

УДК 625.437.001

Н.С. Кобелев, д-р техн. наук, профессор, ФГБОУ ВО «Юго-Западный государственный университет» (Курск) (e-mail: tgv-kstu6@yandex.ru)

В.Н. Кобелев, канд. техн. наук, доцент, ФГБОУ ВО «Юго-Западный государственный университет» (Курск) (e-mail: tgv-kstu6@yandex.ru)

А.В. Махова, магистр, ФГБОУ ВО «Юго-Западный государственный университет» (Курск) (e-mail: tgv-kstu6@yandex.ru)

О.В. Лагутина, магистр, ФГБОУ ВО «Юго-Западный государственный университет» (Курск) (e-mail: lagutinao-v@ya.ru)

В.А. Жмакин, канд. техн. наук, доцент, ФГБОУ ВО «Юго-Западный государственный университет» (Курск) (e-mail: va-zhmakin@yandex.ru)

С.В. Катунин, аспирант, ФГБОУ ВО «Юго-Западный государственный университет» (Курск) (e-mail: tgv-kstu6@yandex.ru)

РЕСУРСОБЕРЕГАЮЩЕЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ЭНЕРГИИ СЖАТОГО ПРИРОДНОГО ГАЗА КАК ТЕПЛОНОСИТЕЛЯ В СИСТЕМЕ ОТОПЛЕНИЯ ПРОИЗВОДСТВЕННОГО ЗДАНИЯ

Анализ известных работ показал, что до настоящего времени нет достаточно эффективных энергосберегающих установок подготовки природного газа нормированных параметров по влажосодержанию [1]. Проводимая осушка природного газа на компрессорных станциях не обеспечивает допустимой влажности природного газа, что сказывается на его теплотворной способности и влияет на энергоэффективность газоиспользующего оборудования.

Для обеспечения требуемых параметров природного газа у потребителя необходимо разработать метод дополнительной обработки природного газа на газораспределительных станциях, позволяющий поддерживать требуемые параметры природного газа по влажосодержанию.

Разработана математическая модель процесса передачи теплоты в вихревом теплообменнике от закрученного потока природного газа к воздуху отапливаемого помещения [2], которая стала основой создания принципиальной схемы размещения оборудования и устройств регулирования, обеспечивающих энергосберегающую технологию подачи энергоносителя потребителям с обеспечением требуемых параметров природного газа по влажосодержанию.

Предложено конструктивное решение ресурсосберегающего комплекса системы отопления производственного здания, использующего в качестве источника тепла перепад давления на газорегуляторном пункте, а также повышения энергетической эффективности дополнительной очистки и осушки природного газа перед подачей потребителю. Представлена принципиальная схема газораспределительной станции.

Ключевые слова: природный газ, газорегуляторный пункт и газораспределительная станция, перепад давления, вихревой аппарат, система отопления, очистка и осушка газа.

Анализ известных работ показал, что до настоящего времени нет достаточно эффективных энергосберегающих установок подготовки природного газа нормированных параметров по влажосодержанию [1]. Проводимая осушка природного газа на компрессорных станциях не обеспечивает допустимой влажности природного газа, что сказывается на его теплотворной способности и влияет на энергоэффективность газоиспользующего оборудования.

Напрашивается вывод, что для обеспечения требуемых параметров природ-

ного газа у потребителя необходимо разработать метод дополнительной обработки природного газа на газораспределительных станциях, позволяющий поддерживать требуемые параметры природного газа по влажосодержанию.

Разработана математическая модель процесса передачи теплоты в вихревом теплообменнике от закрученного потока природного газа к воздуху отапливаемого помещения [2], которая стала основой создания принципиальной схемы размещения оборудования и устройств регулирования, обеспечивающих энергосберега-

ющую технологию подачи энергоносителя потребителям с обеспечением требуемых параметров природного газа по влагосодержанию.

На рисунке 1 представлена принципиальная схема газораспределительной станции.

Газораспределительная станция работает следующим образом.

Природный газ по газопроводу высокого давления 3 поступает в помещение 19 газораспределительной станции к технологическому блоку 2 для осуществления регулирования давления газа, причём регуляторы давления работают на достаточно высоком (3,5-кратном и более) перепаде давления между газопроводами высокого давления 3 и низкого давления 4 с неостребованным погашением избытка энергии [3].

Для использования энергии движущегося газа в качестве частичного погасителя избыточного давления применяется вихревая труба, а её горячий поток – как источник тепла в системе отопления помещения 19.

В технологическом блоке 2 природный газ из газопровода высокого давления 3 направляется в вихревую трубу 12, где в результате термодинамического расслоения разделяется на периферийный горячий поток с высоким давлением и температурой около 100°C и холодный поток с низким давлением и температурой ниже температуры газа, поступающего в вихревую трубу 12.

