

ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ПРИМЕНЕНИЯ КОМБИНИРОВАННЫХ ТЕПЛОНАСОСНЫХ СТАНЦИЙ ДЛЯ ТЕПЛОСНАБЖЕНИЯ ПРИМОРСКИХ ГОРОДОВ (на примере г. ФЕОДОСИЯ)

Анна Муровская

Национальная академия природоохранного и курортного строительства
Адрес: Украина, 95493, г. Симферополь, ул. Киевская, 181. e-mail: murovski@inbox.ru

Аннотация. В статье рассмотрено применение тепловых насосов в качестве альтернативы топливосжигающим установкам. Для г. Феодосия на примере двух котельных показана целесообразность модернизации системы горячего водоснабжения и отопления за счет использования низкопотенциальной энергии морской воды. Проведен расчет экологической и экономической эффективности, срок окупаемости проектируемой комбинированной системы энергоснабжения.

Ключевые слова: тепловой насос, топливосжигающая установка, Феодосия, низкопотенциальная энергии морской воды, загрязняющие вещества, экономическая эффективность.

ВВЕДЕНИЕ

Нерациональное использование традиционных энергоресурсов ведет к повышению цен на энергоносители и увеличению загрязнения окружающей природной среды, что актуально как для Украины, так и для Крыма. Для приморских городов Крымского полуострова использование нетрадиционных источников энергии, а именно использование низкопотенциальных источников тепла является одним из путей решения стабильного теплоснабжения городов и населенных пунктов.

Применение тепловых насосов (ТН) для отопления и горячего водоснабжения является альтернативой топливосжигающим установкам, работающих на органическом топливе. Характерная особенность ТН – при подводе к нему 1 кВт электроэнергии, в зависимости от режима работы и условий эксплуатации, возможно получение до 5-7 кВт тепловой энергии. Эффективность теплового насоса характеризует его коэффициент преобразования μ – отношением тепла, полученного в ТН к затратам мощности на привод компрессора. Этот коэффициент в современных ТН варьируется от 4 до 8 [1].

Источником низкопотенциальной теплоты, обеспечивающим эффективную работу теплонасосных установок, могут быть: наружный воздух, вода морей и водоемов, подземные воды, тепло грунта, а также низкопотенциальная теплота искусственного происхождения: сбросные воды, нагретые продукты технологических процессов [2, 13].

ПОСТАНОВКА ЗАДАЧИ

Климатические условия г. Феодосия определяются близостью Черного моря, наличием ограждающего массива Крымских гор и степей, обеспечивающих особый микроклимат: зимой море отда-

ет аккумулированное летом тепло, поэтому температура воздуха ниже нуля бывает только при сильном северном ветре. Осень теплая, зима не продолжительная, в основном бесснежная. Средняя температура самого холодного месяца составляет 0,2°C. Данные климатические факторы являются основополагающими для теплоснабжения с применением ТН вместо топливосжигающих установок.

На рис. 1 показано размещение котельных, рассматриваемых для последующей модернизации. Выбор данных котельных обусловлен непосредственной близостью к морскому побережью и свободным доступом к морской воде.

Сотрудниками кафедры НАПКС при непосредственном участии автора был разработан проект по модернизации системы тепло- и горячего водоснабжения района жилищно-бытового сектора в г. Феодосия с применением тепловых насосов и когенерационной газопоршневой установки (КГУ) [3, 13] с целью снижения антропогенного воздействия на природную среду города.

Для модернизации были выбраны две городские котельные: №4 и №5, работающие на природном газе и мазуте. Параметры котельных представлены в табл. 1

Котельные №4 и №5 представляют собой: закрытую систему централизованного теплоснабжения с двухтрубными магистральными тепловыми сетями, по которым тепловая энергия транспортируется к центральным тепловым пунктам; систему распределительных тепловых сетей и внутридомовых систем теплоснабжения.

