

исследование при использовании данного электронного учебника в процессе обучения английскому языку. Были совершены выводы, что благодаря красочному оформлению, наличию разнообразных форм подачи учебного материала позволило обучающимся разных возрастов намного быстрее и качественнее изучить материал. Главное отличие электронной версии учебника от традиционной бумажной в открытой системе первого. Если информация становится не актуальной и ее требуется обновить, то бумажную версию учебника придется выпускать в новом тираже, что займет большее количество времени и высоких финансовых затрат. А в электронную версию можно легко добавить, заменить или же удалить информацию без особых финансово-временных потерь.

**Ключевые слова:** инновационные технологии, электронный учебник, TurboSite, образование, обучающиеся.

#### **Information about the authors**

**Asel Bolatovna Nurpeisova** – Senior Researcher of the Department of Scientific Activity Management, Shakarim University of Semey, Republic of Kazakhstan; e-mail: aselka-84@mail.ru.

#### **Сведения об авторах**

**Асель Болатовна Нурпейсова** – старший научный сотрудник отдела по управлению научной деятельностью, Университет имени Шакарима города Семей, Республика Казахстан; e-mail: aselka-84@mail.ru.

#### **Авторлар туралы мәліметтер**

**Әсел Болатқызы Нұрпейісова** – Қазақстан Республикасы, Семей қаласының Шәкәрім атындағы университетінің ғылыми қызметті басқару бөлімінің аға ғылыми қызметкері; E-mail: aselka-84@mail.ru.

*Material received on 18.08.2021 г.*

МРНТИ: 44.01.76

**Р.Е. Молдажанов, О.А. Степанова, А.Р. Хажидинова\*, М.В. Ермоленко**

Университет имени Шакарима города Семей  
071412, Республика Казахстан, г. Семей, ул. Глинки, 20 А  
e-mail: nadyrova.akbota@mail.ru

### **ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ РАБОТЫ ТЕПЛОСНАБЖАЮЩИХ ПРЕДПРИЯТИЙ НА ПРИМЕРЕ ПРИМЕНЕНИЯ БИНАРНОГО ЦИКЛА ВОДА – ФРЕОН–410**

**Аннотация:** В настоящей работе рассматривается возможность применения в системах теплоснабжения городов цикла бинарной паротурбинной установки, в которой нижний цикл осуществляется насыщенным паром низкокипящего рабочего тела (НРТ), а в данном случае фреона-410. Преимуществом данного вида фреона является то, что он практически нетоксичен, химически стабилен, а в фазовых превращениях поддерживает постоянную температуру. В области высоких температур принимается в качестве рабочего тела вода (водяной пар), которая имеет такие преимущества, как доступность и безопасность, а недостатки – это ограниченно низкая критическая температура и высокая теплоемкость. В работе определен термический коэффициент полезного действия бинарного цикла и установлена его зависимость от термического коэффициента полезного действия цикла Карно.

**Ключевые слова:** бинарный цикл, паротурбинная установка, эффективность, цикл Карно, фреон-410, КПД (коэффициент полезного действия).

В Восточно-Казахстанской области во время отопительного периода, средняя продолжительность которого составляет 240 суток, наблюдаются низкие температуры,

порядка от минус 15°С до минус 25°С, что приводит к необходимости разработки энергосберегающих технологий и новых технологических решений при обеспечении теплом.

В настоящее время во всем мире все большее внимание уделяется разработке бинарных паротурбинных установок, в которых нижний цикл осуществляется насыщенным паром низкокипящего рабочего тела (НРТ). Особенность бинарных циклов заключается в том, что в них используется два рабочих тела, при этом должно выполняться условие: у одного из рабочих тел должно быть небольшое значение давления насыщения и высокая температура, а второе рабочее тело должно иметь низкую температуру парообразования.

В работе [1] рассмотрены перспективы применения бинарных установок с низкокипящим рабочим телом. Принцип работы таких установок аналогичен работе паровых турбогенераторов, с той лишь разницей, что в зависимости от уровня температур сбросных газов применяются различные низкокипящие вещества, в большей степени фреоны. В работе [2] рассмотрен возможный вариант бинарной энергоустановки с НРТ на примере модернизации Нерюнгринской ГРЭС, в составе которой имеются две теплофикационные турбины Т-180-130.