Горячий поток из выхода 14 вихревой трубы 12, являющийся источником тепла, направляется на вход 15 теплообменника 16, расположенного на рециркуляционном контуре 17 системы отопления 18 помещения 19 газораспределительной станции. После нагрева воды системы отопления 18 частично остывший до 40–50°C горячий поток из выхода 20 теплообменника 16 поступает на вход 21 эжектора 22.

Холодный поток газа с конденсатом, как полученным в процессе охлаждения парообразной влаги при термодинамическом расслоении газа, так и сопутствующим движущемуся газу по газопроводу высокого давления 3, проходит через конденсатоотводчик 8, где происходит отбор конденсата с последующим его самотёком через кран 9 по трубопроводу в ёмкость сбора конденсата 5.

При заполнении ёмкости сбора конденсата 5 до определённого уровня (например, 0,75 объёма) от датчика уровня 10 поступает сигнал в блок управления 1 о необходимости опорожнить ёмкость сбора конденсата 5. Для опорожнения ёмкости сбора конденсата 5 закрывается кран 9 и открывается запорный кран 7. Газ, находящийся в ёмкости сбора конденсата 5, поступает в газопровод низкого давления 4 и тем самым в ёмкости сбора конденсата 5 давление снижается. Это позволяет перекачивать находящийся в ёмкости сбора конденсата 5 конденсат в забирающее устройство, например, в автоцистерну, перекрывая запорный кран 7 и открывая кран 11.

Очищенный от конденсата в конденсатоотводчике 8 холодный поток газа с более низким давлением, чем давление газа на входе в вихревую трубу 12, поступает в камеру смешивания 24 эжектора 22, где смешивается с горячим, частично охлаждённым в теплообменнике 16, потоком, имеющим более высокое давление, чем холодный поток. Смешивание частично охлаждённого горячего и холодного потоков перед поступлением из выхода 23 эжектора 22 в газопровод низкого давления 4 обеспечивает получение потока газа с температурой, устраняющей появление инея, а тем более возможность обмерзания конденсирующейся влаги. Использование эжектора 22 не только позволяет предотвратить потери газа, используемого в качестве источника тепла, но и предотвращает обмерзание при дросселировании. [4].