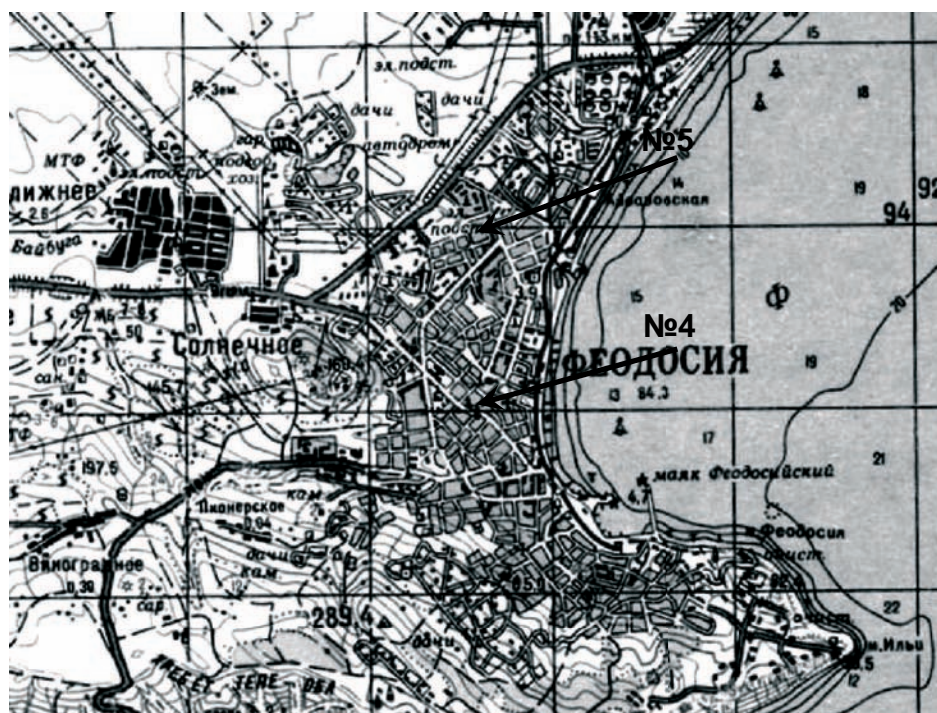


Рис. 1. Схема размещения реконструируемых котельных №4 и №5 в г. Феодосия
 Fig. 1. Layout of the reconstructed boiler-rooms №4 and №5 in the town of Feodosia

Таблица 1. Параметры котельных, выбранных для реконструкции
 Table 1. Options boiler-rooms selected for reconstruction

№ котельной	Вид топлива	Тип котла	Кол-во, шт.	Установленная мощность котельной, МВт
4	газ	ВК-32	3	7,49
5	мазут	НИИСТУ-5	7	4,54

Котельные обеспечивают потребителей тепловой энергией на отопление и горячее водоснабжение. В составе теплоцентрали применяются как зависимые, так и независимые (через теплообменник) схемы присоединения систем отопления потребителей. Системы горячего водоснабжения обеспечены рециркуляционными трубопроводами и соответствующим насосным оборудованием [4-5].

Одним из оснований для модернизации системы горячего водоснабжения от действующих котельных, работающих на органическом топливе, явилось увеличение стоимости топлива и экологическое состояние территории. Расчет массы выбросов загрязняющих веществ (ЗВ) при эксплуатации энергоустановок проводился по методикам [6-9]. Результаты расчета представлены в табл. 2.

Таблица 2. Масса выбросов ЗВ в атмосферный воздух при эксплуатации существующих котельных и после модернизации
 Table 2. Mass emissions of pollutants into the air during the operation of existing boilers and after modernization

	Вид топлива	Кол-во шт.	Установленная мощность, МВт	Масса выбросов, т/год		
				CO	NO _x	SO ₂
Котел ВК-32	газ	3	7,49	12523	2382	-
Котел НИИСТУ-5	мазут	7	4,54	7524	1431	14850
Когенерационная газопоршневая установка	газ	1	2,42	3646	750	-
Тепловой насос	низкопотенциальная энергия морской воды	2	3,0	-	-	-

Поступление загрязняющих веществ в окружающую природную среду (ОПС) при эксплуатации КГУ уменьшится в 3,1 раза. При эксплуатации ТН выбросы загрязняющих веществ в ОПС не производятся, что актуально для г. Феодосия как курортно-рекреационной территории.

Проект строительства теплонасосной станции (ТНС) предусматривает поэтапное решение следующего ряда задач [10]:

- размещение ТНС в выделенных для модернизации котельных, расположенных в непосредственной близости от морского побережья;
- включение в состав ТНС тепловых насосов, когенерационных энергоблоков, вспомогательного эксплуатационного оборудования;
- размещение трубопровода из предварительно изолированных труб для транспортировки через теплонасосную станцию части теплоносителя из обратного трубопровода магистральной тепловой сети;
- осуществление на ТНС подогрева подведенного теплоносителя за счет использования низкопотенциальной теплоты морской воды;
- использование когенерационных энергоблоков на ТНС для электроснабжения ТН в дневное время с целью снижения затрат на приобретение электрической энергии для технологических нужд ТНС;
- использование сбрасываемой теплоты когенерационных энергоблоков для увеличения температуры теплоносителя на выходе из ТНС;
- догрев теплоносителя на котельных №4 и №5, который поступает от ТНС и потребителей обратным трубопроводом магистральной тепловой сети, до температуры, предусмотренной отопительным графиком.

Схема ТНС включает в себя: коллектор, размещаемый в открытой части водоема; строительство энергоблока, где будут размещены модули ТН; КГУ; трансформаторная подстанция; здание для персонала; дополнительное технологическое оборудование.

