

(19)



**Евразийское
патентное
ведомство**

(11) **035801**

(13) **B1**

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ЕВРАЗИЙСКОМУ ПАТЕНТУ

(45) Дата публикации и выдачи патента
2020.08.13

(51) Int. Cl. **F24D 3/18** (2006.01)

(21) Номер заявки
201900030

(22) Дата подачи заявки
2018.12.19

(54) ТЕПЛОНАСОСНАЯ УСТАНОВКА СИСТЕМЫ ЦЕНТРАЛИЗОВАННОГО ТЕПЛОСНАБЖЕНИЯ

(43) 2019.05.31

(56) RU-U1-91620
RU-U1-184024
US-A1-20150183297
EP-A1-3364116

(96) KZ2018/081 (KZ) 2018.12.19
(71)(72)(73) Заявитель, изобретатель и
патентовладелец:

**СЛАВИКОВСКИЙ ВАЛЕРИЙ
АНАТОЛЬЕВИЧ; СЛАВИКОВСКИЙ
ДЕНИС ВАЛЕРЬЕВИЧ;
СЛАВИКОВСКИЙ АНТОН
ВАЛЕРЬЕВИЧ (KZ)**

(57) Изобретение относится к области теплоэнергетики, а именно к системам централизованного теплоснабжения потребителей, его использование позволяет уменьшить удельные затраты энергии на транспортировку тепловой энергии, повысить надежность теплоснабжения, уменьшить выбросы в окружающую среду продуктов сгорания топлива и низкопотенциального тепла, увеличить эффективность работы ТЭЦ по выработке электроэнергии. Теплонасосная установка системы централизованного теплоснабжения располагается в непосредственной близости от потребителя тепла и содержит последовательно соединенные конденсаторы тепловых насосов, включенные в разрыв подающей магистрали, и последовательно соединенные испарители тепловых насосов, включенные в разрыв обратной магистрали тепловой сети, привод тепловых насосов - газопоршневой двигатель (17) с системой утилизации тепла (16) и теплообменником (10), включенным в разрыв подающей магистрали, разъединительные муфты (11-15) каждого компрессора, датчики температуры и расхода теплоносителя (18, 19, 21, 22), соединенные с контроллером (24) теплонасосной установки.

B1

035801

035801

B1

Область техники

Изобретение относится к области теплоэнергетики, а именно к системам централизованного теплоснабжения потребителей.

Предшествующий уровень техники

Для сетей теплоснабжения в основном применяют централизованные двухтрубные водяные системы теплоснабжения, содержащие прямую и обратную магистраль. При этом системы теплоснабжения могут быть выполнены по открытой или закрытой схеме. В открытой схеме сетевая вода забирается на нужды горячего водоснабжения, в связи с чем в течении суток наблюдаются колебания по расходу сетевой воды до 30-40%, при среднесуточном расходе порядка 10-15%.

Поддержание комфортной температуры внутри помещений в большинстве случаев осуществляется за счет качественного регулирования, которое учитывает эквивалентную температуру наружного воздуха, т.е. такую температуру, при которой имеют место фактические тепловые потери зданий через внешний периметр. Качественное регулирование основано на температурных графиках качественного регулирования отопительной нагрузки 1, 2 (см. фиг. 1) Температурный график является компромиссом между эффективностью передачи тепла в тепловой сети (ТС) и приборами отопления, обеспечивающими нагрев воздуха внутри помещения. Для наиболее эффективной передачи тепловой энергии по тепловой сети нужно добиваться максимальной разницы температур между подачей и обратной магистралями, для эффективной работы отопительного прибора - радиатора, необходимо иметь высокую температуру теплоносителя и минимальный перепад температур в подающей и обратной магистрали. "Теплофикация и тепловые сети". Учебник для вузов. - 6-е изд., перераб. - М.: Издательство МЭИ, 1999, стр. 131.

На фиг. 1 показано: линия 1 - температура в подающей магистрали, 2 - температура в обратной магистрали. Разница температур (Тнап - температура напора) при -24° на графике составляет порядка 25°C , а полная энергия, которая может быть передана по магистрали, пропорциональна температурному напору в 95°C . Согласно температурному графику через тепловую сеть передается энергия $95/25^{\circ}\text{C}$ практически в 4 раза меньше потенциальной тепловой энергии теплоносителя. Соответственно для передачи максимальной потенциальной энергии теплоносителя при температурном графике 1, 2 необходимо, чтобы теплоноситель более четырех раз сделал круг циркуляции, так как при этом возрастут тепловые и гидравлические потери на транспортировку тепла. При температурном графике 1, 2 по фиг. 1 более эффективно будет производится отбор тепла тепловыми приборами. Такой общеприменяемый способ теплоснабжения является основой проблемы низкой эффективности центрального теплоснабжения, но в то же время является компромиссом для наиболее эффективного функционирования системы теплоснабжения в целом. К тому же высокая температура обратной сетевой воды приводит к снижению выработки электроэнергии на ТЭЦ в комбинированном режиме.

Из уровня техники известны следующие решения, устраняющие указанную проблему в теплоснабжении.

Система теплоснабжения может быть использована в системах теплоснабжения жилых, общественных и производственных зданий. Содержит источник тепла и установленную перед потребителем тепла по крайней мере двухкаскадную тепловую установку, конденсатор последнего каскада которой включен в циркуляционный контур потребителя тепла, а испаритель первого каскада включен в циркуляционный контур источника тепла, конденсатор предыдущего каскада и испаритель последующего каскада совмещены в одном двухконтурном теплообменнике (патент RU 2382282, 08.09.2008, авторы Малахов А.И., Малахов М.А.).

Недостатком системы теплоснабжения является низкая надежность, обусловленная схемой включения тепловых насосов, так как при выходе из строя одного компрессора установка становится не работоспособной. Очень тяжело добиться согласования по мощности каскадов тепловых насосов, что приведет к возрастанию потерь, отсутствует возможность регулирования теплопроизводительности по температурному графику для отопления помещений в зависимости от температуры внешней среды. При изменении расхода теплоносителя и его температуры на входе невозможно добиться максимального COP в диапазонах изменения температур и расхода теплоносителя. Поскольку в изобретении указано, что используется стандартное оборудование, то следует полагать, что компрессоры приводятся в действие механической энергией электродвигателя, энергоэффективность которых не более 20% в пересчете на энергию первичного топлива. Этим обуславливается низкая энергетическая эффективность предложенной системы теплоснабжения и длительный срок окупаемости.

Известна теплонасосная установка для отопления и горячего водоснабжения, в которой организуется многоступенчатый нагрев воды теплонасосного цикла, замкнутый контур для циркуляции рабочего тела каждого теплового насоса, представляющего собой отдельную ступень нагрева воды, состоит из испарителя, поршневого компрессора, конденсатора, соединенных последовательно трубопроводами, используют воду систем технического водоснабжения с температурой не менее 25°C . Это позволяет значительно повысить теплопроизводительность ТЭЦ путем передачи в систему отопления и горячего водоснабжения, главным образом в отопительный период (полезная модель KZ 1843, 27.08.2015 г., авторы Алимгазин А.Ш., Петин Ю.М., Алимгазина С.Г., Бахтияров А.Е.).