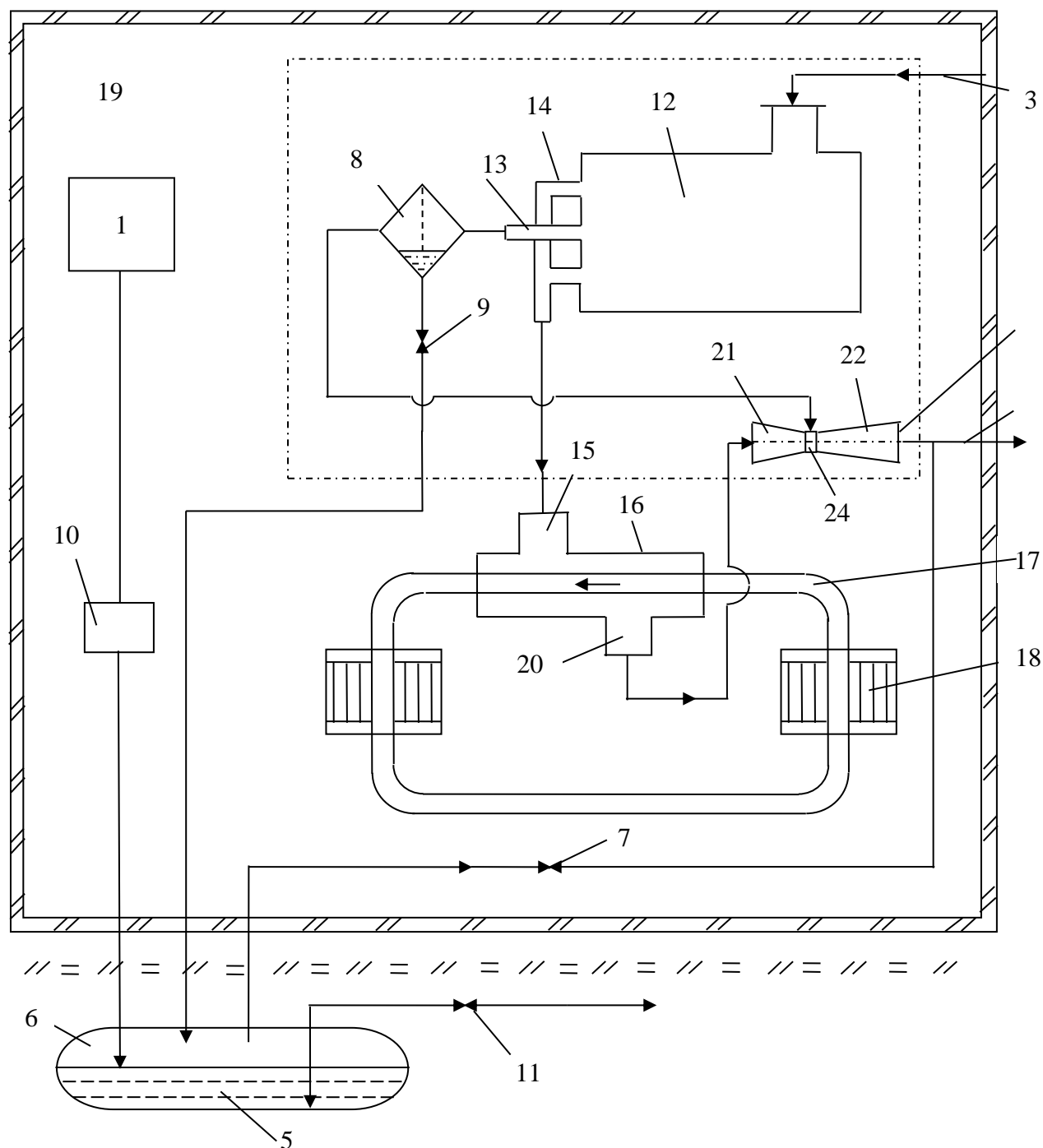


Рис. Принципиальная схема газораспределительной станции:

1 – блок управления; 2 – технологический блок; 3, 4 – газопроводы высокого и низкого давления; 5 – ёмкость сбора конденсата; 6 – газовая полость; 7 – запорный орган; 8 – конденсатоотводчик; 9, 11 – краны; 10 – датчик уровня; 12 – вихревая труба; 13, 14 – выходы холодного и горячего потоков вихревой трубы; 15 – вход теплообменника; 16 – теплообменник; 17 – рециркуляционный контур; 18 – система отопления; 19 – отапливаемое помещение; 20 – выход теплообменника; 21 – вход эжектора; 22 – эжектор; 23 – выход эжектора; 24 – камера смешивания

Теплообменный аппарат вихревого типа, предназначенный для отопления производственных помещений, успешно прошел лабораторно-промышленные испытания в присутствии представителей ОАО «Курскгаз», по результатам которых был рекомендован к внедрению [5]. Ожидаемый экономический эффект зависит от погодно-климатических условий эксплуатации (например для Курской области он составляет 500–700 тыс. руб.).

Макет теплообменного аппарата вихревого типа экспонировался на международной выставке «Энергосбережение и энергосберегающие технологии России по ЦФО» (Москва) в декабре 2009 г. Теплообменный аппарат не имеет аналогов. Является экологически чистым источником тепла.

Список литературы

1. Промышленное газовое оборудование: справ. / авт.-сост.: Е.А. Корякин [и др.]; под ред. Е.А. Корякина. – Саратов: Газовик, 2002. 624 с.
2. Кобелев Н.С., Федоров С.С., Кобелев В.Н. Методика расчета и конструктивное решение вихревой трубы для отопления производственного помещения // Известия Юго-Западного государственного университета. Серия Техника и технологии. – 2014. – № 1. – С.75-81.
3. Пат. 2376541 Российская Федерация: МПК⁷ F 28 D 7/10. Вихревой теплообменный элемент / Кобелев Н.С. [и др.]; заявитель и патентообладатель Курск. гос. техн. ун-т. №2008132516/06; заявл. 06.08.2008; опубл. 20.12.2009, Бюл. № 35.
4. Пат. 87776 Российская Федерация: МПК⁷ F 17 D 1/04. Газораспределительная станция / Кобелев Н.С. [и др.]; заявитель и патентообладатель Курск. гос. техн. ун-т. №2009118767/22; заявл. 18.05.2009; опубл. 20.10.2009, Бюл. № 20.
5. Инновационные решения по повышению эффективности систем газоснабжения и климатологии: монография / Н.С. Кобелев, А.В. Моржавин, В.Н. Кобелев [и др.]. – Курск, 2013. –187 с.

Получено 08.02.16

N. S. Kobelev, Doctor of Engineering Sciences, Professor, Southwest State University (Kursk) (e-mail: tgv-kstu6@yandex.ru)

V. N. Kobelev, Candidate of Engineering Sciences, Associate Professor, Southwest State University (Kursk) (e-mail: tgv-kstu6@yandex.ru)

A. V. Makhova, Master, Southwest State University (Kursk) (e-mail: tgv-kstu6@yandex.ru)

O. V. Lagutina, Master, Southwest State University (Kursk) (e-mail: lagutinao-v@ya.ru)

V. A. Zhmakin, Candidate of Engineering Sciences, Associate Professor, Southwest State University (Kursk) (e-mail: va-zhmakin@yandex.ru)