Максимальное удаление энергоблока от коллектора не должно превышать 300-400 м, соединение трубопроводов с основным зданием ТНС предполагается по эстакаде.

Схема теплоснабжения комбинированной энергоустановки с применением теплонасосной станции для модернизации котельной №4 и №5 показана на рис. 2.

Для модернизации котельной №4 используются два ТН мощностью по 3,0 МВт каждый и КГУ тепловой мощностью 2,42 МВт, суммарная тепловая мощность ТНС составит 8,42 МВт. Для модернизации котельной №5 используется один ТН мощностью 3,0 МВт и КГУ тепловой мощностью 2,42 МВт, суммарная тепловая мощность ТНС составит 5,42 МВт.

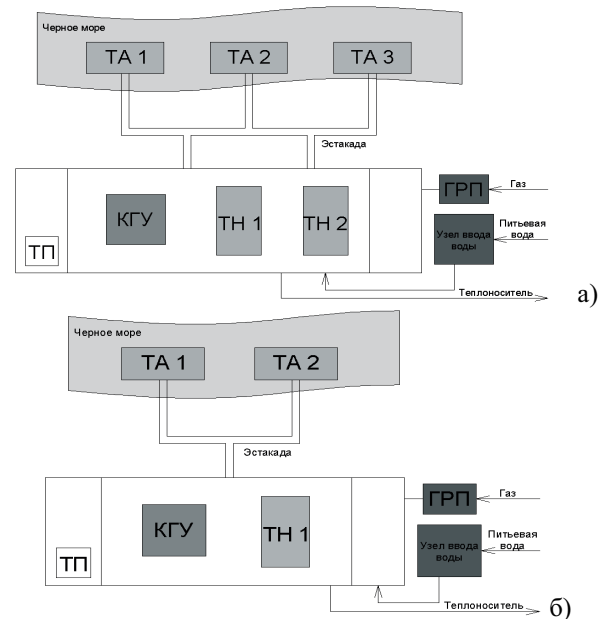


Рис. 2. Схема размещения оборудования в здании ТНС: а) котельная № 4, б) котельная № 5: ТА – теплообменник, ТП – трансформаторная подстанция, КГУ – когенерационная газопоршневая установка, ТН – тепловой насос, ГРП – газораспределительный пункт.

Fig. 2. Layout of equipment in the building HPS: a) boiler-rooms №4, b) boiler-rooms №5: HE – heat exchanger, TS – transformer substation, CGU – cogeneration gas-piston unit, HP – heat pump, GDP – gas distribution point.

Сбросовая теплота КГУ используется для дополнительного подогрева теплоносителя, поступающего от теплообменников ТН. Температура теплоносителя на выходе КГУ составляет 95°C. Теплоноситель смешивается на узле смешивания и подается в подающий трубопровод магистральной тепловой сети.

Когенерационные установки питают двигатели тепловых насосов, электрическая мощность КГУ составляет 2,4 МВт.

В предлагаемой схеме ТНС используется щадящий режим работы в ночной период времени, позволяющий отключить или снизить до предельных отметок потребление электроэнергии. В ночное время ТН питаются электроэнергией от внешней сети электроснабжения по низким ночным тарифам, КГУ при этом не работает. В дневное время работает КГУ и обеспечивает электропитанием ТН. Управление работой ТНС осуществляется в автоматическом режиме.

Такой режим работы ТНС позволяет снизить затраты на приобретение электроэнергии для нужд ТН примерно на 60% за счет сочетания преимуществ ночного тарифа и производства основно-

го объема потребляемой электроэнергии в цикле когенерации.

Одним из преимуществ предложенной схемы является снижение использования природного газа. Для производства одинакового количества

тепловой энергии ТНС потребляет природного газа меньше в 3 раза чем котельная до реконструкции.

Была проведена оценка экономической эффективности реализации проекта по модернизации котельных №4 и №5 при строительстве ТНС и рассчитан срок окупаемости системы (табл. 3).

