

УДК 621.181.7

Правник Ю.И. – заведующий лабораторией

E-mail: Gust.Sim@mail.ru

Садьков Р.А. – доктор технических наук, профессор

E-mail: sadykov_r_a@mail.ru

Антропов Д.Н. – кандидат технических наук, доцент

E-mail: antropov@mesys.ru

Рахимов Р.Г. – студент

E-mail: rakhimov_13@mail.ru

Фаизов А.И. – студент

E-mail: azatazatka@mail.ru

Казанский государственный архитектурно-строительный университет

Адрес организации: 420043, Россия, г. Казань, ул. Зелёная, д. 1

Ерёмин С.А. – главный инженер

E-mail: keo@i-set.ru

МУП ПО «Казэнерго»

Адрес организации: 420021, Россия, г. Казань, ул. Тукая, д. 162

Мобильная теплогенерирующая установка производительностью 1600 кВт¹

Аннотация

Представлено описание и работа мобильной теплогенерирующей установки, производительностью 1600 кВт энергии (МТУ-1600), смонтированной на базе шасси КАМАЗа-43114 с прицепом, с целью её применения: в чрезвычайных ситуациях, геологоразведке, в отдаленных районах крайнего севера и для населенных пунктов, не имеющих централизованного теплоснабжения. МТУ-1600 можно использовать так же, как аналог стационарной крышной котельной установки. Кроме того в работе приводится краткое описание тепловой схемы и новых, запатентованных авторами, отдельных узлов установки, а также управление МТУ-1600 с использованием автоматизированного микропроцессорного комплекса АМК-1.

Ключевые слова: теплогенерация, котельная установка, мобильный, окружающая среда, автоматика, водоподогреватель, теплообменник.

В современных условиях постоянного роста стоимости энергоносителей, требования сокращения загрязняющих выбросов в окружающую среду актуальной становится проблема энергоресурсосбережения за счёт использования новых технологий теплогенерации и энергопреобразования.

Мобильная теплогенерирующая установка мощностью 1600 кВт (МТУ-1600) смонтирована на базе шасси КАМАЗа-43114 с прицепом предназначена для отопления помещений (площадью 15400 м² или объёмом 46200 м³) и в случаях возникновения чрезвычайных ситуаций, геологоразведке, в отдаленных районах крайнего севера и для населенных пунктов, не имеющих централизованного теплоснабжения и она способна решать проблему временного (постоянного) отопления и горячего водоснабжения объектов социального назначения. В своем исполнении МТУ-1600 может применяться как стационарная крышная котельная. В России в связи с широко развёрнутым строительством жилых строений в районах, где не имеется центрального теплоснабжения, мобильные теплогенерирующие установки являются достаточно не дорогим выходом из положения без необходимости прокладки не коротких дорогостоящих теплотрасс, где дополнительно теряется тепловая энергия.

На рис. 1 изображена тепловая схема МТУ-1600. Установка смонтирована на базе шасси КАМАЗа имеет габариты 15,6x2,4x2,4 м. и включает в себя: 1 – модуль-водоподогреватель; 2 – шнековый теплообменник; 3 – сетевой насос; 4 –

¹ Статья посвящена светлой памяти Правника Юрия Иосифовича (заведующего лабораторией кафедры «Теплоэнергетика») – прекрасного человека и наставника многих наших студентов и аспирантов.

газорегуляторная установка; 5 – магнитный очиститель; 6 – расширительный бак; 7 – циркуляционный насос; 8 – водяной фильтр; 9 – газовый фильтр; 10 – 3-х ходовой кран $D_y=100$; 11 – вентиль $D_y=100$; 12 – вентиль $D_y=50$; 13 – обратный клапан $D_y=100$; 14 – обратный клапан $D_y=50$; 15 – воздушник; (предохранительно-запорный электромагнитный кран.); 16 – электронный многопараметрический датчик давления и температуры [1]; 17 – электронный многопараметрический датчик давления, температуры и расхода [2].