В данной работе рассматривается бинарный цикл вода – фреон-410. Цикл бинарной паротурбинной установки представлен на рисунке 1, исходные данные в таблице 1. В верхнем цикле в качестве греющей среды парогенератора турбоустановки используется вода из тепловой сети, в нижнем цикле – фреон.

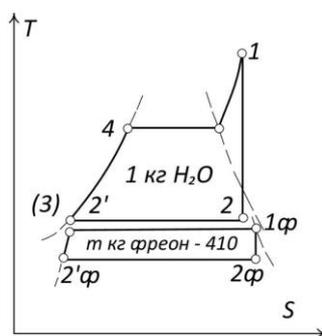


Рисунок 1 – Цикл бинарной установки

В рассматриваемом цикле максимальные параметры водяного пара будут в точке 1 (параметры перегретого пара на входе в турбину). Процесс 2-2' является процессом охлаждения отработавшего пара (влажного насыщенного пара, который вышел из турбины). В результате этого процесса пар переходит в состояние насыщенной жидкости того же давления и той же температуры. Тепло, которое отдается в процессе 2-2', воспринимается низкотемпературным рабочим телом фреоном-410. Фреон-410 работает в области насыщенного состояния.

Так как в цикле используются два разных рабочих тела, то изображение в представленной системе координат  $Ts$  носит условный характер.

Возможности перевода турбоустановок на бинарный цикл рассмотрены в работах [3, 4]. Расчеты комбинированных установок проводятся для номинального теплофикационного режима работы турбин (табл. 1).

Таблица 1 – Исходные данные

№	Для воды	Для фреона-410
1	$P_1 = 16$ МПа давление перегретого водяного пара	$t_1^\phi = 95$ °С температура сухого насыщенного пара фреона-410
2	$t_1 = 540$ °С температура перегретого водяного пара	$t_2^\phi = 10$ °С температура отработавшего влажного насыщенного пара фреона-410
3	$P_2 = 0,12$ МПа давление отработавшего водяного пара (давление в конденсаторе)	

Целью работы являлось:

– определить термический КПД бинарного цикла вода – фреон-410 при заданных исходных условиях;

– установить зависимость КПД бинарного цикла от цикла Карно, имеющего максимально возможный термический КПД в области максимальной и минимальной температуры цикла.

Для достижения поставленной цели проведены все необходимые расчеты по нормативным методикам, результаты которых представлены на рисунке 2.

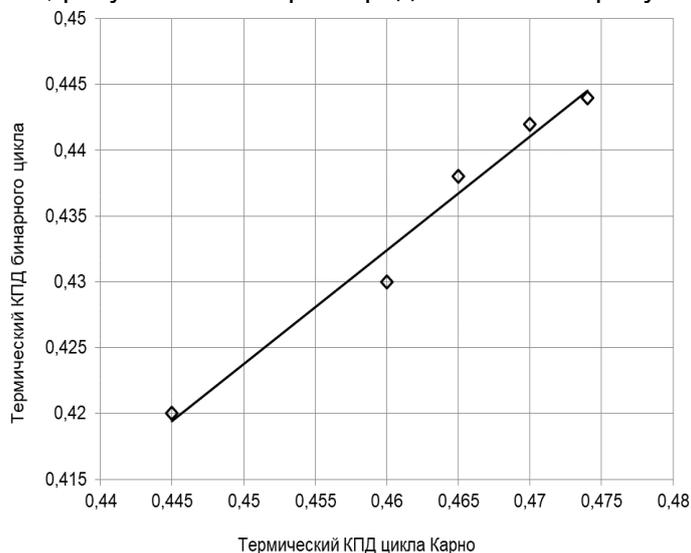


Рисунок 2 – Расчеты по нормативным методикам

В результате математической обработки было получено уравнение, которое описывает зависимость термического КПД бинарного цикла  $\eta_{\text{бин}}$  от термического КПД цикла Карно  $\eta_{\text{К}}$  (линейная зависимость):

$$\eta_{\text{бин}} = 0,8658\eta_{\text{К}} + 0,0341. \quad (1)$$

Выводы:

– проведенные исследования показали наличие большого потенциала повышения эффективности работы теплоснабжающих организаций города за счет утилизации низкопотенциального тепла.

– установлена зависимость термического КПД бинарного цикла вода – фреон-410 – от КПД цикла Карно. Определена аппроксимационная зависимость для термических КПД данных циклов.

– за счет фреонового цикла увеличивается термический КПД.

