
УДК 621.316

О.А. МАНАКОВА, студент гр. 2124 (Самарский университет)
О.В. ТРЕМКИНА, аспирант кафедры теплотехники и тепловых
двигателей (Самарский университет)
Научный руководитель Д.А. УГЛНОВ, к.т.н., доцент (Самарский
университет)
г. Самара

**РАСЧЕТНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ХАРАКТЕРИСТИК
ЭНЕРГЕТИЧЕСКОГО КОМПЛЕКСА НА СПГ,
ИНТЕГРИРОВАННОГО С ВОЗДУХОРАЗДЕЛИТЕЛЬНОЙ
УСТАНОВКОЙ И НИЗКОТЕМПЕРАТУРНЫМИ СИЛОВЫМИ
УСТАНОВКАМИ**

Согласно современным требованиям экологии перед инженерами и учеными стоят задачи о нахождении способ уменьшения выбросов парниковых газов в атмосферу, состоящих из оксидов азота и углерода (NO_x , CO_2 , CO). Так как кислород является окислителем в реакции горения метана, в данной работе предлагается идея изменения топливно-воздушной смеси с целью сохранения мощности при уменьшении выбросов вредных веществ. Идея заключается в том, что в составе воздушной смеси процент кислорода выше номинального. Исходя из того, что при сжигании более богатой кислородом смеси удельная теплота, подведенная к циклу, будет выше, следовательно, вырабатываемая мощность установки возрастет. Также при добавлении кислорода при общем расходе воздуха процентная доля азота будет сокращена, следовательно, после процесса горения доля вредных веществ (NO_x) будет ниже, чем в случае изначальной топливно-воздушной смеси. В случае сохранения нового расхода, который получится в следствии дополнительного добавления кислорода, мощность установки возрастет.

Дополнительный кислород технологически выделяется из воздухоразделительной установки (рис.1) [1], также выделяется аргон, который тоже можно задействовать в установке. Таким образом получено 3 схемы вспомогательной энергетической установки (рис. 2,3,4).

Кроме того, сжиженный природный газ (М1-М4) регазифицируясь в воздухоразделительной установке (рис.1), попадает во вспомогательную энергетическую установку (рис.2,3,4), где с помощью этапа многоступенчатого расширения появилась возможность получить дополнительную мощность [2].