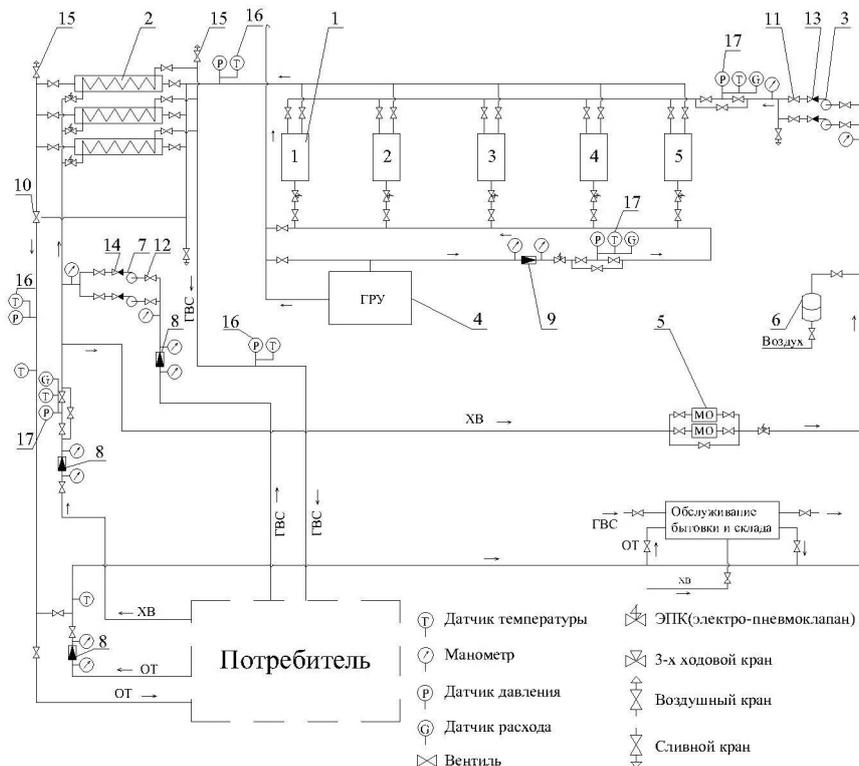


Рис. 1. Тепловая схема МТУ-1600

На установке МТУ-1600 имеется 5 модулей водоподогревателя спирального типа (МВПС), один из которых является резервным. Источником энергии МВПС является газовая горелка инфракрасного излучения (ГГИИ);

ГГИИ по сравнению с другими способами получения энергии является достаточно экономичной, экономит около 15-30 % газа, это вызвано тем, что газ практически полностью сжигается, для крышных котельных установок (КТУ) используется керамика, для МТУ-1600 металлическая сетка.

Теплоноситель от водоподогревателей поступает в два блока теплообменников (имеется еще один резервный), каждый из которых состоит из трех шнековых теплообменников, в которых производится обогрев холодной воды поступающей извне. Нагретая вода идет на горячее водоснабжение, а теплоноситель при выходе из теплообменников идет на отопление объекта. Циркуляцию теплоносителя в системе осуществляет сетевой насос (предусмотрен один резервный). Расчетная мощность распределяется следующим образом: на горячее водоснабжение – 732 кВт, на отопление – 868 кВт.

Регулировка температуры горячего водоснабжения ГВС осуществляется по следующим вариантам: либо циркуляцией, либо добавлением холодной воды уже на выходе из водоподогревателей. Температура теплоносителя регулируется оператором. Система подпитки включает: магнитную водоочистку, бак подпитки с умягченной водой, насос подпиточный, соединенный с трубопроводами обратки.

