

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ОДЕСЬКА НАЦІОНАЛЬНА АКАДЕМІЯ
ХАРЧОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ

ЗБІРНИК НАУКОВИХ ПРАЦЬ

за матеріалами
XVIII Всеукраїнської науково-технічної
онлайн-конференції
**«АКТУАЛЬНІ ПРОБЛЕМИ
ЕНЕРГЕТИКИ ТА ЕКОЛОГІЇ»**

29-30 вересня 2020 року



Одеса
Видавець Бондаренко М. О.
2020

УДК 621.31(075.8)

ББК 31.2я73

3-41

*Рекомендовано до друку Вченою радою
Одеської національної академії харчових технологій,
протокол № 3 від 6 жовтня 2020 р.*

Відповідальний редактор:

Тітлов О. С., завідувач кафедри нафтогазових технологій, інженерії та теплоенергетики, д-р. техн. наук, професор.

*За достовірність інформації
відповідає автор публікації*

Збірник наукових праць за матеріалами XVIII Всеукраїнської 3-41 науково-технічної онлайн-конференції «Актуальні проблеми енергетики та екології» 29-30 вересня 2020 року / ред. О. С. Тітлов. – Одеса : ФОП Бондаренко М. О., 2020. – 280 с.

ISBN 978-617-7829-81-1

До збірника включені матеріали сучасних наукових досліджень, що представлені вченими України, Білорусії, Молдови, Росії, а також роботи студентів.

Розглянуто наступні напрямки досліджень: тепломасообмін; теплофізичні властивості робочих тіл енергетичного обладнання; нанотехнології в холодильній техніці; екологічні проблеми енергетики; теплові насоси. Системи опалення та кондиціонування; теплообмінні апарати; енергетичні та екологічні проблеми нафтогазової галузі; енергетичні та екологічні проблеми холодильної техніки; енергетичні та екологічні проблеми харчової промисловості; екологічна безпека; екологічні проблеми сучасності; раціональне використання природних ресурсів.

УДК 621.31(075.8)

ББК 31.2я73

ISBN 978-617-7829-81-1

© Одеська національна академія
харчових технологій, 2020

Секція 1:

**«АКТУАЛЬНІ ПРОБЛЕМИ
ЕНЕРГЕТИКИ»**

УДК 658.261:612.56

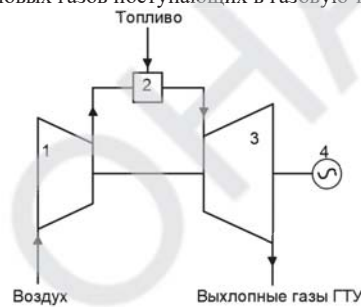
МОДЕЛИРОВАНИЕ И ЭКСЕРГЕТИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ ТРИГЕНЕРАЦИОННЫХ ТУРБОДЕТАНДЕРНЫХ УСТАНОВОК

Овсянник А.В., к.т.н, доц. Ключинский В.П., аспирант
Гомельский государственный технический университет им. П.О. Сухого

Малоизученной областью энергетики является применение тригенерационных турбодетандерных установок на низкокипящих рабочих телах, обладающих достоинствами тригенерации и позволяющих использовать в качестве источника энергии низкопотенциальные энергетические ресурсы.

Для изучения эксергетической эффективности тригенерационных турбодетандерных установок разработана программа, позволяющая производить эксергетический анализ более ста различных вариаций схем при использовании различных низкокипящих рабочих тел.

В качестве источников энергии могут быть использованы: газотурбинная установка (ГТУ) (рис 1), вторичные энергетические ресурсы (ВЭР) и котлоагрегат (КА) (рис 2). При этом расчет газотурбинной установки производится с учетом допустимой (по техническим соображениям) температуры дымовых газов поступающих в газовую турбину.



1 - Компрессор; 2 - Камера сгорания; 3 - Газовая турбина;
4 - Генератор

Рис. 1 – Схема газотурбинной установки

Подогрев теплоносителя (в случае необходимости в тепловой нагрузке) производится в теплообменном аппарате за счет охлаждения выхлопных газов ГТУ либо ВЭР, или в выделенном контуре котлоагрегата (рис 2а).