Недостатком полезной модели является то, что ее расположение подразумевается преимущественно на ТЭЦ с последующей передачей тепловой энергии потребителям. Применение тепловых насосов дает основной выигрыш от снижения потерь при транспортировке и увеличении количества передаваемого тепла потребителю, что в данной полезной модели не выполняется. Теплонасосная установка для отопления и горячего водоснабжения может быть применена только в частном случае, когда не изменяется температура теплоносителя и не изменяется расход теплоносителя, т.е. преимущественно в закрытой тепловой сети с устоявшимся тепловым режимом. При изменении температуры и расхода теплоносителя согласно температурному графику эффективность установки будет резко падать из-за падения СОР холодильной установки. При изменении температуры теплоносителя согласно температурному графику, поступающему на вход холодильной машины, выходной температурный график будет отличаться от заданного, что приведет к перегреву или недогреву зданий во всем диапазоне температур наружного воздуха. Поскольку не указано в изобретении другое, не отражено в формуле, а в чертежах упоминается установка НТ-3000, то следует полагать, что компрессоры приводятся в действие механической энергией электродвигателя, энергоэффективность которых не более 20% в пересчете на энергию первичного топлива. Этим обуславливается низкая энергетическая эффективность предложенной системы теплоснабжения и длительный срок окупаемости.

Известен способ горячего водоснабжения (ГВС), включающий подачу воды в теплонасосную схему (ТНС), нагрев ее до нормированной температуры с помощью тепловых насосов (ТН) и доставку нагретой воды потребителям. Каждый тепловой насос используют как ступень последовательного нагрева с теплонасосным циклом, близким к треугольному циклу Лоренца, выбирая температуру воды, подаваемую на нагрев в ТН на температуру конденсации его рабочего тела с учетом отдаваемого этой ступенью тепла. Нагретую воду доставляют в схему потребления, где при помощи регуляторов температуры ее охлаждают до температуры заданного цикла и подают обратно на нагрев (патент RU 2454608, 10.06.2011 г. авторы: Петин Ю.М., Шаманаев С.Н., Опарин Е.В., Голодников Б.С.).

Недостатком способа горячего водоснабжения является то, что испарители подключены к низкпотенциальному источнику по параллельной схеме, в связи с чем разница температур между испарителем и конденсатором будет возрастать на каждой последующей ступени, что приводит к снижению СОР. Также от низкпотенциального источника будет отбираться тепло, которое не значительно понизит температуру и будет не полностью использован ресурс НПИ. В качестве ТН используются тепловые насосы НТ-300 и НТ-1000 с электроприводами, как заявлено в описании. При этом эффективность такого привода не превышает 20% по энергии первичного топлива. В силу отсутствия регулировки производительностью при изменении расхода НПИ и его температуры снизится СОР и эффективность установки.

Ближайшим прототипом предлагаемого изобретения является система теплоснабжения содержащая подающую потребителю тепла и обратную магистрали теплоносителя и размещенную перед потребителем тепла холодильную установку, конденсатор которой включен гидравлически в подающую, а испаритель в обратную магистраль. Холодильная установка выполнена с несколькими, имеющими разный уровень температуры конденсации хладагента и соединенными последовательно по ходу теплоносителя конденсаторами и с несколькими, имеющими разный уровень температуры кипения хладагента и соединенными последовательно по ходу движения теплоносителя испарителями (патент RU 2310136, 16.02.2005, автор Малахов А.И.).

Недостатком данного изобретения является то, что система теплоснабжения может быть применена только в частном случае, когда не изменяется температура теплоносителя согласно температурному графику и не изменяется суточный расход теплоносителя, т.е. преимущественно в закрытой тепловой сети с устоявшимся тепловым режимом. При изменении температуры и расхода теплоносителя эффективность установки будет резко падать из-за падения СОР холодильной установки. При изменении температуры теплоносителя согласно температурному графику, поступающего на вход холодильной машины, выходной температурный график будет отличаться от заданного, что приведет к перегреву или недогреву зданий во всем диапазоне температур наружного воздуха. Поскольку не указано в изобретении другое, не отражено на чертежах и в формуле, следует полагать, что компрессоры приводятся в действие механической энергией, эффективность получения которой на сегодняшний день не превышает 46%, а в случае электродвигателя не более 20% в пересчете на энергию первичного топлива. Этим обуславливается низкая энергетическая эффективность предложенной системы теплоснабжения.

Раскрытие изобретения

Главной задачей предлагаемого изобретения является создание ТНУ для применения преимущественно в системах централизованного теплоснабжения, которая позволяет уменьшить удельные затраты энергии и удельную стоимость транспортировки тепловой энергии от источника к потребителю, повысить надежность теплоснабжения и его экологичность (уменьшение выбросов в окружающую среду продуктов сгорания и низкпотенциального тепла). Сопутствующая задача - увеличение эффективности работы ТЭЦ по выработке электроэнергии.

При использовании предлагаемого изобретения в системе централизованного теплоснабжения решение задачи достигается получением следующих технических результатов, а именно: снижение удельных тепловых потерь на транспортировку теплоносителя, снижение удельных гидравлических потерь на

транспортировку теплоносителя, уменьшение удельного расхода первичного топлива на транспортировку теплоносителя, увеличение КПД до 88% и КИУМ (коэффициент использования установленной мощности) тепловых сетей с 0,45 до 0,91, повышение надежности теплоснабжения, уменьшение выбросов в окружающую среду продуктов сгорания и низкопотенциального тепла.

Технические результаты, заявленные в изобретении, достигается тем, что в ТНУ системы централизованного теплоснабжения, содержащую подающую (1) потребителю тепла и обратную (16) магистраль теплоносителя и размещенную перед потребителем тепла ТНУ, конденсатор которой гидравлически подключен в подающую, а испаритель в обратную магистраль, ТНУ выполнена с несколькими, имеющими разный уровень температуры конденсации хладагента и соединенные последовательно по ходу движения теплоносителя конденсаторами тепловыми насосами (ТН) и с несколькими, имеющими разный уровень температуры кипения хладагента и соединенными последовательно по ходу теплоносителя испарителями ТН (3-7), согласно изобретению в качестве привода тепловых насосов используется газопоршневой двигатель (ГПД) (15), приводимый в движение предпочтительно природным газом, ГПД снабжен системой утилизации тепла (14), выход которой через теплообменник (8) соединен с выходной магистралью ТНУ (19), к выходному валу ГПД через управляемые разъединительные муфты (9-13) подключен каждый ТН (3-7) с возможностью подключения или отключения от вала ГПД, ТНУ содержит контроллер управления (23) с подключенными к нему комплектами датчиков расхода и температуры сетевой воды в подающей магистрали (2, 17), датчиками температуры сетевой воды в отходящей магистрали (18, 21), датчиком температуры (24) наружного воздуха, к выходу контроллера управления ТНУ подключены управляемые разъединительные муфты (9-13) и ГПД (15).