**IV Всероссийская молодежная
научно-практическая конференция «ЭНЕРГОСТАРТ»
18-20 ноября 2021 года**

123-2

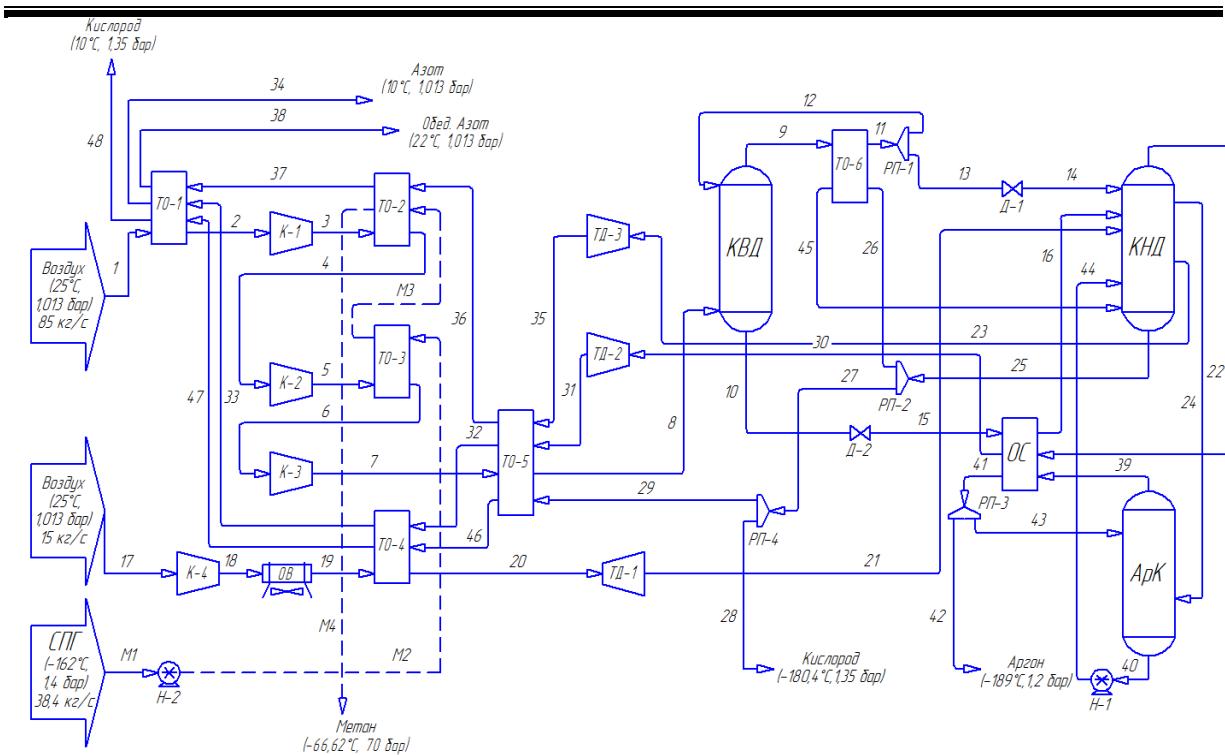


Рисунок 1 – Принципиальная схема воздухоразделительной установки
КВД – колонна высокого давления; КНД – колонна низкого давления;
АрК – аргонная колонна; ОВ – охладитель воздуха; ОС – охлаждаемая
среда; ТО – теплообменник; ТД – турбодетандер; Д – дроссель; К –
компрессор; Н – насос; РП – разделение потоков.

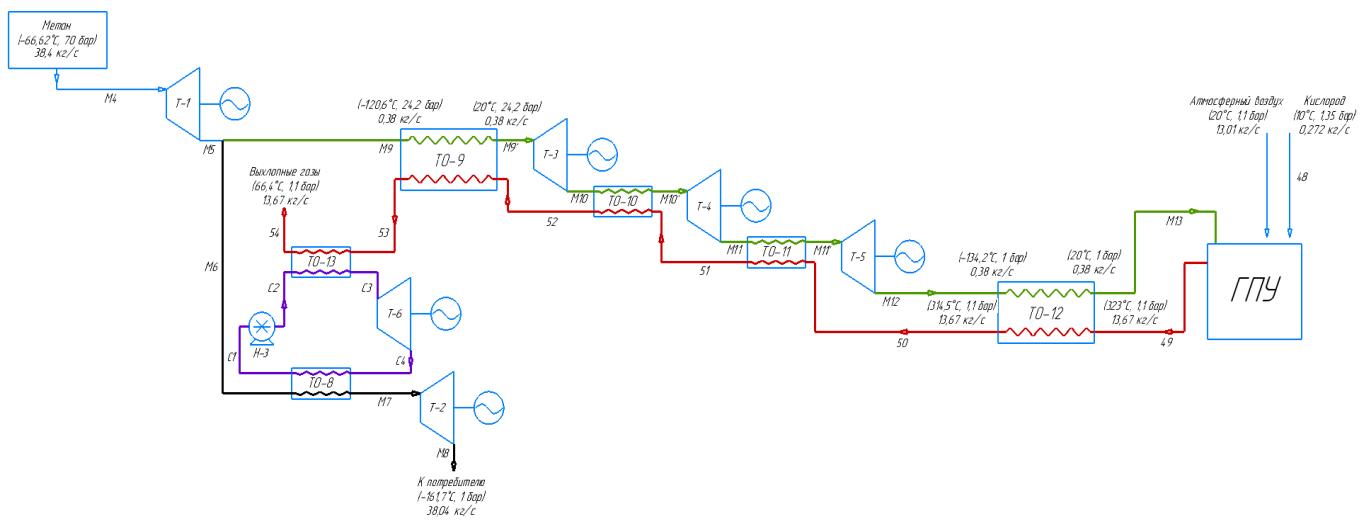


Рисунок 1 – Схема вспомогательной энергетической установки,
работающая по открытому и закрытому циклу Ренкина (рабочее тело –
метан и R22)