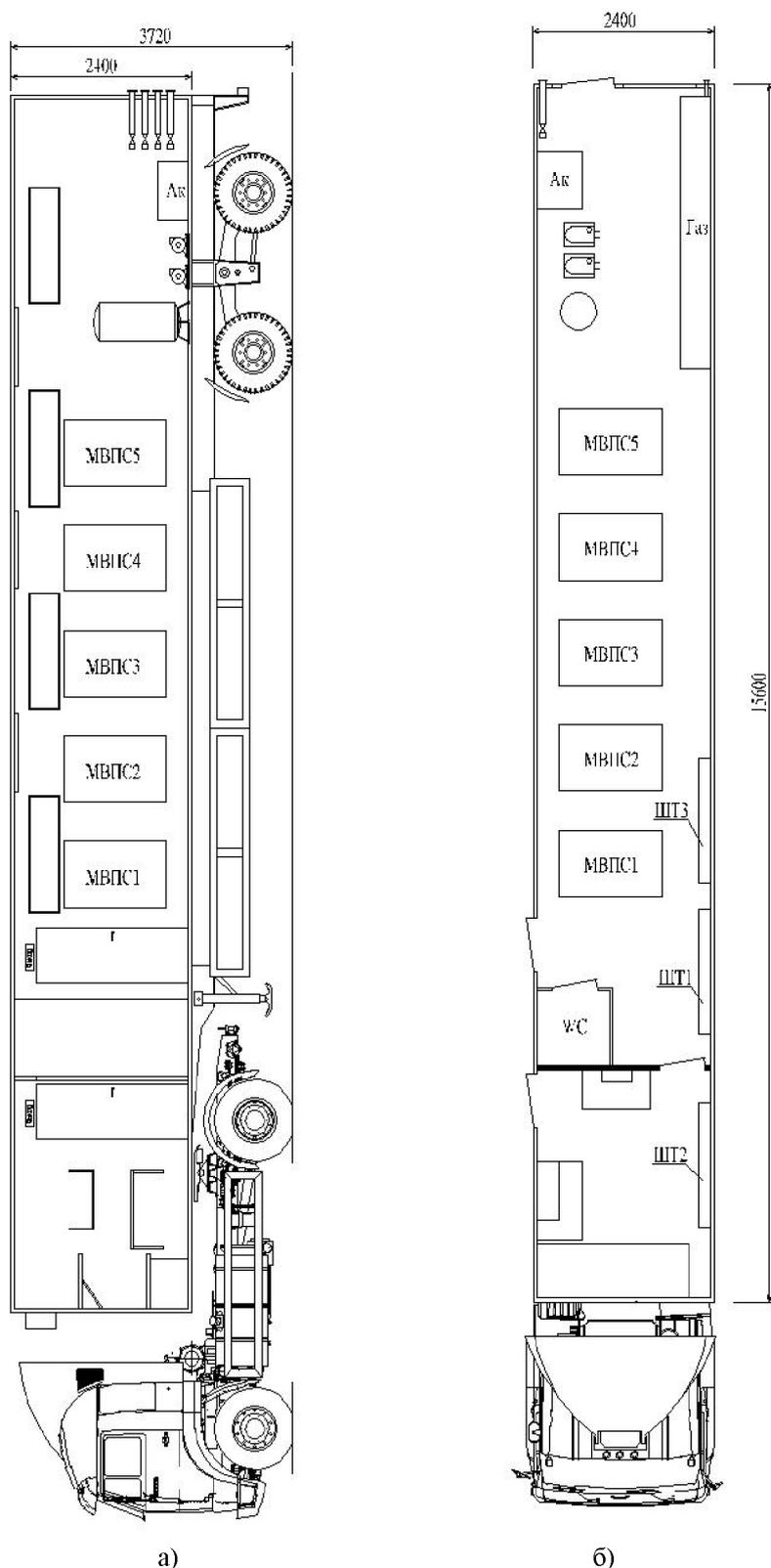


Рис. 2. КАМАЗ (а – вид сбоку; б – вид сверху)

В МТУ-1600 предусмотрена также собственная газорегуляторная установка (ГРУ), используемая в случаях, когда возникает необходимость использовать газ в баллонах, т.е. когда объект не газифицирован.

На рис. 2 представлен общий вид МТУ-1600.

Научная новизна проекта заключается в использовании модуля водоподогревателя спирального мощностью 400 кВт (МВПС-400) (рис. 3), который представляет собой сдвоенный ВПС-200, включающий два стальных плоских диска 1, разделённых между собой тонкой медной пластиной 2. Стороны дисков 1, соприкасающиеся с пластиной 2, имеют спиральные каналы для протока нагреваемой среды, (в нашем случае, воды). Направление потоков нагреваемой воды у одного диска от центральной части витка, во втором диске с периферийной. Длина спирали может составлять десятки метров, площадь поверхности теплообмена может быть больше площади диска. Такая конструкция – компактна, повороты потока обеспечивают дополнительный тепловой эффект.