Технический результат - снижение удельных тепловых потерь - достигается тем, что низкий тепловой потенциал 3, 4 фиг. 1 теплоносителя тепловой сети (ТС) при помощи ТНУ трансформируется в высокий тепловой потенциал 1, 2 фиг. 1 теплоносителя, направляемого к потребителю. При этом снижаются потери в грунт подающей магистрали за счет теплоотдачи и за счет уменьшения коэффициента теплопроводности теплоизоляции магистрали, потери в обратной магистрали приближаются к нулю, в связи с тем, что температуры грунта и магистрали практически равны между собой. Удельные гидравлические потери - потери на передачу 1 Гкал тепла уменьшаются согласно изобретению в связи с тем, что при неизменном расходе теплоносителя, как в стандартной схеме, так и в предлагаемой, передается большее количество тепла, а гидравлические потери не изменяются. Для осуществления трансформации тепла в ТНУ согласно изобретению используется газопоршневой двигатель (ГПД), который в отличие от электропривода имеет преимущество в процентном количестве механической мощности от первичного топлива, у ГПД КПД составляет от 38 до 46% (фиг. 4) и мало зависит от величины нагрузки против порядка 20% у электродвигателя, у которого высокая зависимость КПД от нагрузки, и паразитной реактивной мощности, которая появляется в питающей сети, которая дополнительно снижает КПД. У ГПД просто осуществлять управление оборотами, в то время как для управления оборотами электродвигателя необходимо сложное и дорогостоящее устройство. Система утилизации тепла ГПД позволяет тепло, выделяющееся при работе ГПД, с выхлопа, системы охлаждения рубашки и масла, охлаждения интеркуллера направить в магистраль для подогрева сетевой воды, что компенсирует потери в магистрали тепловой сети. Также механическая энергия ГПД для привода компрессоров в тепловых насосах превращается в тепло и передается в подающую магистраль, фиг. 5, на диаграмме изображен процесс трансформации тепла с участием ГПД, который обеспечивает превращение энергии природного газа в ТНУ в тепловую энергию теплоносителя с эффективностью более 85%. Наличие контроллера ТНУ и соединенных с ним датчиков расхода и температуры сетевой воды позволяет в заданной комбинации подключать к валу ГПД ТН для обеспечения на выходе ТНУ заданного температурного графика 1,2 (фиг. 1), а также в небольшом диапазоне изменять частоту вращения ГПД для корректировки тепловой производительности ГПД.

Кроме того, количество тепловых насосов (5-9), устанавливаемых в ТНУ, рассчитывается по формуле

$$n = (T_{19} - T_1) / T_{\text{ТН}}$$

где T_{19} - максимальная температура теплоносителя на выходе ТНУ согласно температурному графику потребителя тепла;

T_1 - максимальная температура на входе в ТНУ согласно температурному графику источника;

$T_{\text{ТН}}$ - заданный шаг температуры нагрева одним ТН и находится в диапазоне 4...8 единиц. Шаг температуры нагрева выбирается в интервале 5-10 °С

С увеличением количества тепловых насосов и соответственно уменьшения шага температуры нагрева в подающей магистрали и шага охлаждения в обратной магистрали, будет возрастать COP – коэффициент трансформации каждого из тепловых насосов (фиг. 10), но в то же время будут увеличиваться капитальные затраты. Наиболее оптимальным в зависимости от параметров температурного графика $n=4...8$. Шаг температуры нагрева может задаваться как фиксированным для всех ТН, так и различным для каждого теплового насоса.

Температура обратной сетевой воды на выходе ТНУ (16) задается в диапазоне 3-15 °С и определяется на основании температуры на глубине залегания магистрали и безопасности при авариях, а также эф-

фективностью ТНУ (фиг. 10), где 10°C наиболее эффективная температура обратной сетевой воды.

Средняя температура на конденсаторе и испарителе каждого ТН задана температурным графиком для заданного объекта теплоснабжения, и при этой температуре каждый ТН имеет максимальную настроенную эффективность - COP, также дополнительно она определяется температурными сопротивлениями теплообменников и точной настройкой каждого теплового насоса и применяемого хладагента.

Уменьшение выбросов в окружающую среду не используемого низкопотенциального тепла в ТС обеспечивается за счет снижения удельных затрат энергии на передачу единицы тепловой мощности, что обеспечивается как за счет понижения температуры теплоносителя при транспортировке, так и за счет повышения эффективности самой ТНУ. В целом, с учетом сопутствующего технического результата использование изобретения приводит к уменьшению затрат энергии на передачу тепловой энергии, уменьшению использования первичного топлива и соответственно к уменьшению выбросов.

Благодаря уменьшению потерь на единицу передаваемой тепловой мощности возрастает КПД тепловых сетей до уровня 88%, а также возрастает КИУМ, так как по существующей магистрали можно передавать максимальную тепловую мощность 1,4 (фиг. 1) и получить КИУМ порядка 0,91 при существующем 0,45.

Сопутствующий технический результат, получаемый от использования ТНУ в системе централизованного теплоснабжения, в качестве источника тепла содержащих ТЭЦ, это увеличение выработки электроэнергии, обусловленное снижением температуры обратной сетевой воды, которая используется на охлаждение конденсатора ТЭЦ. Показатель увеличения выработки электроэнергии может составлять порядка 24% из расчета снижения средней температуры обратной сетевой воды с 50 до 10°C, причем каждый градус понижения температуры обратной сетевой воды дает порядка 0,6% увеличения выработки электроэнергии.

Краткое описание чертежей

На фиг. 1 показаны температурные графики тепловой сети;
на фиг. 2 - схема тепловой насосной установки ТНУ;
на фиг. 3 - таблица включения тепловых насосов в зависимости от температуры наружного воздуха;
на фиг. 4 - КПД газопоршневого двигателя;
на фиг. 5 - диаграмма потоков энергии;
на фиг. 6 - вариант № 1 применения ТНУ;
на фиг. 7 - вариант №2 применения ТНУ;
на фиг. 8 - сравнительный график зависимости потерь количества передаваемого тепла от толщины ППУ;
на фиг. 9 - сравнительный график зависимости потерь количества передаваемого тепла от длины теплотрассы;
на фиг. 10 - сравнительный график зависимости потерь количества передаваемого тепла от COP;
на фиг. 11 - сравнительный график зависимости потерь количества передаваемого тепла от коэффициента теплопроводности теплоизоляции;
на фиг. 12 - сравнительный график зависимости потерь количества передаваемого тепла от температуры обратной магистрали;
на фиг. 13 - сравнительный график зависимости потерь количества передаваемого тепла от расхода сетевой воды.

