Саратов: СПИ. 1988. 585 с
3. Pintchuk V.A. The nature and energy sources of the Ball Lightning // In: Moscow 95, Proceedings of 24th Int. Electric Propulsion Conf., Paper IEPC-95-233. Moscow. September 19-23. 1995. P. 1-11.
4. Pinchuk V.A. Once more about anomalies physics // In: Jerzy Moscinsski, Marcin Maciazek (ed). Gliwice, Poland 2005, Proceedings of Int. Conf. on Engineering Education, vol 2. Silesian University of Technology, - Gliwice, Poland 2005. P. 800-814.
5. Пинчук А.В., Пинчук В.А. Зарядовый канал возбуждения реакций при горении // Горение и плазмохимия. 2007. Том 5, № 4. С. 307-319.
6. Пинчук А.В., Пинчук В.А. Концепция мутации составов материальных сред как процесс, возбуждаемый зарядовыми воздействиями // РАН. Труды Академэнерго. 2008. № 2. С. 101-113.
7. Пинчук А.В., Пинчук В.А. К вопросу о мутации составов материальных сред как процессе, возбуждаемом зарядовыми воздействиями // Вестник Балтийского государственного университета. 2008. № 2. С. 50-59.
8. Pinckuk A.V., Pinchuk V.A. The Formations with Surplus Charge: Nature and Influence upon Burning Process Stability // 6th Int Seminar on Flame Structure. Book of Abstracts. - Brussels, Belgium. 2008. P; 60.
9. Пинчук А.В. Условия внутреннего энергетического равновесия как объект экспериментальных исследований // Мат-лы Межд. науч-техн. конф. «Четвертые Уткинские чтения». (Санкт-Петербург. 21-22 мая 2009 г.) под ред. А.Ф. Уткина. - СПб. БГТ. 2009. Том 2. С. 6-9.
10. Пинчук А.В., Пинчук В.А. Шаровая молния: физические основы, концепция представлений // СПб. Изд-во БГТ. 2010. 98 с.
11. Пинчук А.В., Пинчук В.А. Эксплуатационные характеристики тепловых энергопреобразователей: ресурсы обеспечения // Мат пленарного заседания V Всерос. науч-техн. конф. «Проблемы и перспективы развития авиации, наземного транспорта и энергетики». Казань: Изд-во Казан. Гос. техн. ун-та. 2009. С. 65-85.
12. Technical Proposal (LMZ Production) Gas Turbine Unit GTE-160 P.9.
13. Штехер М.С., Топлива и рабочие тела ракетных двигателей // Москва: Машиностроение. 1976. 301 с.

Дата поступления 25 августа 2012 г.

SYNTHESIS GAS AS BASE FOR INNOVATIONS OF INDUSTRIAL POWER ENGINEERING

A.V. Pinchuk¹, V.A. Pinchuk², I.V. Tarakanovski²

¹Scientific&Technical Center "Protei"

194044, Russia, Saint-Petersburg, Bolshoi Sampsonievcki, 60A, avp@protei.ru

²Baltic State Technical University

190005, Russia, Saint-Petersburg, 1st Krasnoarmejskaja, 1, vap@vp7550.spb.edu

Annotation

Incessantly increasing the necessities of life as well as common technical progress at the present time can be provided only on the base of outstripped progress of fundamental sciences. Indeed, only with taking into account of having been recently revealed of Internal Energy Equilibrium Conditions (IEEC) of material media

it is found to be possible conceptually to substantiate the possibilities for deep perfection of traditional technologies of treatment into synthesis gas of various hydrocarbons (HCs) (of methane or of natural gas first). In this work from the most common positions it is substantiated that at present by IEEC it is not only shown to the principally new possibilities for perfection of hydrocarbons treatment technologies but is also created the base for deep innovations in field of industrial power engineering (of the power gas turbines fleet as the most important one's component, at least). In the paper in this connection advantages of usage of synthesis gas (instead of the natural one) in compound of fuel for power gas turbines are substantiated, composition and common character of waited in this connection changes of the ones' technical and economical indices are estimated, working regime parameters are specified.

СИНТЕЗ-ГАЗ ӨНЕРКӘСІПТІК ЭНЕРГЕТИКАДАҒЫ ИННОВАЦИЯНЫҢ НЕГІЗІ

А.В. Пинчук¹, В.А. Пинчук², И.В. Таракановский²

¹ «Протей» ғылыми-техникалық орталығы

194044, Ресей, Санкт-Петербург, Үлкен Сэмпсон, 60А, avp@protei.ru

² Балтық мемлекеттік техникалық университеті

190005, Ресей, Санкт-Петербург, 1-я Красноармейск, 1, var@vp7550.spb.edu

Аннотация

Қоғам қажеттіліктерінің үздіксіз өсуі мен жалпы техникалық прогресс қазыргі таңда базада іргелі ғылымның озық дамуын қамтамасыз етуі мүмкін. Материалдардың Энергетикалық Ішкі Тепе-теңдік Жағдайлары (ЭІТЖ) бойынша жақында анықталынған мәліметтері әртүрлі құрамды көміртектер (ең алдымен, көмірсутек газдар, табиғи газ бен метан) синтез-газдағы өңдеудің дәстүрлі технологияларының бағыттарын жасау мен тұжырымдамаларын дәлелдеу алға қойылды. Жұмыста жалпы позиция ЭІТЖ қазіргі таңда синтез-газдағы көмірсутек газдарды өңдеу технологиясын жақсартудың түбегейлі мүмкіндіктерін ғана көрсетпейді, сонымен қатар, өнеркәсіптік энергетика аудандарындағы нақты перспективті инновацияларға негізделеді. Ең көп дегенде, ауданда оны құраушы маңыздылардың бірі – энергиялы газды трубиналар. Өнеркәсіптік мақсаттағы газды трубиналардың жанармайының құрамындағы синтез-газды қолданудың жалпы пайдасы расталады, олардың технико-экономикалық сипаттамаларын өзгеруі кезіндегі құрамы мен сипаттамалары бағаланады, жұмыс режимінің параметрлері нақтыланады.