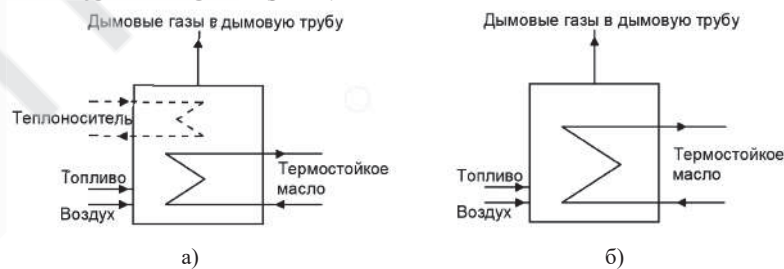


Рис 2. - Схема котлоагрегата а - с подогревом теплоносителя, б - без подогрева теплоносителя

Программа допускает расчет трех различных вариантов турбодетандерного цикла: без перегрева, с однократным перегревом (рис 3) и с двукратным перегревом (рис 4,5). В ходе расчета определяются оптимальные с энергетической точки зрения параметры рабочего тела перед турбодетандером (для схем без перегрева и с однократным перегревом) и перед турбодетандерами высокого и низкого давления для схемы с двукратным перегревом. Выбор оптимальных параметров основывается на методе равномерного поиска (перебора). Программа также проверяет допустимость полученных турбодетандерных циклов, а так же определяет возможность установки регенеративного теплообменного аппарата на выходе из турбодетандера.

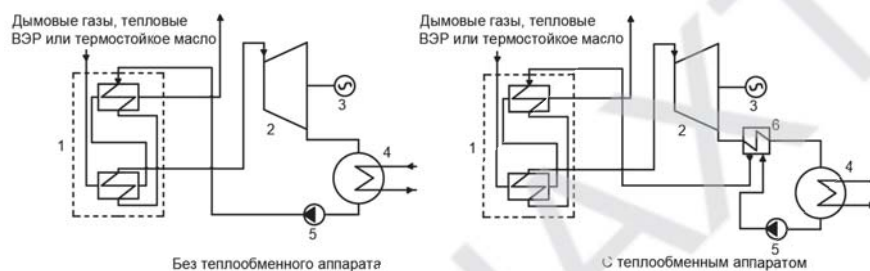


Рис. 3 - Схемы турбодетандерной установки с однократным перегревом

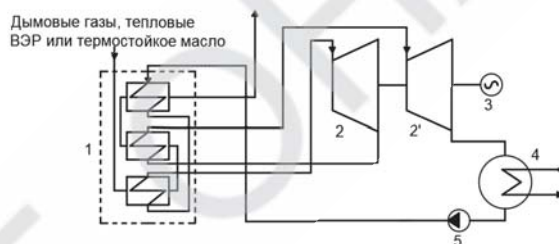


Рис 4. - Схема турбодетандерной установки с двукратным перегревом без регенеративного теплообменного аппарата

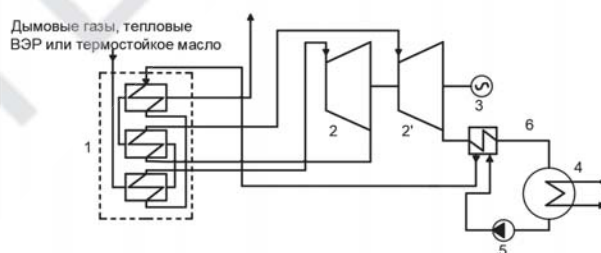


Рис. 5 - Схема турбодетандерной установки с двукратным перегревом с регенеративным теплообменным аппаратом

На рис 3-5 представлены следующие элементы: 1 – теплообменный аппарат; 2 – турбодетандер высокого давления; 2' – турбодетандер низкого давления; 3 – генератор; 4 – конденсатор; 5 – насос; 6 – регенеративный теплообменный аппарат.

Критерием допустимости турбодетандерного цикла является степень сухости рабочего тела в процессе расширения в турбодетандере. Возможны следующие варианты, когда использование полученного цикла недопустимо: степень сухости рабочего тела перед турбодетандером ниже допустимой (рис 6 а), степень сухости рабочего тела в промежуточных ступенях турбодетандера достигает недопустимых значений (рис 6 б), степень сухости рабочего тела перед последними ступенями турбодетандера достигает недопустимых значений (рис 6 в). Для определения возможности реализации цикла, программа определяет степень сухости рабочего тела в различных точках процесса расширения и сравнивает эти значения с допустимыми (например, допустимая степень сухости не должна быть ниже 1). В случае если хотя бы одно из полученных значений не соответствует заданному критерию – такой цикл выбраковывается и дальнейший его расчет не производится, программа переходит к анализу цикла с другими параметрами.