ТНУ, представленная на фиг. 2, содержит подающую потребителю тепла магистраль 1, на которой установлены датчики температуры и расхода теплоносителя 21, подключенные к контроллеру ТНУ 24, подающая магистраль 1 соединена с конденсатором первого теплового насоса ТН 5, к выходу которой подключен конденсатор ТН 7, к ТН7 подключен конденсатор ТН 8 и к выходу ТН 8 подключен конденсатор ТН 9, к обратной магистрали 2, подключаемой к источнику теплоснабжения, в частности к ТЭЦ, (фиг. 2) подключен испаритель ТН 5, к его выходу подключен испаритель ТН 6, к его выходу подключен испаритель ТН 7, к его выходу подключен испаритель ТН 8 и к его выходу испаритель ТН 9. К выходу конденсатора ТН 9 подключен теплообменник 10, который соединен через утилизатор тепла 16 с ГПД 17, на вход ГПД подключена магистраль природного газа 20, к выходу теплообменника 10 подключена выходная подающая магистраль 3, обеспечивающая подачу теплоносителя потребителю, на тепловую магистраль 3 установлен датчик температуры 19, который соединен с входом контроллера ГПУ, к входу испарителя ТН 9 подключена обратная магистраль 4 от потребителя тепла, на которую установлен датчик температуры 4, который соединен со входом контроллера ТНУ 24, ТНУ содержит датчик температуры наружного воздуха 23, который соединен с контроллером ТНУ, на приводной вал насоса каждого из ТН 5-9 установлена разъединительная муфта 11-15, второй конец муфты соединен с валом ГПД 25, каждая из муфт соединена так же с контроллером ТНУ с возможностью подключения или отключения вала компрессора ТН к ГПД.

Работа ТНУ

Работает ТНУ в сетях центрального теплоснабжения следующим образом. Согласно температурному графику фиг. 1, 3 на вход ТНУ поступает сетевая вода с определенной по наружному воздуху темпе-

ратурой, датчики температуры и расхода 21 и 18, а также датчики температуры 19 и 22 фиксируют эти значения и передают на контроллер ТНУ, также на контроллер ТНУ поступают данные температуры наружного воздуха с датчика 23. Контроллер запускает ГПД 17 и обеспечивает поддержание необходимого режима ГПД, при его работе выделяется тепловая энергия, которая собирается утилизатором тепла ГПД 16 и через теплообменник 10 подается в магистраль подачи сетевой воды. Для передачи необходимого количества тепла потребителю согласно температурному графику фиг. 11 и 2 по магистралям 3 и 4 контроллер ТНУ подключает необходимое количество ТН 5-9 таким образом, чтобы при заданной температуре наружного воздуха обеспечить заданные температуры в магистралях 3 и 2. Поскольку каждый ТН настроен на заданную температуру, которая обеспечивает ему максимальный СОР при изменении входной температуры на магистрали 1, согласно температурному графику будут подключаться различные ТН, обеспечивая тем самым точное поддержание заданной температурным графиком температуры. При малой входной температуре в большей степени работают ТН 5-6, при высокой - 7-8 (фиг. 3, где показана таблица включения тепловых насосов в зависимости от температуры наружного воздуха и температуры во входной магистрали). Таким образом, к примеру, при изменении температуры теплоносителя на входе от 18 до 38°C и охлаждения и отдаче в обратную магистраль 2 теплоносителя с температурой +10°C на выходе установки, при изменении температуры наружного воздуха от -24 до +8°C теплоноситель будет подаваться потребителю с температурой +42 ... +95°C с высокой точностью, что и обеспечит надежность теплоснабжения.

Промышленная применимость

ТНУ может быть использована для улучшения параметров ТС и ТЭЦ в системе централизованного теплоснабжения и включаться в тепловую сеть согласно различным схемам. При необходимости значительно увеличить пропускную способность магистрали ТС подключение проводится согласно фиг. 6, где к подающей магистрали от ТЭЦ 26 штатно присоединен потребитель 27, а к обратной магистрали потребителя 26 подключается вход 1 ТНУ, выход ТНУ 16 подключается к обратной магистрали ТЭЦ, к выходам ТНУ 19 и 21 подключается дополнительный потребитель 30. Параллельно ТН 28, для повышения живучести и грубой ступенчатой регулировки могут быть подключены один 29 и более ТНУ по параллельной схеме. Преимущество такой схемы - обеспечение максимальной тепловой пропускной способности 1, 4 на фиг. 1. и температура подающей воды может быть более 95°C. В этой схеме ТНУ также может подключаться каскадами в точке 21.

В случае когда нужно снизить тепловые потери и не значительно увеличить (до 50%) пропускную способность магистрали ТС, подключение ТНУ производится согласно фиг. 7. Для повышения надежности и обеспечения ступенчатой регулировки количества передаваемого тепла параллельно ТНУ 28 можно включать один или несколько ТНУ 29. Такая схема включения имеет ограничение по входной температуре теплоносителя.

Приведенное включение и использование ТНУ на фиг. 6 и фиг. 7 не ограничивается этими вариантами. ТНУ так же может работать и в летнее время для охлаждения зданий, что значительно увеличит экономический эффект и окупаемость ТНУ.

Так же можно применять предлагаемую конструкцию в тепловых насосах воздух - вода для отопления помещений, где в значительной степени изменяется температура воздуха, для тепловых насосов типа вода - вода, где при изменении температуры наружного воздуха значительно меняется потребность в количестве вырабатываемого тепла и температура теплоносителя.

Применяемые в ТНУ комплектующие известны в технике, к примеру, ГПУ с утилизатором тепла может быть использована от серийно производимой когенерационной установки, тепловые насосы ТН 5-9 изготавливаются из существующих на рынке компрессоров, преимущественно по двухкомпрессорной схеме с переохладителем, а также серийными теплообменниками необходимой мощности, в качестве разъединительных муфт возможно использование электромуфт, гидравлических муфт.

Для достижения наибольшего эффекта ТНУ монтируются рядом с потребителем тепловой энергии - здания, жилые комплексы.

Технические результаты применения ТНУ, описанной в данном изобретении, можно оценить на основании графиков, полученных расчетным путем для трассы 5000 м и диаметром магистрали 0,7 м:

1. Фиг. 8 - зависимость потерь от толщины изоляции ППУ с $\kappa=0,033$ (коэффициент теплопроводности), передаваемая тепловая мощность увеличивается и значительно уменьшаются тепловые потери, но при увеличении толщины изоляции до 100 мм величина потерь становится практически одинакова. Можно снизить стоимость труб с ППУ за счет применения более тонкой теплоизоляции.

2. Фиг. 9 - приведена зависимость потерь и количество передаваемой тепловой мощности от длины магистрали ТС. Использование ТНУ позволяет передавать большее количество тепла на большее расстояние с меньшими потерями

3. Фиг. 10 - приведена зависимость количества передаваемого тепла и потерь в зависимости от СОР. Применение будет эффективным начиная с СОП более 4, 5. В изобретении минимальный уровень СОР обеспечивается не менее 7.

4. Фиг. 11 - приведена зависимость потерь и количество передаваемой тепловой мощности от ко-

эффекта теплопроводности теплоизоляции. С увеличением коэффициента теплопроводности использование ТНУ позволяет значительно снизить коэффициент потерь. Особенно актуально при "замокании" магистралей ТС.

5. Фиг. 12 - приведена зависимость количества передаваемого тепла и потерь в зависимости от температуры обратной сетевой воды. С увеличением температуры свыше +10 °С при использовании ТНУ значительно снижается количество передаваемого тепла и вырастают потери. При понижении температуры обратной сетевой воды ниже определенного значения можно получить обратный коэффициент тепловых потерь из-за наведенного тепла от грунта и подающей магистрали ТС.

6. Фиг. 13 - приведена зависимость количества передаваемого тепла и потерь в зависимости от расхода теплоносителя в магистрали ТС. С уменьшением расхода теплоносителя, особенно в актуально в открытых системах теплоснабжения, ТНУ позволяет значительно снизить потери.