### Список литературы

1. А.П. Блинов, С.Э. Передерий. Перспективы применения бинарных установок с низкотемпературным рабочим телом в энергетике России // Журнал «Новости теплоснабжения» №12 (208) 2017 г.
2. Нечитайло Т.П., Скоморовский С.А. БИНАРНАЯ ПАРОТУРБИННАЯ УСТАНОВКА ТЭЦ // Успехи современного естествознания. – 2011. – № 7. – С. 165-166; URL: <https://natural-sciences.ru/ru/article/view?id=27201> (дата обращения: 07.06.2022).
3. Ольховский Г.Г. Совершенствование технологий комбинированной выработки электроэнергии и тепла на ТЭЦ России // Доклад на международном Конгрессе, посвященном 100-летию централизованного теплоснабжения и теплофикации. – М., 9-10 октября 2003 г.
4. Тепловые и атомные электрические станции: справочник / под общ. ред. В.А. Григорьева, В.М. Зорина. - 2-е изд., перераб. – М.: Энергоатомиздат, 1989. – 608 с.

**Р.Е. Молдажанов, О.А. Степанова, А.Р. Хажидинова\*, М.В. Ермоленко**  
Семей қаласының Шәкәрім атындағы университеті  
071412, Қазақстан Республикасы, Семей қ., Глинка к-сі, 20 А  
e-mail: nadyrova.akbota@mail.ru

### **СУ – ФРЕОН-410 ЕКІЛІК ЦИКЛІН ҚОЛДАНУ МЫСАЛЫНДА ЖЫЛУМЕН ҚАМТАМАСЫЗ ЕТЕТІН КӘСІПОРЫНДАРДЫҢ ТИІМДІЛІГІН АРТТЫРУ**

**Аңдатпа:** Жұмыста төменгі цикл төмен қайнайтын жұмыс сұйықтығының қаныққан буымен жүзеге асырылатын, бұл жағдайда фреон-410, қалалардың жылумен жабдықтау жүйелерінде екілік бу турбиналық қондырғының циклін пайдалану мүмкіндігі қарастырылады. Фреонның бұл түрінің артықшылығы - ол іс жүзінде улы емес, химиялық тұрақты және фазалық түрлендірулерде тұрақты температураны сақтайды. Жоғары температура аймағында жұмыс сұйықтығы ретінде су (су буы) алынады, оның қол жетімділігі мен қауіпсіздігі сияқты артықшылықтары бар, ал кемшіліктері шектеулі төмен критикалық температура және жоғары жылу сыйымдылығы болып табылады. Жұмыс екілік циклдің жылулық тиімділігін анықтайды және оның Карно циклінің жылулық тиімділігіне тәуелділігін белгілейді.

**Түйін сөздер:** екілік цикл, бу турбиналық қондырғы, тиімділік, Карно циклі, фреон-410, ПӘК коэффициенті.

**R. Moldazhanov, O. Stepanova, A. Khazhidinova\*, M. Ermolenko**  
Shakarim University of Semey  
071412, Republic of Kazakhstan, Semey, Glinka str., 20 A  
e-mail: nadyrova.akbota@mail.ru

### **INCREASING THE EFFICIENCY OF HEAT SUPPLYING ENTERPRISES ON THE EXAMPLE OF APPLICATION OF THE BINARY CYCLE WATER – FREON-410**

**Abstract:** In this paper, we consider the possibility of using a binary steam turbine plant cycle in the heat supply systems of cities, in which the lower cycle is carried out by saturated steam of a low-boiling working fluid, in this case freon-410. The advantage of this type of freon is that it is practically non-toxic, chemically stable, and maintains a constant temperature in phase transformations. In the area of high temperatures, water (steam) is taken as a working fluid, which has such advantages as accessibility and safety, and disadvantages are a limitedly low critical temperature and high heat capacity. The paper defines the thermal efficiency of the binary cycle and establishes its dependence on the thermal efficiency of the Carnot cycle.

**Key words:** binary cycle, steam turbine plant, efficiency, Carnot cycle, freon-410, efficiency factor.

#### **Сведения об авторах**

**Рауан Ержанұлы Молдажанов** – магистрант кафедры «Техническая физика и теплоэнергетика», Университет имени Шакарима города Семей, Республика Казахстан.