**IV Всероссийская молодежная
научно-практическая конференция «ЭНЕРГОСТАРТ»
18-20 ноября 2021 года**

123-3

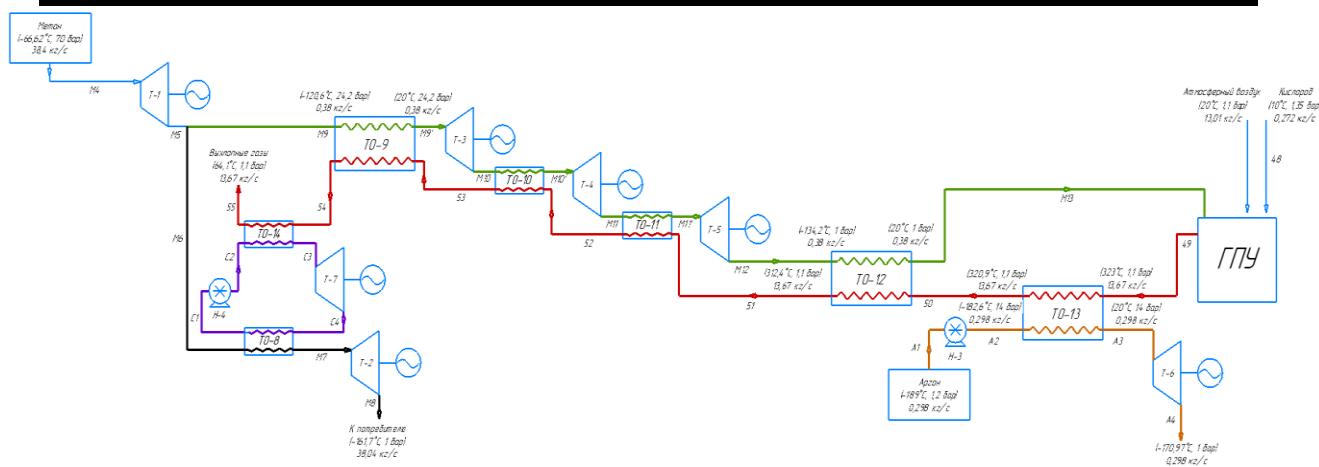


Рисунок 2 – Схема вспомогательной энергетической установки, работающая по открытому и закрытому циклу Ренкина (рабочее тело – аргон, метан и R22)