С экономической точки зрения промышленное использование предполагаемого изобретения в системах централизованного теплоснабжения достаточно эффективно.

ФОРМУЛА ИЗОБРЕТЕНИЯ

1. Теплонасосная установка (ТНУ) системы централизованного теплоснабжения, содержащая подающую (1) потребителю тепла и обратную (16) магистраль теплоносителя и размещенную перед потребителем тепла ТНУ, конденсатор которой гидравлически подключен в подающую, а испаритель - в обратную магистраль, ТНУ выполнена с несколькими, имеющими разный уровень температуры конденсации хладагента и соединенными последовательно по ходу движения теплоносителя конденсаторами тепловыми насосами (ТН) и с несколькими, имеющими разный уровень температуры кипения хладагента и соединенными последовательно по ходу теплоносителя испарителями ТН (3-7), отличающаяся тем, что в качестве привода тепловых насосов используется газопоршневой двигатель (ГПД) (15), приводимый в движение природным газом, газопоршневой двигатель снабжен системой утилизации тепла (14), выход которой через теплообменник (8) соединен с выходной магистралью ТНУ (19), к выходному валу газопоршневого двигателя через управляемые разъединительные муфты (9-13) подключен каждый ТН (3-7) с возможностью подключения или отключения от вала газопоршневого двигателя, ТНУ содержит контроллер управления (23) с подключенными к нему комплектами датчиков расхода и температуры сетевой воды в подающей магистрали (2, 17), датчиками температуры сетевой воды в отходящей магистрали (18,21), датчиком температуры (24) наружного воздуха, к выходу контроллера управления ТНУ подключены управляемые разъединительные муфты (9-13) и газопоршневой двигатель (15).

2. Теплонасосная установка (ТНУ) для систем централизованного теплоснабжения по п.1, отличающаяся тем, что количество тепловых насосов (3-7), устанавливаемых в ТНУ, рассчитывается по формуле

$$n = (T_{19} - T_1) / T_{\text{ТН}}$$

где T_{19} - максимальная температура теплоносителя на выходе ТНУ согласно температурному графику потребителя тепла;

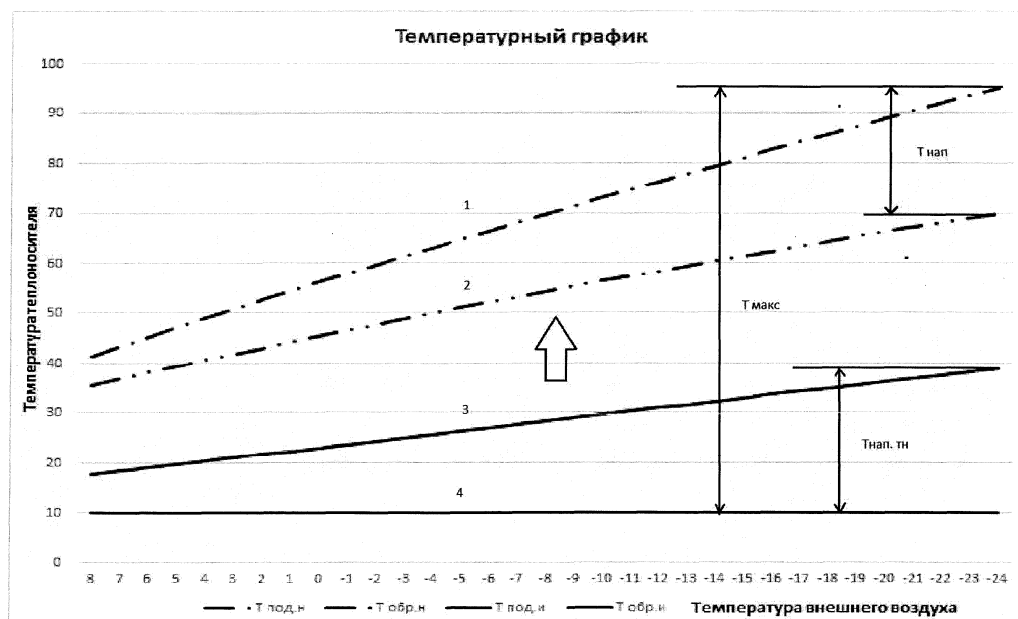
T_1 - максимальная температура на входе в ТНУ согласно температурному графику источника;

$T_{\text{ТН}}$ - заданный шаг температуры нагрева одним ТН.

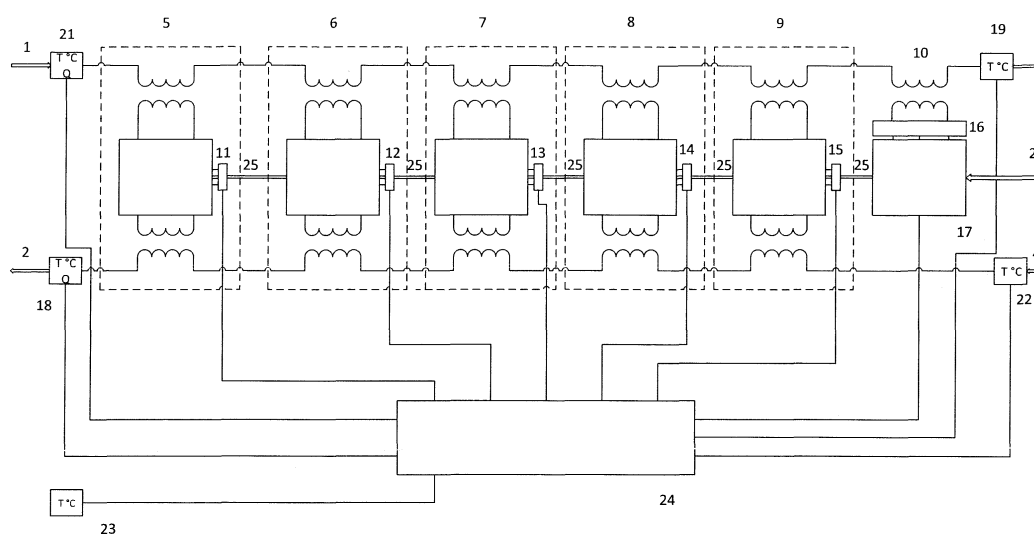
3. Теплонасосная установка (ТНУ) для систем централизованного теплоснабжения по п.2, отличающаяся тем, что $T_{\text{ТН}}$ - шаг температуры нагрева, выбирается в интервале 5-10°С

4. Теплонасосная установка (ТНУ) для систем централизованного теплоснабжения по п.1, отличающаяся тем, что температура обратной сетевой воды на выходе ТНУ (16) задается в диапазоне 3-15°С

5. Теплонасосная установка (ТНУ) для систем централизованного теплоснабжения по п.1, отличается тем, что средняя температура на конденсаторе и испарителе каждого ТН задана температурным графиком для заданного объекта теплоснабжения и при этой температуре каждый ТН имеет максимальную настроенную эффективность COP.