Таблица 3. Экономическая эффективность строительства ТНС в существующих котельных № 4 и № 5 в г. Феодосия
Table 3. Cost-effectiveness of the existing building HPS boiler-rooms №4 and №5 in the town of Feodosia

Параметр, ед. изм.	Значение	
	Котельная №4	Котельная №5
Производительность теплонасосной части		
Производительность ТН, МВт	3,0	3,0
Количество ТН на станции, шт.	2	1
Тепловая производительность теплонасосной части, МВт	6,0	3,0
Производительность тепловой энергии ТН, МВт·час/год	74445	24815
Затраты электроэнергии на производство тепловой энергии, МВт·час	0,067	0,022
Производительность КГУ		
Тепловая производительность КГУ, МВт	2,42	2,42
Электрическая производительность КГУ, МВт	2,4	2,4
Производительность тепловой энергии на КГУ, МВт·час/год	15016	15016
Производительность электрической энергии на КГУ, МВт·час/год	14892	14892
Затраты газа на производство электрической энергии, м ³ /(кВт·час)	0,250	0,250
Продуктивность ТНС		
Производство тепловой энергии, МВт·час/год	89461	39831
Расчет величины доходов при реализации проекта строительства ТНС		
Стоимость органического топлива при получении тепловой энергии котельных, грн./(МВт·час)	320	388
Стоимость замещенного органического топлива, тыс. грн.	28628	15445
Срок окупаемости ТНС		
Срок окупаемости, лет	4,6	3,8

Проведенный расчет срока окупаемости модернизируемых котельных №4 и №5, работающих на органическом топливе, на ТНС составляет от 3,8 до 4,6 лет. Данный срок окупаемости может быть снижен за счет величины экологических платежей за выброс ЗВ [11], согласно нового Налогового кодекса Украины [12].

Строительство ТНС позволит значительно экономить органическое топливо и снизить антропогенное воздействие на окружающую природную среду, что весьма актуально для г. Феодосия как курортно-рекреационной территории.

ВЫВОДЫ

1. Учитывая, что основная часть топливосжигающих установок жилищно-бытового сектора морально устарела и требует реконструкции, что в современных экономических условиях практически невозможно, целесообразно осуществлять переход на энергоустановки с использованием возобновляемых источников энергии.

2. Замена топливосжигающих установок на ТНС особенно актуально для приморских городов Крыма, как курортно-рекреационных территорий.

ЛИТЕРАТУРА

1. Муровский С. и др., 2010.: Концепция и технические предложения модернизации инженерных сетей существующих зданий с использованием возобновляемых источников энергии// Матеріали ХІ міжн. конф. «Відновлювана енергетика ХХІ століття». – К.:НАНУ, КПІ, 49 –53.
2. Муровский С. И др., 2009.: Солнечная энергетика для устойчивого развития Крыма. – Симферополь: Доля. – 294.
3. Муровская А. и др., 2008.: Расчет комбинированной системы горячего водоснабжения гостиничного комплекса на базе СТБК и ТН с грунтовым теплообменником: матеріали ІХ міжн. конф. «Відновлювана енергетика ХХІ століття». – К.: НАНУ, КПІ, 77 – 81.
4. Роддатис К., 1977.: Котельные установки. – М.: Энергия. – 432.
5. Гусев Ю., 1973.: Основы проектирования котельных установок. – М.: СИ. – 272.

6. Методика расчета концентраций в атмосферном воздухе вредных веществ, содержащихся в выбросах предприятий: ОНД-86, 1987.: – Л.: Гидрометеоздат. – 94.

7. Методика по определению выбросов вредных веществ в атмосферу на предприятиях госкомнефтепродукта РСФСР, 1988.: – Л.: Астрахань – 72.

8. Бызова Л., 1973.: Методическое пособие по расчету рассеяния примесей в пограничном слое атмосферы. – М.: Гидрометеоздат – 70.

9. Руководство по контролю загрязнения атмосферы: РД 52.04.186-89, 1991.: – М.: Гидрометеоздат. – 12.

10. Муровская А., 2008.: Основы методики проектирования теплонасосных систем с грунтовыми теплообменниками// Строительство и техногенная безопасность. Сб. тр. НАПКС. – Симферополь, № 25-26, 44 – 50.

11. Державні санітарні правила охорони атмосферного повітря населених місць: ДСП-201-97. – К.: МОЗ України. – 57.

12. Податковий кодекс України, 2010.: – К.: Голос України. - № 229-230.

13. Канаева Н., Чубукчи Э., 2008.: Перспективы повышения энергетической эффективности систем теплоснабжения с применением тепловых насосов в Крыму// MOTROL. – №10А, 225 – 229.

14. Red'ko A., Kononenko A., Bugai V., 2009.: Energy efficiency of geothermal circulating of the heat supply// MOTROL. – №11А, 64 – 69.

ENVIRONMENTAL ASSESSMENT OF COMBINED YARDS FOR HEAT PUMP SEASIDE TOWN (ON THE EXAMPLE OF FEODOSIA)

Summary. The paper considers the use of heat pumps as an alternative to fuel burning settings. For example, Feodosia on the two boilers is shown the feasibility of upgrading the heating and hot water through the use of low potential energy of sea water. The calculation of environmental and economic performance, the projected payback period of the combined power system.

Key words: heat pump, fuel burning installation, Feodosia, low potential energy of sea water, pollutants, cost-effectiveness.