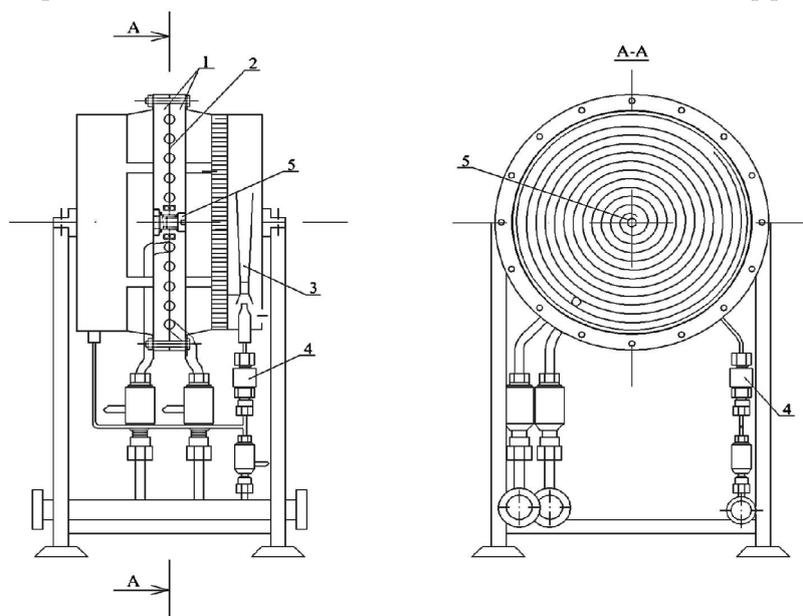


Рис. 3. Модуль водоподогревателя спиральный МВПС – 400:
1 – диск; 2 – пластина; 3 – газовая горелка инфракрасного излучения (ГГИИ);
4 – электро-пневмоклапан газа (ЭПК); 5 – центральный болт с гайкой

Противоположные стороны дисков 1 плоские с окисленными шероховатыми поверхностями, что повышает степень черноты стали. К ним крепятся газовые горелки инфракрасного излучения 3 (ГГИИ). Диски вместе с ГГИИ скрепляются по периферии болтами, в центре – болтом с гайкой 5 специальной конструкции, обеспечивающие герметичность соединения и прочность всей конструкции. ГГИИ работают на основе беспламенного сгорания газо-воздушной смеси внутри керамической плитки с микроотверстиями и не требуют удаление выхлопных газов через отводящую трубу. Температура нагрева излучаемой поверхности составляет 850-900 °С.

Излучение аналогично обычному свету и проникает через воздух практически без энергопотерь. Инфракрасный излучатель экономит энергию до 30-60 %, прост в обслуживании, имеет высокий уровень безопасности; снабжён: безопасным воспламенителем с контролем пламени; газовым электронным пневматическим клапан (ЭПК) с редуктором газа, термопарой и системой контроля розжига. Температура поддерживается заданной отключением и включением ЭПК поз. 4 (рис. 3) одного из дисков, экономичным, компактным, и относительно простым в эксплуатации устройством [3].

Другой научной новизной МТУ-1600 является использование шнекового трёхступенчатого водо-водяного теплообменника, представленного на рис. 4. Здесь теплоносителем является горячая вода. Каждая ступень теплообменника включает: турбулизатор в виде шнека 1, размещённый в кожухе 2, расположенном в корпусе 3. Кожух 2 соединён патрубками 4 входа и выхода нагреваемой воды для последовательного протока по всем ступеням. Пространство внутри шнека 1 является внутренним каналом, между кожухом 2 и корпусом 3 – наружным каналом для теплоносителя. Манжетные уплотнения 5 с распорными гайками обеспечивают герметичную изоляцию теплоносителя и нагреваемой воды. Расходная шайба 6 обеспечивает проток заданного количества

теплоносителя по наружным и внутренним каналам в ступенях. Расходная шайба 7 обеспечивает заданный расход теплоносителя по ступеням. Все ступени объединены коллекторами 8 входа и выхода теплоносителя. Ступени с каждой стороны снабжены заглушками 9. Сняв заглушку 9, удалив расходные шайбы 6 и 7 и соответствующее манжетное уплотнение 5, можно вынуть шнек 1 из ступени для его очистки от накипи, чем упрощается эксплуатация теплообменника. Длина шнека чуть больше метра.