Фиг. 1

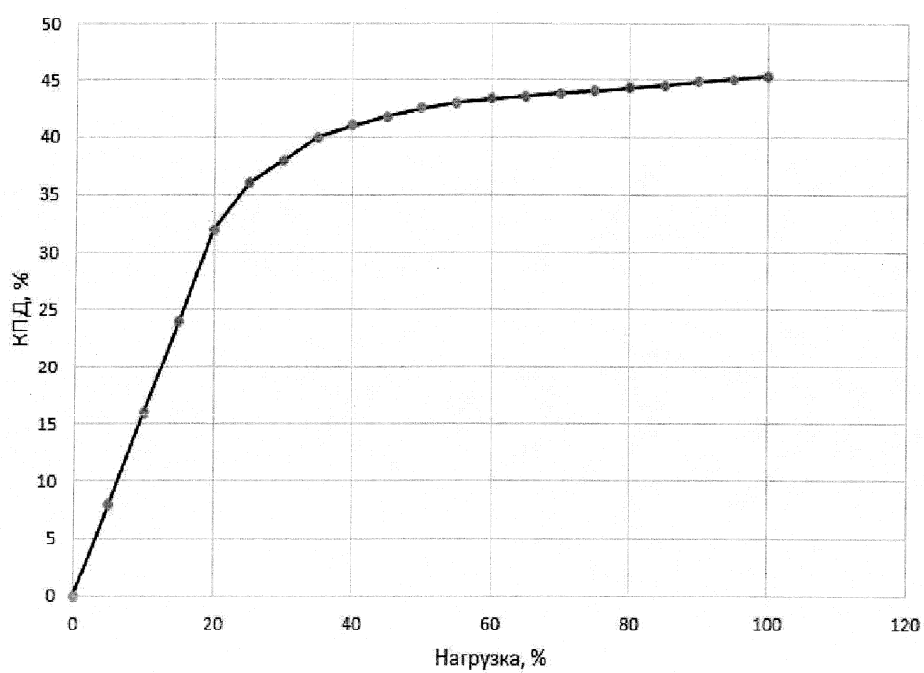


Фиг. 2

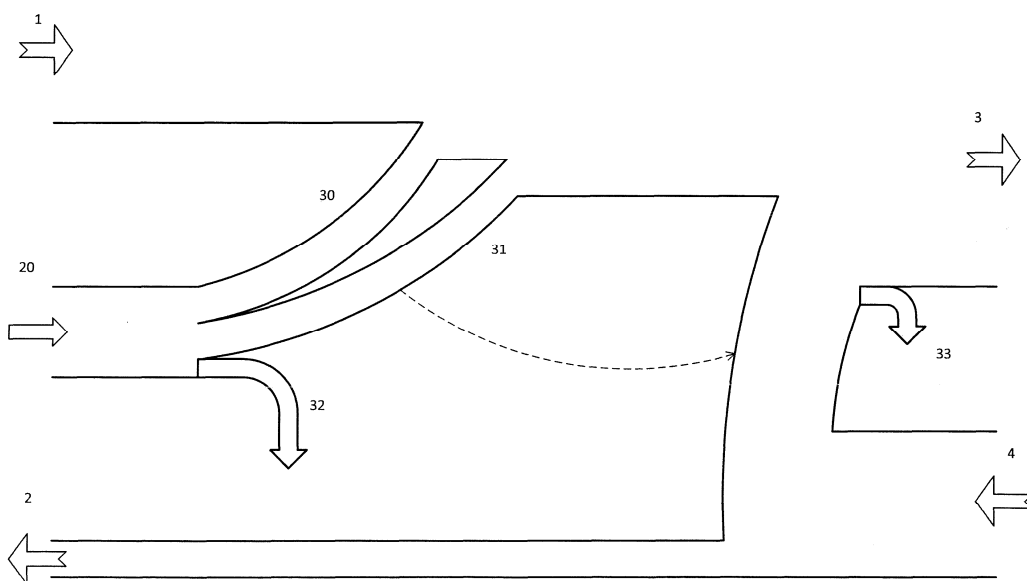
Т нар	ТН 1	ТН 2	ТН 3	ТН 4	ТН 5
8	1	1	1		
7	1	1	1		
6	1	1	1		
5	1	1	1		
4	1	1	1		
3		1	1	1	
2		1	1	1	
1		1	1	1	
0		1	1	1	
-1		1	1	1	
-2			1	1	1
-3			1	1	1
-4			1	1	1
-5			1	1	1
-6			1	1	1
-7			1	1	1
-8			1	1	1
-9			1	1	1
-10			1	1	1
-11			1	1	1
-12			1	1	1
-13			1	1	1
-14				1	1
-15				1	1
-16				1	1
-17				1	1
-18				1	1
-19				1	1
-20				1	1
-21				1	1
-22				1	1
-23				1	1
-24				1	1
-25				1	1