S. V. Katunin, Postgraduate Student, Southwest State University (Kursk) (e-mail: tgv-kstu6@yandex.ru)

RESOURCE-SAVING USE OF THE ENERGY OF COMPRESSED NATURAL GAS USED AS A COOLANT IN THE HEATING SYSTEM OF AN INDUSTRIAL BUILDING

The analysis of the literature has shown that there are no effective energy-saving natural gas treatment installations in terms of ensuring rated parameters of gas specific humidity. Natural gas dewatering used at compressor stations does not guarantee the permissible values of natural gas humidity, which has a negative impact on the gas calorific value and affects the energy efficiency of the used gas equipment

In order to ensure the desired natural gas parameters there is a need to develop a method of natural gas after-treatment at gas-distributing stations that will be sufficient to maintain appropriate natural gas humidity parameters.

The authors have developed a mathematical model of heat transfer from the natural gas whirling current to the heated space air in a vortex heat exchanger. This model has been used to develop a schematic diagram of equipment layout and control devices that are able to ensure an energy-saving technology of supplying the coolant to its final users with required natural gas humidity parameters.

The paper contains a design solution of an industrial building energy-saving integrated heating system that utilizes the pressure drop at the gas-distribution plant and can increase energy efficiency of natural gas aftertreatment and dewatering before the gas is supplied to its user. There is a schematic diagram of a gas-distribution plant.

Key words: natural gas, gas control point and gas-distribution plant, pressure drop, vortex installation, heating system, gas cleaning and dewatering.

References

1. Promyshlennoe gazovoe oborudovanie: sprav. / avt.-sost.: E.A. Korjakin [i dr.]; pod red. E.A. Korjakina. – Saratov: Gazovik, 2002. 624 s.

2. Kobelev N.S., Fedorov S.S., Kobelev V.N. Metodika rascheta i konstruktivnoe reshenie vihrevoj trubyy dlja otoplenija proizvodstvennogo pomeshhenija // Izvestija Jugo-Zapadnogo gosudarstvennogo universiteta. Serija Tehnika i tehnologii. – 2014. – № 1. – S.75-81.

3. Pat. 2376541 Rossijskaja Federacija: MPK7 F 28 D 7/10. Vihrevoj teplobmennyy jelement / Kobelev N.S. [i dr.];

zajavitel' i patentoobladatel' Kursk. gos. tehn. un-t. №2008132516/06; zajavl. 06.08.2008; opubl. 20.12.2009, Bjul. № 35.

4. Pat. 87776 Rossijskaja Federacija: MPK7 F 17 D 1/04. Gazorasprelditel'naja stancija / Kobelev N.S. [i dr.]; zajavitel' i patentoobladatel' Kursk. gos. tehn. un-t. №2009118767/22; zajavl. 18.05.2009; opubl. 20.10.2009, Bjul. № 20.

5. Innovacionnye reshenija po povysheniju jeffektivnosti sistem gazosnabzhenija i klimatologii: monografija / N.S. Kobelev, A.V. Morzhavin, V.N. Kobelev [i dr.]. – Kursk, 2013. –187 s.

УДК 669.2

В.С. Панов, д-р техн. наук, профессор, Национальный исследовательский технологический университет «МИСиС» (Москва) (e-mail: zeinalova@rambler.ru)

В.Ю. Лопатин, канд. техн. наук, доцент, Национальный исследовательский технологический университет «МИСиС» (Москва) (e-mail: lopatin63@mail.ru)

Ж.В. Еремеева, д-р техн. наук, профессор, Национальный исследовательский технологический университет «МИСиС» (Москва) (e-mail: eremeeva-shanna@yandex.ru)

Е.В. Агеев, д-р техн. наук, доцент, ФГБОУ ВО «Юго-Западный государственный университет» (Курск) (e-mail: ageev_ev@mail.ru)

ПОЛУЧЕНИЕ МЕТОДОМ СИНТЕЗА НАНОПОРОШКА ГИДРОКСИДА ГАДОЛИНИЯ ДЛЯ ЛЕГИРОВАНИЯ МАТЕРИАЛОВ ТОПЛИВНЫХ ТАБЛЕТОК И ИССЛЕДОВАНИЕ ЕГО ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИХ СВОЙСТВ

В связи с ростом потребления электроэнергии и истощением природных ресурсов, широкое использование ядерной энергии в качестве альтернативы другим источникам энергии, является неизбежным и желательным способом энергообеспечения мировой экономики и в настоящее время и в обозримом будущем. Так, Федеральная программа развития атомной энергетики России предусматривает к 2020 году достижение производства на АЭС в общей выработке электроэнергии в стране до 22 – 25%, а к 2030 г. – соответственно 25 – 27%. Однако достижение указанного производства электроэнергии на АЭС невозможно без повышения уровня выгорания ядерного топлива.