

УДК 504.5:628.474

DOI 10.23947/2541-9129-2018-1-2-86-94

**ОБЕСПЕЧЕНИЕ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ
БЕЗОПАСНОСТИ КС «ШАХТИНСКАЯ»
ОАО «ГАЗПРОМ ТРАНСГАЗ
КРАСНОДАР»***Н. В. Агеева, О. В. Дымникова*Донской государственный технический университет,
Ростов-на-Дону, Российская Федерацияdymoval@mail.ruNatasha-romashkova@mail.ru

Рассмотрена степень воздействия производственной деятельности конкретного объекта энергетики КС «Шахтинская» ОАО «Газпром трансгаз Краснодар» на окружающую среду. Предложены мероприятия по более эффективной организации экологически безопасной деятельности станции. Рекомендуемая система не только снизит количество отходов, но и позволит осуществлять рекуперацию тепла и значительно экономить энергию, включая получение горячей воды.

Ключевые слова: отходы, термическое обезвреживание, окружающая среда, природоохранные мероприятия, ресурсосбережения, инсинератор.

Введение. В Ростовской области значительную часть в производственном секторе составляет энергетический комплекс. ОАО «Газпром» — глобальная энергетическая компания, поставщик газа на российском и зарубежном рынке. На внутреннем рынке Газпром реализует больше половины продаваемого газа и осуществляет поставку газа более чем в 30 стран ближнего и дальнего зарубежья.

Ростовская область входит в число регионов, на территории которых «Газпром» ведет создание системы газопроводов «Южный коридор», необходимой для подачи газа в газопровод «Южный поток». В состав «Южного потока» входят объекты Ростовского линейного производственного управления магистральных газопроводов (ЛПУМГ) ООО «Газпром трансгаз Краснодар» [1]. Каждый из ви-

UDC 504.5:628.474

DOI 10.23947/2541-9129-2018-1-2-86-94

**ENVIRONMENTAL SAFETY ENSURING
OF GAZPROM TRANSGAZ KRASNODAR
COMPRESSOR STATION
SHAKHTINSKAYA***N. V. Ageeva, O. V. Dymnikova*Don State Technical University, Rostov-on-Don, Russian
Federationdymoval@mail.ruNatasha-romashkova@mail.ru

The article considers the impact of the production activities of a specific power engineering facility Gazprom Transgaz Krasnodar Compressor Station Shakhtinskaya on the environment. It offers measures for more efficient organization of ecologically safe operation of the station. The recommended system will not only reduce the amount of waste, but also allow heat recovery and significantly energy saving, including the production of hot water.

Keywords: waste, thermal detoxification, environment,

Introduction. Energy sector is a significant part in the production sector in the Rostov region. Gazprom is a global energy company, a supplier of gas to the Russian and foreign markets. Gazprom sells more than a half of the sold gas on the domestic market and supplies gas to more than 30 neighboring countries and beyond.

The Rostov region is one of the regions where Gazprom is developing the Southern Gas Corridor system, which is necessary to supply gas to the South Stream gas pipeline. The structure of the South Stream includes the objects of Rostov linear production management of the main gas pipelines of Gazprom Transgaz Krasnodar [1].

дов деятельности, степень влияния которого представлена в работе, оказывает негативное воздействие на окружающую среду. Кроме того, описаны предлагаемые авторами мероприятия обеспечения экологической безопасности в результате технического усовершенствования процесса.

Материал исследования. Приоритетными объектами, осуществляющими основную производственную деятельность газопровода «Южный поток», являются 83 газораспределительные станции (ГРС) и 4 компрессорные станции (КС): «Шахтинская»; «Кореновская»; «Казачья» и «Русская». Компрессорные станции обеспечивают бесперебойную транспортировку газа в соответствии с плановой производительностью газопроводов. Они служат управляющим элементом в комплексе сооружений, составляющих магистральный газопровод. Именно параметрами работы КС определяется режим работы газопровода. Они позволяют регулировать режим работы газопровода при колебаниях потребления, максимально использовать аккумулирующую способность газопровода.

В качестве объекта исследования в данной статье рассматривается КС Шахтинская, как одна из наиболее новых и перспективных, поскольку станция введена в эксплуатацию с 2017 года. Производительность составляет 226 млн. м³/сут.

Объект предназначен для компримирования газа, транспортируемого по газопроводу на участке западного коридора от КС «Писаревка» до КС «Кореновская». Важность объекта заключается в обеспечении поддержания нормативных условий транспортировки газа, нормативного состава и безопасности функционирования «Южного потока» [1]. Технологическая схема КС предусматривает: отбор и подачу газа в магистральный газопровод; очистку транспортируемого газа от мехпримесей и жидкости; компримирование и охлаждение газа [2].