Фиг. 3

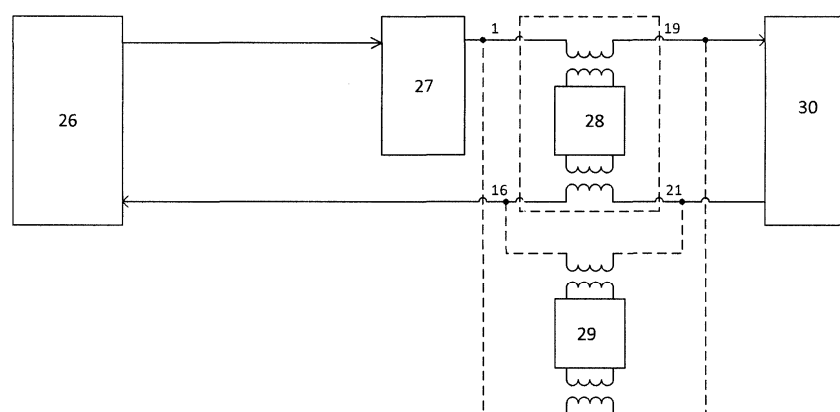
КПД



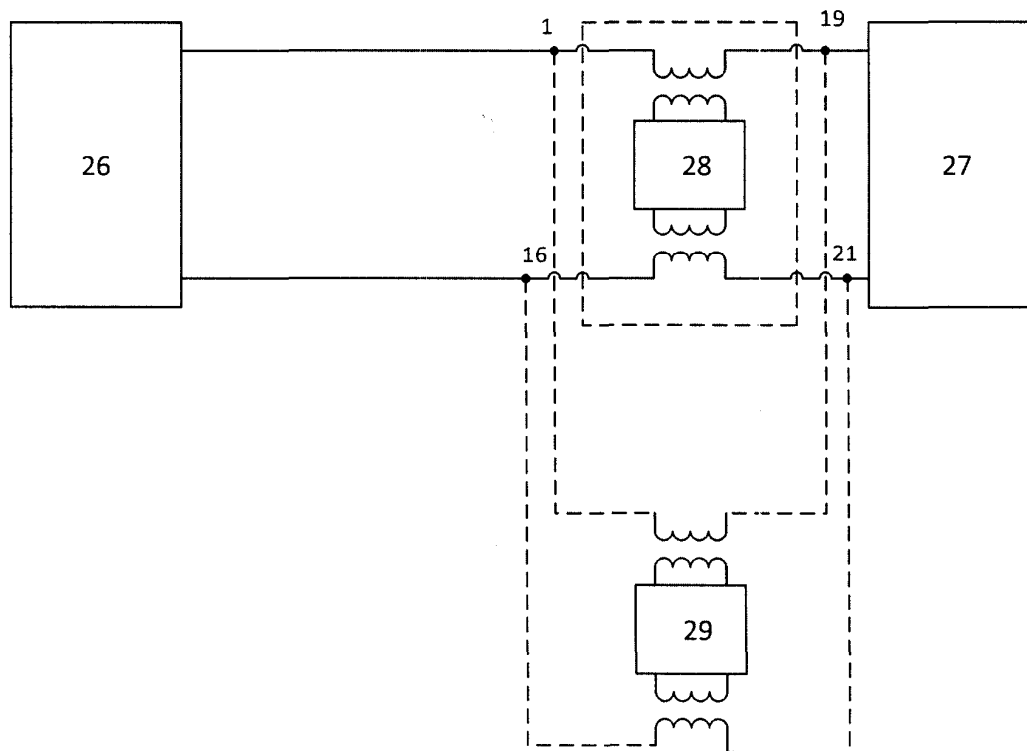
Фиг. 4



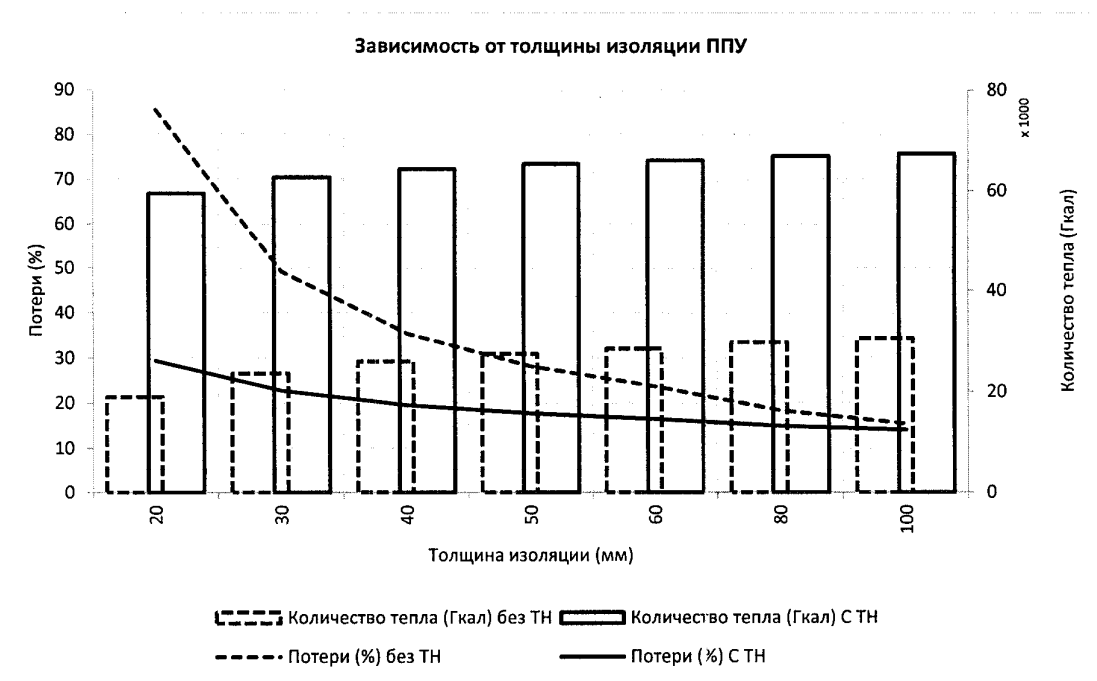
Фиг. 5



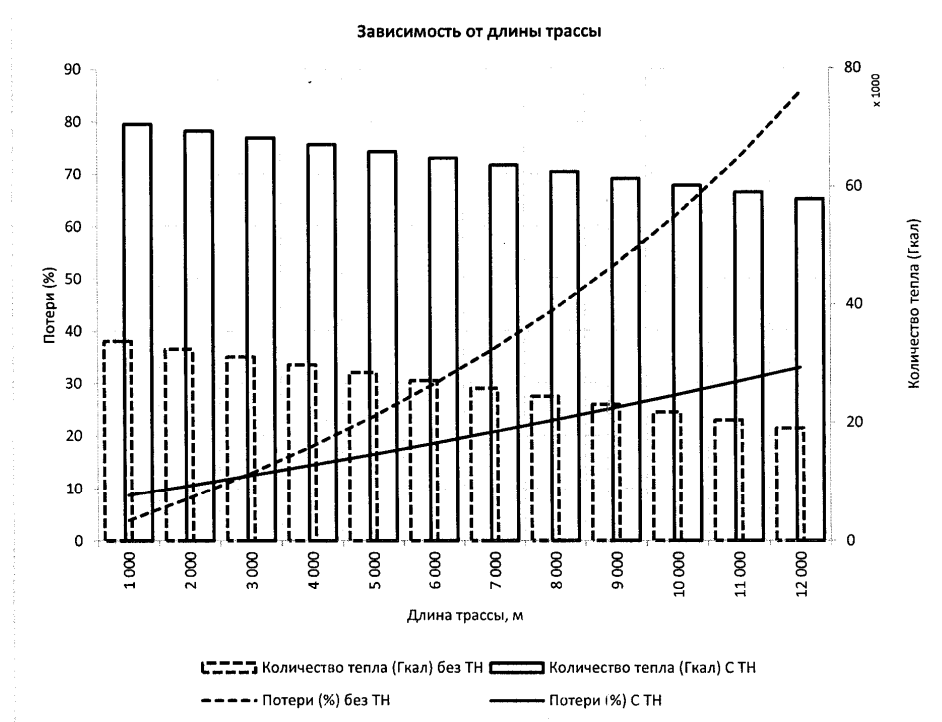
Фиг. 6



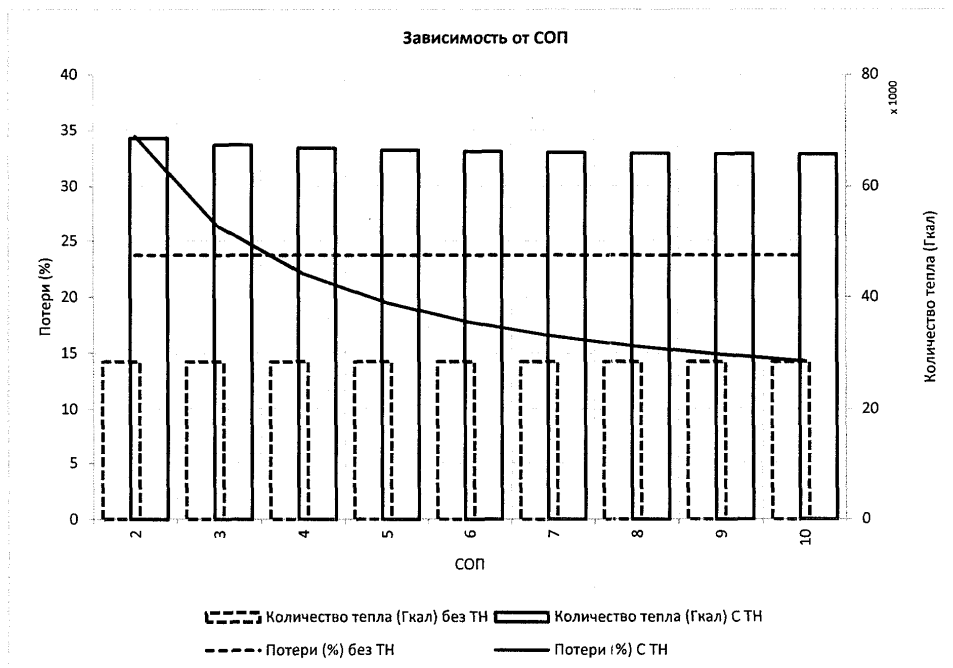
Фиг. 7