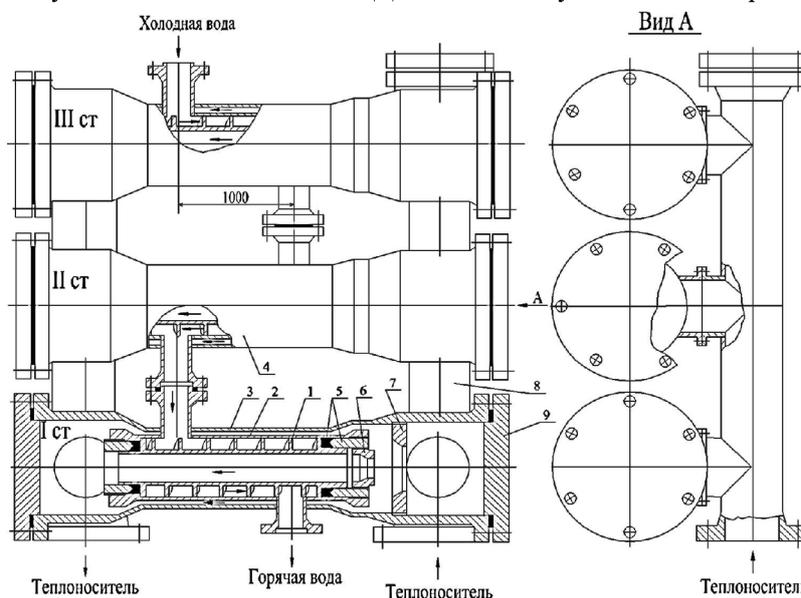


Рис. 4. Теплообменник шнековый трёхступенчатый:

- 1 – шнек; 2 – кожух; 3 – корпус; 4 – патрубок; 5 – манжетное уплотнение;
6 – расходная шайба; 7 – расходная шайба; 8 – коллектор; 9 – заглушка

Шнековый теплообменник работает следующим образом. Теплоноситель, воздействуя на нагреваемую воду через внутренний и внешний каналы, одновременно протекает параллельно по всем ступеням. Путь, время пребывания нагреваемой воды и поверхность теплообмена увеличены благодаря винтовой направляющей шнека 1 и последовательному её потоку во всех ступенях, чем увеличивается кратность обмена теплоносителя за один проход нагреваемой жидкости и повышается интенсивность теплообмена между нагреваемой водой и теплоносителем. Теплообмен ещё более усиливается благодаря винтовому движению потока нагреваемой воды с изменением направления вращения потока нагреваемой воды по винтовому каналу шнека во второй ступени и возврату к начальному направлению вращения в третьей ступени, к тому же, в первой и третьей ступенях обеспечивается теплообмен противотоком [4].

Энергия теплоносителя намного превосходит требуемую для горячего водоснабжения. Излишек энергии теплоносителя может быть использован в системе отопления. Это позволяет обходиться одной линией энергоносителя, с одной группой сетевых насосов, вместо двух по схеме: одна линейка – на отопление, вторая – для горячего водоснабжения.

Установка может использоваться в промышленной теплоэнергетике, МЧС, ЖКХ, отдельных организациях и производствах, отдалённых от центра населённых пунктов и районов и т.п.

Используемый автоматизированный микропроцессорный комплекс АМК-1 (далее комплекс), доработан, с учётом особенностей предлагаемой установки, для чего заменена регулировка давления газа и воздуха на отключение горелок, а частотные преобразователи дутьевого вентилятора и дымососа переключена на преобразователи сетевых насосов, электрических клапанов и т.д.

Общий вид установки показан на рис. 5.



Рис. 5. Общий вид установки АМК-1:
1 – шкаф АМК-1; 2 – шкаф, имитирующий работу котлов;
3 – персональный компьютер, с установленным программным обеспечением

Комплекс осуществляет контроль и управление теплогенерирующей установкой в соответствии с действующими нормативными документами, обеспечивая при этом:

- автоматический пуск и остановку установки дистанционно (по команде оператора с клавиатуры лицевой панели комплекса) или по команде с верхнего уровня (по команде диспетчера) и настройку работы установки на оптимальный режим (минимум расхода и максимум результата);
- аварийную защиту и сигнализацию;
- автоматическое регулирование параметров;
- представление на дисплее комплекса значений параметров, информации о ходе техпроцесса;
- управление исполнительными механизмами (ИМ) с клавиатуры комплекса (управление в ручном режиме);
- связь с внешним устройством, компьютером, модемом, радиомодемом;
- защиту от неправильных действий оператора, несанкционированного доступа к управлению техпроцессом и ИМ;
- архивирование событий (пуск, останов котла и т.п.), измеряемых параметров, нештатных ситуаций (НС), предыстории аварии;
- автоматическую самодиагностику и диагностику технологического оборудования;



Рис. 6. Клавиатура АМК-1

Комплекс осуществляет преобразование показания датчиков указанных параметров в электрические сигналы:

- температуры прямой воды ($T_{пв}$), обратной воды ($T_{обв}$), уходящих газов ($T_{уг}$), жидкого топлива ($T_{м}$) в диапазоне от 0 до 200 °С. Дополнительно необходимо будет ввести: температуры на выходе системы горячего водоснабжения (ГВС) – $t_{гвс}$, холодной воды – $t_{хв}$ и воды возврата в системе циркуляции – $t_{ц}$;
- давления прямой воды ($P_{пв}$), в топке ($P_{т}$), воздуха ($P_{вз}$), топлива перед горелкой ($P_{г}$ – газа или $P_{м}$ – мазута), пара ($P_{п}$), уровня в баке ПК (НБ). Контролируется повышение давления воды в коллекторах входа и выхода водоподогревателей соответственно: $P_{х}$ и $P_{г}$, давления воды в коллекторах входа и выхода теплообменников $P_{хг}$ и $P_{гг}$;

- достижения температуры прямой воды и давления газа за основным запорным органом предельно-допустимых значений, наличия факела запальника и факела горелки, положения запорной арматуры. Кроме того дополнительно вводятся механизмы отдельного отключения и включения модулей водоподогревателей и регулировки частотников сетевых насосов и подключения системы подпитки по сигналу давления с сетевых насосов P_x , а также приборы контроля качества водоумягчения и приборы адекватного реагирования действия датчиков загазованности помещения природным или угарным газом (отключение установки при загазованности) с подачей звукового сигнала. Предусмотреть регулировку режима работы установки от наружной температуры окружающего среды.

Условия эксплуатации

Комплекс рассчитан на эксплуатацию при:

- температуре окружающего воздуха от 0 до +60 °С;
- относительной влажности окружающего воздуха до 80 % при температуре 35 °С;
- вибрации частотой (10÷150) Гц, амплитудой не более 0,075 мм.

1. Вывод информации

Комплекс осуществляет:

- представление на дисплее информации о значениях параметров, состоянии котла, исполнительных механизмов, датчиков, наличии нештатных ситуаций (НС) и т.п.;
- обмен информацией по интерфейсам RS232, RS485 с внешними устройствами.

2. Электрическое питание

Электрическое питание комплекса должно осуществляться от сети переменного тока напряжением 220 (+22/-33) В, частотой 50±1 Гц.

3. Потребляемая мощность

Потребляемая мощность при номинальном напряжении питания 220 В не более 50 Вт.

4. Погрешность измерений

Пределы допускаемой основной приведенной погрешности преобразования токовых сигналов в значения параметров среды не превышает ±0,5 % [5].

Заключение

Разработан проект мобильной теплогенерирующей установки, производительностью 1600 кВт, на базе которого можно изготовить МТУ-1600, которая способна работать в условиях строительных и геологоразведочных изысканий в северных районах Российской Федерации; в аварийных случаях при отключении отопления и горячего водоснабжения в жилых и общественных зданиях; в населенных пунктах, не имеющих централизованного теплоснабжения

Учитывая, что в настоящее время существующие котельные установки уже не справляются с возрастающими нагрузками, появляется перспектива использования крышных котельных установок, подобных МТУ-1600.

МТУ-1600 в сравнении с аналогами, отличается наличием новых узлов, на которые получены патенты РФ на изобретения и полезные модели. Установка отвечает всем требованиям охраны окружающей среды и она достаточно экономична, что позволяет ей успешно конкурировать с другими мобильными теплогенерирующими установками (например, топочные котельные фирмы ОАО «Станкотерм» с максимальной мощностью в 600кВт и расходом газа 20,4 м³/ч, а у МТУ-1600 расход газа при её большей мощности составляет 21,2 м³/ч, у блочной котельной ТКУ-2000 фирмы «Газовик» расход газа составляет уже 286 м³/ч, кроме того для неё требуется дополнительно труба для отвода отработанных газов, а для МТУ-1600 в этой трубе нет надобности) [6], [7].

Стоит учесть и компактность МТУ-1600. Например, транспортабельная котельная установка ТКУ-1,8(Г) компании «ЭНЕРГОТЕПЛОМАШ» имеет производительность, работая в режиме отопления и горячего водоснабжения, 1800 кВт, при габаритах 9200х6400х3450мм, что практически в два раза больше объема рабочего пространства МТУ-1600 (15600х2400х2400 мм) [8].