Уже на этапе проектирования станции были

Each of the activities, the degree of influence of which is presented in the work, has a negative impact on the environment. In addition, the measures proposed by the authors to ensure environmental safety of technical improvement of the process are described.

Study material. Priority objects, which perform the main production activity of the gas pipeline "South Stream", are 83 gas distribution stations (GDS), and 4 compressor stations (CS): "Sakhtinskaya"; "Korenovskaya"; "Kazachya" and "Russkaya". Compressor stations ensure an uninterrupted gas transportation in accordance with the planned capacity of gas pipelines. They serve as a control element in the complex of structures that make up the main gas pipeline. It is the parameters of the CS that determine the mode of operation of the pipeline. They allow regulating the operation mode of the gas pipeline at consumption fluctuations, using as much as possible. accumulating capacity of the gas pipeline

CS Shakhtinskaya is considered as the object of research in this article, as one of the newest and most promising, since the station was put into operation in 2017. The production capacity is 226 million m³/day.

The object is intended for gas compression transported by the gas pipeline on a site of the Western corridor from CS "Pisarevka" to CS "Korenovskaya". The importance of the facility is to ensure the maintenance of the regulatory conditions for gas transportation, regulatory composition and safety of the South Stream operation [1]. The process flow diagram of the CS includes: selection and supply of gas to the main gas pipeline; cleaning of the transported gas from mechanical impurities and liquids; compression and cooling of gas [2].

Already at the stage of station design, it was planned to use the equipment to reduce the nega-

предусмотрено использование оборудования по снижению негативного воздействия на окружающую среду: установки очистки газа, площадки водопроводных очистных сооружений, очистные сооружения сточных вод, установка термического обезвреживания отходов.

Установка очистки газа включает в себя блок пылеуловителей и емкость сбора конденсата, установка предназначена для очистки транспортируемого газа от мехпримесей, воды и углеводородного конденсата.

Источником водоснабжения на станции являются водозаборные скважины (3 рабочих, 1 резервная). Имеются две системы водоснабжения: хозяйственно-питьевой и противопожарный водопровод. Анализ проб из скважин показал, что по химическому составу воды являются хлоридно-гидрокарбанатно-сульфитные или хлоридно-сульфатно-гидрокарбанатные кальциево-натриевые, реже магниево-кальциево-натриевые. Водоподготовка проходит в водоочистном оборудовании типа СППВ, который включает в себя: предварительную фильтрацию; аэрацию с образованием осадка $\text{Fe}(\text{OH})_3$; обезжелезивание; фильтрацию на тонкой очистке в картриджах Гейзер.

Очистка производственных, хозяйственно-бытовых и ливневых сточных вод проходит в установке КОУ-40БИО в несколько этапов: биохимическая с применением биопленки; осветление с химической коагуляцией; доочистка фильтрованием; обеззараживание. Показатели качества очищенных сточных вод: взвешенные вещества — 3 мг/л; БПК_{20} = 3 мг/л; азот аммонийный — 0,4 мг/л; фосфаты — 0,2 мг/л; ОКБ — КОЕ/100 мл ≤ 500; ТКБ — КОЕ/100 мл ≤ 100; колифаги — БОЕ/100 мл ≤ 100. После очистки стоки сбрасываются на рельеф. [3].

Станция осуществляет деятельность по сбору, обезвреживанию, транспортировке и размещению опасных отходов. В результате производственной деятельности образуются 45 наименований отходов в объеме 1184 т/год. Проанализировав отходы с учетом возможной

ative impact on the environment: gas treatment units, water treatment facilities, wastewater treatment plants, waste thermal treatment plant.

The gas treatment unit includes a dust collector unit and a condensate collecting tank, the unit is designed to clean the transported gas from mechanical impurities, water and hydrocarbon condensate.

The source of water supply at the station are water wells (3 operating wells and a back-up one). There are two water supply systems: drinking water supply and fire fighting water supply. The analysis of samples from wells showed that the chemical composition of the water is chloride-hydrocarbonate-sulphite or chloride-sulphate-hydrocarbonate calcium-sodium, more rarely - magnesium-calcium-sodium. Water treatment takes place in water purification equipment of drinking water treatment plant type, which includes: pre-filtration; aeration to form a residue $\text{Fe}(\text{OH})_3$; deferrization; filter for fine purification in Geyser cartridges.