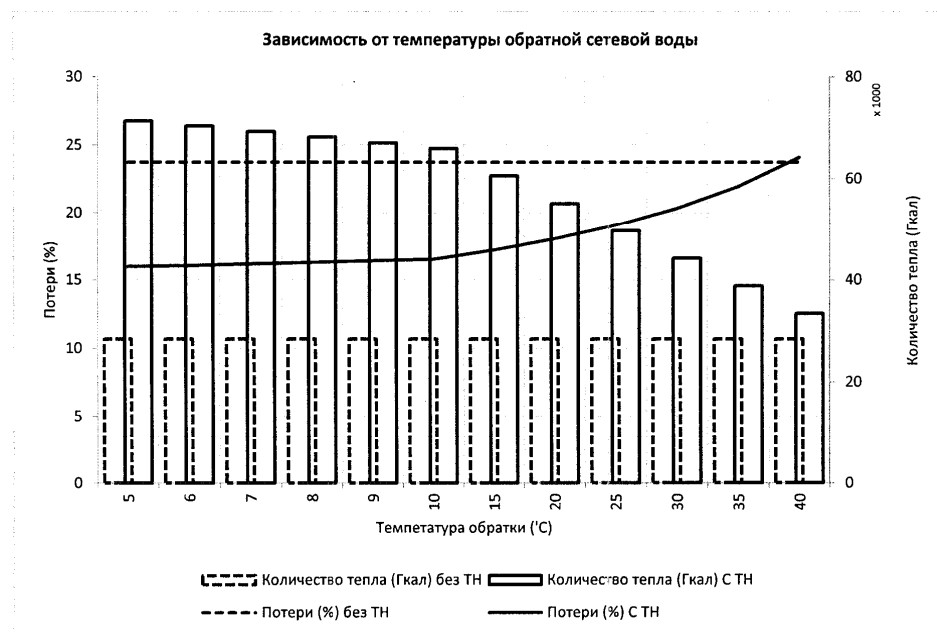
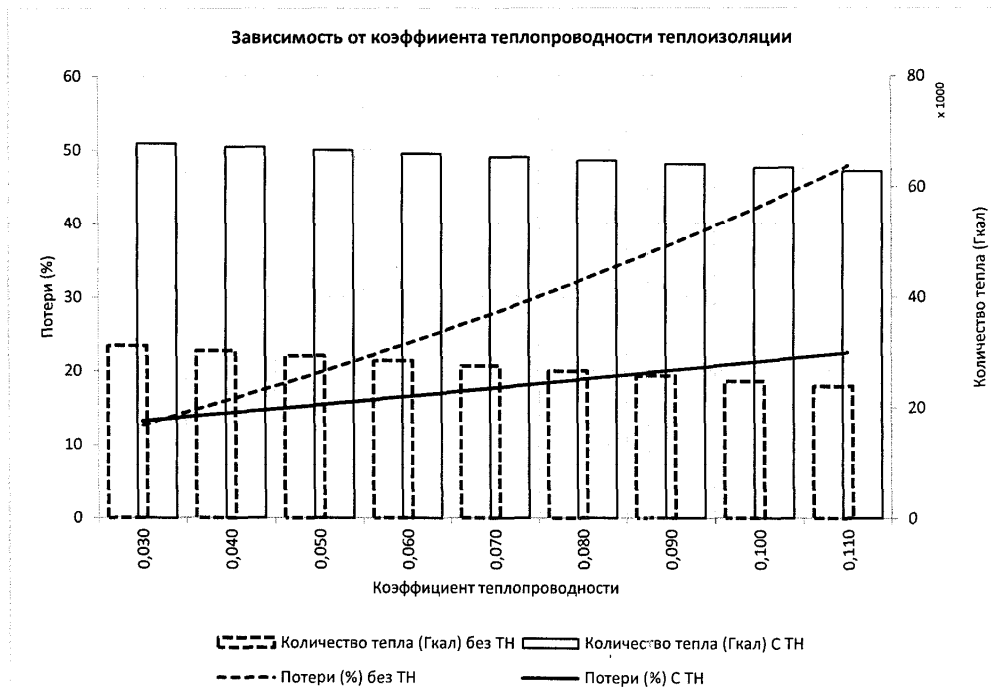
Фиг. 8

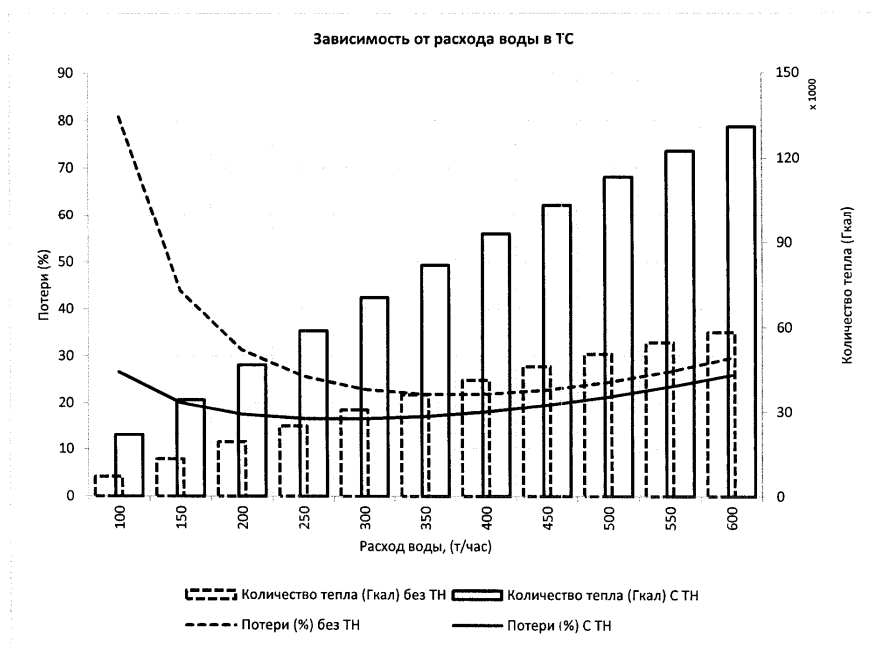


Фиг. 9



Фиг. 10





Фиг. 13



Евразийская патентная организация, ЕАПВ
 Россия, 109012, Москва, Малый Черкасский пер., 2