Список библиографических ссылок

1. Садыков Р.А., Правник Ю.И., Антропов Д.Н., Краев В.В., Насыбуллин А.А. «Электронный многопараметрический датчик давления и температуры» Патент РФ на полезную модель № 92 532 от 29.05.09.
2. Садыков Р.А., Правник Ю.И., Антропов Д.Н., Краев В.В., Насыбуллин А.А. «Электронный многопараметрический датчик давления, температуры и расхода» Патент РФ на полезную модель № 100242 от 26.01.10.
3. Садыков Р.А., Правник Ю.И. «Водоподогреватель» Патент РФ на изобретение №2351857, от 10.04.09.
4. Садыков Р.А., Правник Ю.И., Рахимов Р.Г., Фаизов А.И. «Теплообменник шнековый» Патент РФ на полезную модель № 132872 от 27.09.2013.
5. ЗАО Эталон ТКС. Автоматизированный микропроцессорный комплекс АМК-1. Руководство по эксплуатации ЭТКС 8000008.002 РЭ. – Казань, 2005.
6. URL: <http://www.stankoterm.ru/> (дата обращения: 4.04.2014).
7. URL: <http://www.kotelnye-tku.ru/tku-2000.php> (дата обращения: 4.04.2014).
8. URL: <http://www.energoteplo.ru> (дата обращения: 4.04.2014).

Pravnik Y.I. – head of laboratory

E-mail: Gust.Sim@mail.ru

Sadykov R.A. – doctor of technical sciences, professor

E-mail: Sadykov_R_A@mail.ru

Antropov D.N. – candidate of technical sciences

E-mail: antropov@mesys.ru

Rakhimov R.G. – student

E-mail: rakhimov_13@mail.ru

Faizov A.I. – student

E-mail: azatazatka@mail.ru

Kazan State University of Architecture and Engineering

The organization address: 420043, Russia, Kazan, Zelenaya st., 1

Eremin S.A. – chief engineer

E-mail: keo@i-set.ru

MUP PO «Kazenergo»

The organization address: 420021, Russia, Kazan, Tukaya st., 162

Mobile heat generating unit with performance 1600 kW

Resume

We developed the project of mobile heat generating unit, with performance 1600 kW – MHGU-1600. This unit is capable of working in the conditions of construction and geological explorations in the northern regions of the Russian Federation; in emergency situations, when heating system and running hot water do not work in the residential and public buildings; in the settlements where there is no central heating.

Currently, the existing boiler systems do not cope with the increasing workload, there is the prospect of using roof boiler units like MHGU-1600.

MHGU-1600 in comparison with analogues is characterized by the presence of new equipment. This equipment received patents for inventions and utility models of Russian Federation. The technical solutions applied in MHGI-1600 can save up to 30% of gas fuel, which reduces polluting emissions into the environment. If the object is not supplied with gas, liquefied gas can be used as fuel. MHGU-1600 can reach remote locations under its own power. It does not require a chimney-stack. All necessary equipment is installed on the semitrailer.

Keywords: heat generation, boiler installation, mobile, environment, automation, water heater, heat exchanger.

Reference list

1. Sadykov R.A., Pravnik Y.I., Antropov D.N., Kraev V.V., Nasybullin A.A. «Electronic multivariable sensor of pressure and temperature», RF patent for utility model № 92532 on 29.05.09.
2. Sadykov R.A., Pravnik Y.I., Antropov D.N., Kraev V.V., Nasybullin A.A. «Electronic multivariable sensor of pressure, temperature and water flow», RF patent for utility model № 100242 from 26.01.10.
3. Sadykov R.A., Pravnik Y.I. «Water heater» RF Patent № 2351857 from 10.04.09
4. Sadykov R.A., Pravnik Y.I., Rakhimov R.G., Faizov A.I. «The auger heat exchanger» RF Patent for useful model № 132872 from 27.09.2013.
5. ZAO Etalon TCS. Automated microprocessor complex AMC-1. Operating instructions ETKS 8000008.002 OM. – Kazan, 2005.
6. URL: <http://www.stankoterm.ru> (reference date: 4.04.2014).
7. URL: <http://www.kotelnye-tku.ru/tku-2000.php> (reference date: 4.04.2014).
8. URL: <http://www.energoteplo.ru> (reference date: 4.04.2014).