Cleaning industrial, domestic and storm sewage is in the installation KOU-40BIO in several stages: biochemical application of biofilm; clarification with chemical coagulation; purification by filtration; disinfection. Quality characteristics of the treated wastewater: suspended solids — 3mg/l; BOD_{20} = 3mg/l; ammonium nitrogen — 0.4 mg/l; phosphates — 0.2 mg/l; TC — $\text{TBC}/100 \text{ ml} \leq 500$; Total Coliforms — total bacterial count /100 ml ≤ 100; coliphages — PFU/100 ml ≤ 100. After cleaning, drains are discharged to the terrain [3].

The station carries out activities for the collection, disposal, transportation and disposal of hazardous waste. As a result of production activity 45 types of waste in the volume of 1184 t/year are formed. After analyzing the waste taking into account the possible subsequent disposal, it is determined that half of it is a combustible fraction

последующей утилизации, определено, что половина является горючей фракцией и может подлежать термическому обезвреживанию. Общий объем отходов для сжигания составляет 688 т/год. Перечень отходов производства и потребления, предлагаемый к термической утилизации: шлам очистки от нефти и нефтепродуктов, отходы минеральных моторных и турбинных масел, метанольная вода, всплывшие нефтепродукты из нефтеловушек, силикагель, загрязненный нефтепродуктами, отходы от зачистки оборудования, отходы потребления. На территории организован селективный сбор и накопление отходов в зависимости от класса опасности, физико-химических свойств, взрыво-пожароопасности и условий образования. Всего для сбора отходов на территории КС «Шахтинская» предназначается 43 места накопления отходов [4].

КС Шахтинская применяет установку КТО-50. К40 для сжигания твердых и жидких отходов, производительностью до 50 кг/час. Комплекс представляет совокупность оборудования, обеспечивающего загрузку и подачу отходов, термическое обезвреживание, очистку и удаление дымовых газов, выгрузку золы и продуктов газоочистки (рис. 1).

Обезвреживание происходит в камере сжигания при температуре 800°–900°С с выделением большого количества тепла отходящих газов. В технологической линии предусмотрена система очистки дымовых газов: сухой метод — экспозиция (выдержка) дымовых газов в камере дожигания при температуре 1100°–1200°С в течение 1,5–2 секунд; химическая очистка — газы разбавляются воздухом, температура снижается до 250°–350°С, вместе с воздухом через форсунку вводится известь — пушонка; механическая очистка от твердых компонентов с помощью пылеуловителя — батарейного циклона. Существующие выбросы поступают в атмосферный воздух через дымовую трубу инсинераторной установки. Загрязняющие вещества: диоксид азота, оксид азота, метан, соляная кислота, диоксид серы, оксид углерода, газообразные фториды, неор-

and may be subject to thermal disposal. The total volume of waste for incineration is 688 tons/year. The list of wastes of production and consumption proposed for thermal disposal: sludge from purification of oil and oil products, waste mineral engine and turbine oils, methanol water, surfaced petroleum products from oil separation, silica gel, contaminated with oil products, wastes from cleaning equipment, consumption waste. Selective collection and accumulation of waste depending on the hazard class, physical-chemical properties, explosion-fire hazard and formation conditions are organized on the territory. In total, 43 waste accumulation sites are intended for waste collection in the territory of the CS Shakhtinskaya [4].

CS Shakhtinskaya uses the installation KTO-50. K40 for solid and liquid waste incineration with capacity up to 50 kg / h. The complex represents a set of equipment providing loading and feeding of waste, thermal neutralization, cleaning and removal of flue gases, unloading of ash and products of gas cleaning (Fig. 1).

Neutralization takes place in the combustion chamber at a temperature of 800°-900°С with the release of a large amount of waste heat gases. The process line includes a system for cleaning flue gases: dry method-exposure (exposure) of flue gases in the afterburner at a temperature of 1100°-1200°С for 1.5–2 seconds; chemical cleaning — gases are diluted with air, the temperature is reduced to 250°-350°С, together with air through the nozzle lime — slaked lime is introduced; mechanical cleaning of solid components by means of dust collector — battery cyclone. The existing emissions enter the air through the flue pipe of the incinerator. Pollutants: nitrogen dioxide, nitrogen oxide, methane, hydrochloric acid, sulfur dioxide, carbon monoxide, gaseous fluorides, in-

ганическая пыль (20–70% SiO_2). В результате сжигания твердых и жидких отходов образуется зольный остаток, удаление которого производится в металлический бункер, откуда отходы передаются по договору специализированному предприятию [5].

organic dust (20-70% SiO_2). As a result of solid and liquid waste incineration, ash residue is formed, which is disposed in a metal bunker, from where the waste is transferred under the contract to a specialized enterprise [5].