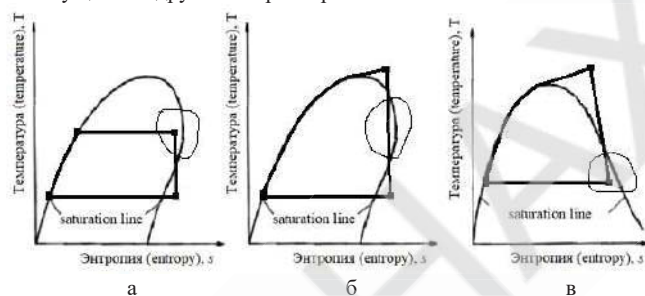
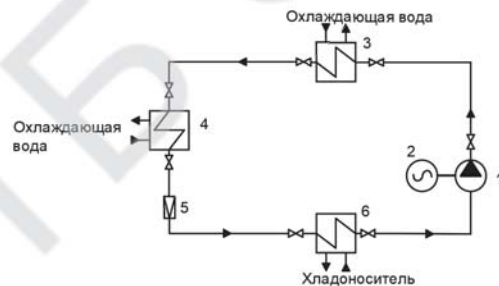


Рис. 6 - Случаи недопустимости турбодетандерного цикла

В программе реализована возможность расчета установок для производства холода. В качестве таких установок предложена два варианта: парокompрессионная холодильная установка (рис 7), с возможностью переохлаждения рабочего тела и установка для производства жидкой и газообразной углекислоты с возможностью получения холода (рис 8) [1,2].



1 - Насос; 2 - Электродвигатель; 3 - Конденсатор; 4 - Переохладитель; 5 - Дроссель; 6 - Испаритель

Рис 7. – Схема парокompрессионной холодильной установки

Вывод полученных результатов реализован двумя способами: графическим – в виде схем на которых представлены необходимые параметры (рис 9) и текстовым – в виде текстового файла (отчета) создаваемого программой в зависимости от выбранного варианта схемы.

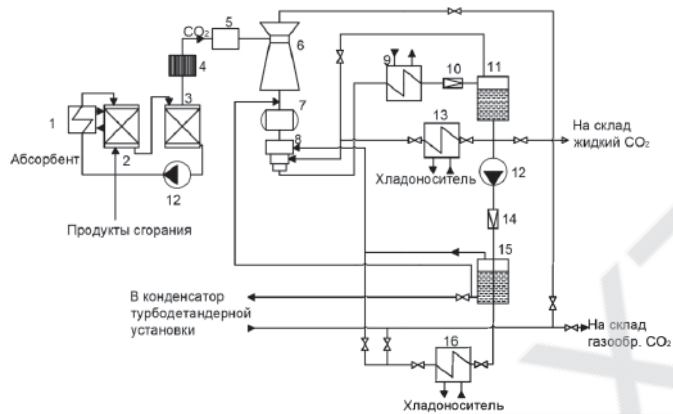


Рис. 8 – Схема установки для производства жидкой и газообразной углекислоты с возможностью получения холода [1,2]

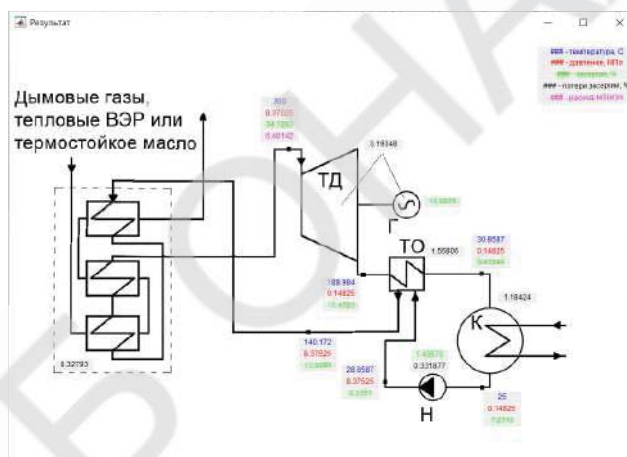


Рис. 9 – Пример графического способа вывода полученных данных

Таким образом, разработанная программа может применяться для определения эффективности тригенерационных турбодетандерных циклов, их эксергетического анализа и оптимизации, Выявления оптимальных с эксергетической точки зрения рабочих тел и оптимальных параметров рабочего тела, а также для выбора наиболее эффективной схемы тригенерации.

Информационные источники

1. Энергетика. Известия высших учебных заведений и энергетических объединений СНГ № 62(1):2019. Турбодетандерная установка на диоксиде углерода с производством жидкой и газообразной углекислоты. А.В. Овсянник С 77-87
2. Вестник ГГТУ имени П. О. Сухого: научно - практический журнал №2:2019. Тригенерация энергии в турбодетандерных установках на диоксиде углерода А.В. Овсянник [и др.] С 41-51.

ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНІ ДОСЛІДЖЕННЯ ТЕМПЕРАТУРНОГО ТА ВОЛОГІСНОГО СТАНУ ПРИМІЩЕННЯ ПРИ РІЗНИХ ВАРІАНТАХ ТЕРМОІЗОЛЯЦІЙНИХ МАТЕРІАЛІВ <i>Мороз М.В., Басок Б.І.</i>	128
МОДЕЛЛИРОВАНИЕ И ЭКСЕРГЕТИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ ТРИГЕНЕРАЦИОННЫХ ТУРБОДЕТАНДЕРНЫХ УСТАНОВОК <i>Овсянник А.В., Ключинский В.П.</i>	130
АНАЛИЗ ЭФФЕКТИВНОСТИ УСТАНОВОК ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА БИНАРНЫХ МЕЛКОКРИСТАЛЛИЧЕСКИХ ЛЕДЯНЫХ СУСПЕНЗИЙ <i>Хмельнюк М. Г., Талибли Р. Е.</i>	134
ПОРІВНЯННЯ ЕНЕРГОЕВНОСТІ ТОРГОВОГО ХОЛОДИЛЬНОГО ОБЛАДНАННЯ ПРАЦЮЮЧИХ НА РІЗНИХ ХОЛОДИЛЬНИХ АГЕНТАХ <i>Константинов І.В., Хмельнюк М.Г.</i>	136
РОЗРОБКА СИСТЕМИ ПІДТРИМКИ ПРИЙНЯТТЯ РІШЕНЬ ПРИ УПРАВЛІННІ ХОЛОДИЛЬНИМИ МАШИНАМИ АБСОРБЦІЙНОГО ТИПУ РІЗНОГО ПРИЗНАЧЕННЯ ТА ПОТУЖНОСТІ. <i>Селіванов А.П.</i>	140
ЕКОЛОГО-ЕНЕРГЕТИЧНІ АСПЕКТИ ВИКОРИСТАННЯ РОТОРНО-ЛОПАТЕВОЇ ГАЗОВОЇ ХОЛОДИЛЬНОЇ МАШИНИ СТРІЛІНГА <i>Хмельнюк М.Г., Трандафілов В.В.</i>	145
МЕТОДИКА ОПРЕДЕЛЕНИЯ ТЕРМОДИНАМИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ АБСОРБЦИОННЫХ ХОЛОДИЛЬНЫХ УСТАНОВОК <i>Биленко Н.А., Титлов А.С., Дорошенко В.М.</i>	148
РАЗРАБОТКА ХОЛОДИЛЬНЫХ АППАРАТОВ НА ВОЗОБНОВЛЯЕМОМ ИСТОЧНИКЕ ЭНЕРГИИ <i>Биленко Н.А., Титлов А.С.</i>	149
РЕЗУЛЬТАТИ ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ ДВОХ ТИПІВ КЛИНОВИХ ЗАСУВОК <i>Корольов О. В., Павлович П. Я., Титлов О. С., Мирончук В. С.</i>	152
DESIGN OF PERIODIC OPERATION AMMONIA-WATER ABSORPTION REFRIGERATION UNITS IN ATMOSPHERIC WATER GENERATION SYSTEMS <i>Ozolin N.E., Titlov A.S., Kravchenko V.V.</i>	156
THE SEARCH OF ENERGY-EFFICIENT OPERATION MODE OF AMMONIA-WATER-ABSORPTION REFRIGERATION MACHINES <i>Osadchuk E.A., Kirilov V.Kh., Titlov A.S.</i>	159
МОДЕЛЮВАННЯ ПРОЦЕСІВ ТЕПЛООБМІНУ В СИСТЕМАХ ПЕРВИННОГО НИЗЬКОТЕМПЕРАТУРНОГО ОХОЛОДЖЕННЯ ДРІБНОСЕМ'ЯНИХ КУЛЬТУР <i>Петушенко С.М., Титлов О.С.</i>	162

Наукове видання

ЗБІРНИК НАУКОВИХ ПРАЦЬ

за матеріалами
XVIII Всеукраїнської науково-технічної
онлайн-конференції

«АКТУАЛЬНІ ПРОБЛЕМИ ЕНЕРГЕТИКИ ТА ЕКОЛОГІЇ»

29-30 вересня 2020 року

(українською, російською, англійською мовами)

Підписано до друку 6.10.2020
Формат 60×84/16. Папір офсетний. Гарнітура Times New Roman.
Друк офсетний. Ум. др. арк. 16,27. Наклад 100 прим.
Зам № 231120/2

Надруковано з готового оригінал-макету у друкарні «Апрель»
ФОП Бондаренко М.О.
65045, м. Одеса, вул. В.Арнаутська, 60
тел.: +38 048 700 11 55
www.aprel.od.ua

Свідоцтво про внесення суб'єкта видавничої справи
до державного реєстру видавців ДК № 4684 від 13.02.2014 р.