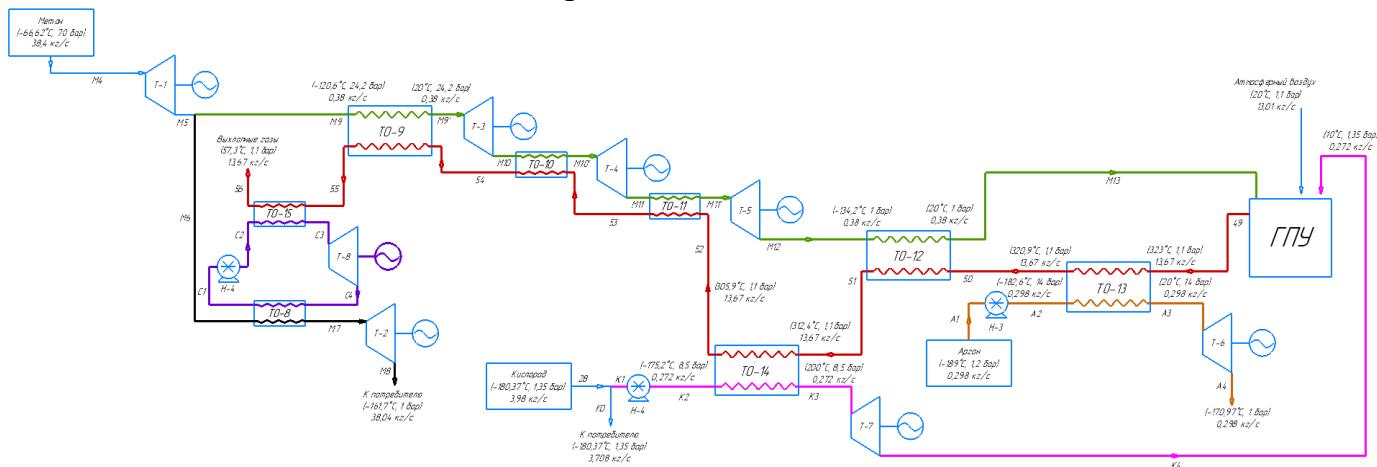


Рисунок 3 – Схема вспомогательной энергетической установки, работающая по открытому и закрытому циклу Ренкина (рабочее тело – кислород, аргон, метан и R22)

Вывод:

На основании полученных данных можно получить общую работу, мощность и термический КПД всех установок. Результаты расчета сведены в таблицу 1.

Таблица 1 – Результаты расчета суммарных значений установок

Рабочие тела	N, МВт	I, МДж/кг	η_t
метан и R22	47,74	2,05	0,81
аргон, метан и R22	47,76	2,15	0,88
кислород, аргон, метан и R22	47,78	2,33	0,92

**IV Всероссийская молодежная
научно-практическая конференция «ЭНЕРГОСТАРТ»
123-4**
18-20 ноября 2021 года

Таким образом в работе была рассмотрена возможность применения полученных веществ в ВРУ (жидкий кислород и аргон) в качестве рабочих дел в дополнительных паросиловых установках, работающих по открытому циклу Ренкина.

Также был посчитан коэффициент, показывающий влияние теплообменных аппаратов на температуры рабочих тел [3]. Сводная таблица данных коэффициента установок расположена ниже (таблица 2).

Таблица 2 – Сводные данные значений коэффициента, показывающий влияние теплообменных аппаратов на температуры рабочих тел

Рабочие тела	$kF, \frac{\text{кДж}}{\text{К}}$	$kF_{уд}, \frac{\text{кДж}}{\text{К} \cdot \text{кг}}$
метан и R22	384,98	9,36
аргон, метан и R22	389,83	10,1
кислород, аргон, метан и R22	406,25	12,49

Список литературы:

1. Mehdi Mehrpooya, Behrooz Golestani, S.M Ali Mousavian. Novel cryogenic argon recovery from the air separation unit integrated with LNG regasification and CO₂ transcritical power cycle. Sustainable Energy Technologies and Assessments 40 (2020) 100767.
2. Борисов Д.Е., Воротынцева К.Е., Довгялло А.И., Угланов Д.А. Определение оптимальных параметров энергетического комплекса для получения энергии из криопродукта // Насосы. Турбины. Системы. — 2019. — № 3 (32). — С. 66-78.
3. В.В. Бирюк, С.В. Лукачев, Д.А. Угланов, Ю.И. Цыбизов Газ в моторах монография/ В.В. Бирюк, С.В. Лукачев, Д.А. Угланов [и др.]. – Самара: Издательство Самарского университета, 2021. – 296 с.: ил.

Информация об авторах:

Манакова Ольга Александровна, студент гр. 2124, Самарский университет, 443086, г. Самара, Московское шоссе, д. 34, olya_angel14@mail.ru

Тремкина Ольга Витальевна, аспирант кафедры теплотехники и тепловых двигателей, Самарский университет, 443086, г. Самара, Московское шоссе, д. 34, t.olga.vit@bk.ru

Угланов Дмитрий Александрович, к.т.н., доцент, Самарский университет, 443086, г. Самара, Московское шоссе, д. 34, dmitry.uglanov@mail.ru