**Ольга Александровна Степанова** – кандидат технических наук, доцент, зав. кафедрой «Техническая физика и теплоэнергетика»; НАО «Университет имени Шакарима города Семей», Казахстан, Семей; e-mail: aug11@mail.ru

**Акбота Рыспековна Хажидинова\*** – PhD, и.о. ассоциированного профессора кафедры «Техническая физика и теплоэнергетика»; НАО «Университет имени Шакарима города Семей», Казахстан, Семей; e-mail: nadyrova.akbota@mail.ru. ORCID: 0000-0001-8802-1559.

**Михаил Вячеславович Ермоленко** – кандидат технических наук, старший преподаватель кафедры «Техническая физика и теплоэнергетика»; Университет имени Шакарима города Семей, Республика Казахстан; e-mail: tehfiz@mail.ru. ORCID: 0000-0002-1677-8023.

### Information about the authors

**Rauan Yerzhanuly Moldazhanov** – master's student of the Department of Technical Physics and Thermal Power Engineering, Shakarim University of Semey, Republic of Kazakhstan.

**Olga Alexandrovna Stepanova** – Candidate of Technical Sciences, Associate Professor, Head. Department of «Technical Physics and heat Power Engineering»; "Shakarim University of Semey", Kazakhstan, Semey; e-mail: aug11@mail.ru.

**Akbota Ryspekovna Khazhidinova\*** – PhD, acting associate professor of the department "Technical physics and heat power engineering"; «Shakarim University of Semey», Kazakhstan, Semey; e-mail: nadyrova.akbota@mail.ru. ORCID: 0000-0001-8802-1559.

**Mikhail Vyacheslavovich Ermolenko** – Candidate of Technical Sciences, Senior Lecturer of the Department «Technical physics and heat power engineering»; Shakarim University of Semey, Republic of Kazakhstan; e-mail: tehfiz@mail.ru. ORCID: 0000-0002-1677-8023.

### Авторлар туралы мәліметтер

**Рауан Ержанұлы Молдажанов** – "Техникалық физика және Жылу энергетикасы" кафедрасының магистранты, Семей қаласының Шәкәрім атындағы университеті, Қазақстан Республикасы.

**Ольга Александровна Степанова** – т.ғ.к., доцент, «Техникалық физика және жылуэнергетика» кафедра меңгеруші; «Семей қаласының Шәкәрім атындағы университеті» КЕАҚ, Қазақстан, Семей қ.; e-mail: aug11@mail.ru.

**Аkbota Рыспековна Хажидинова\*** – PhD, «Техникалық физика және жылуэнергетика» кафедрасының қауымдастырылған профессор м.а; «Семей қаласының Шәкәрім атындағы университеті» КЕАҚ, Қазақстан, Семей қ.; e-mail: nadyrova.akbota@mail.ru. ORCID: 0000-0001-8802-1559.

**Михаил Вячеславович Ермоленко** – техника ғылымдарының кандидаты, «Семей қаласының Шәкәрім атындағы университеті» Қазақстан Республикасы; «Техникалық физика және жылуэнергетикасы» кафедрасының аға оқытушысы; e-mail: tehfiz@mail.ru. ORCID: 0000-0002-1677-8023.

*Материал поступил в редакцию 25.05.2021 г.*

МРНТИ: 67.53.23.

**Р.А. Аскарбеков, М.В. Ермоленко\*, Т.Н. Умыржан, З.А. Паримбеков**

Университет имени Шакарима города Семей  
071412, Республика Казахстан, г. Семей, ул. Глинки, 20 А  
e-mail: tehfiz@mail.ru

### ЭФФЕКТИВНОСТЬ РАБОТЫ ОТОПИТЕЛЬНЫХ ПРИБОРОВ ПРИ ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОМ СОЕДИНЕНИИ

**Аннотация:** В настоящей работе рассматривается эффективность работы отопительных приборов. На экспериментальной установке «Автоматизированная система отопления-03» проведено моделирование условий эксплуатации. Рассмотрено как изменяется температура теплоносителя отопительной системы (в качестве теплоносителя традиционно используется вода) по мере прохождения через отопительные приборы. Отопительные приборы между собой соединены последовательно, при этом контролируются температуры: на входе в первый отопительный прибор, на выходе из первого отопительного прибора и на входе во второй отопительный прибор, на выходе из второго отопительного прибора. В результате получены графики, которые наглядно демонстрируют изменение температуры теплоносителя во времени. В результате математической обработки были получены уравнения, которые описывают зависимость теплопроизводительности отопительных приборов от продолжительности работы.