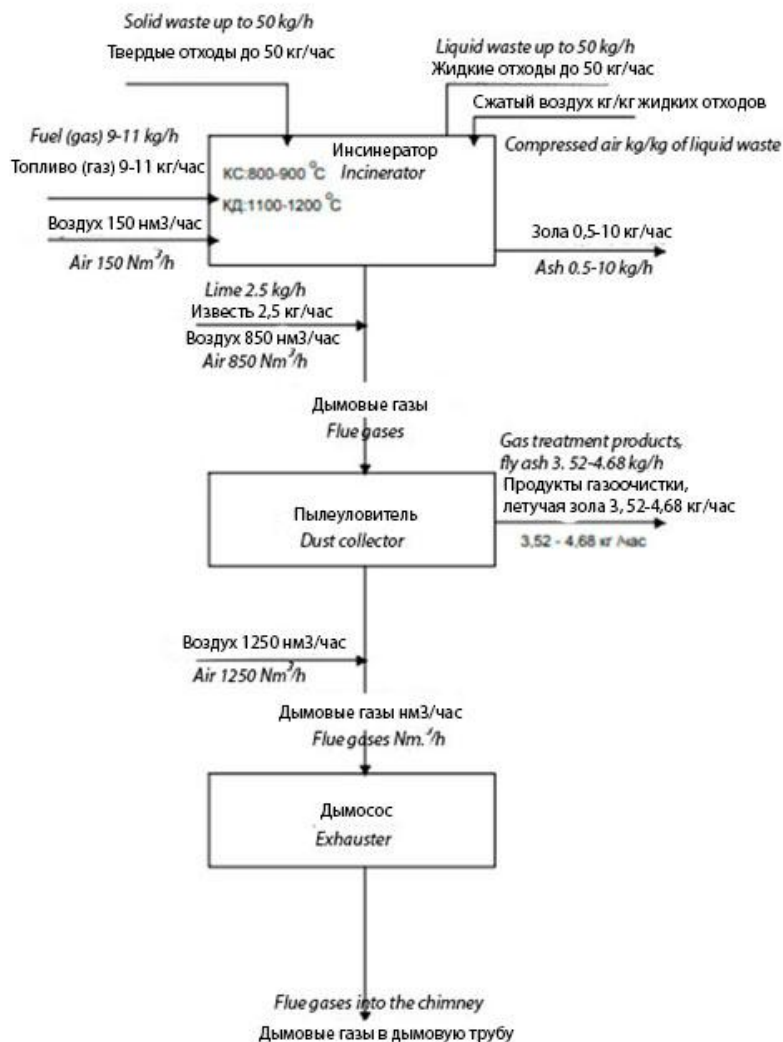


Рис. 1. КТО-50. К40

Fig. 1. KTO-50. K40

Результаты исследования. В результате анализа существующих природоохранных мероприятий и степени воздействия станции на окружающую среду выявлена проблема несовершенной системы обращения с отходами на территории объекта.

Сопоставление количества отходов горючей фракции и производительности КТО-50. К40 позволило отметить сразу два аспекта экологической проблемы: максимальная про-

Research results. As a result of the analysis of the existing environmental protection measures and the degree of the impact of the plant on the environment, the problem of an imperfect waste management system in the territory of the object is found.

The comparison of the amount of combustible waste and KTO-50. K40 capacity made it possible to note two aspects of the environmental prob-

изводительность установки значительно меньше количества горючих отходов, образующихся на территории промышленной площадки (688 т/год соответствует 79,63 кг/ч); присутствует серьезное тепловое загрязнение окружающей среды. Проанализировав примерный фракционный состав отходов, определено содержание компонентов в горючей смеси: C = 53%, H = 6,6, O = 8%, N = 2,8, S = 3,7 %, влага W = 20%, зольный остаток A = 5,9%. Теплота сгорания определена по формуле Менделеева и составляет 23 823,19 кДж/кг. Таким образом, сгорание 1 кг отходов и жидкой метанольной фракции сопровождается выделением 23 800 кДж тепловой энергии. С учетом массы горючих отходов, в течение часа выделяется 1 897 040,62 кДж тепла.

Снизить тепловую нагрузку возможно при использовании тепла отходящих газов для хозяйственно-бытовых нужд предприятия включив в систему теплообменник, а добиться снижения количества отходов возможно путем подбора инсинератора с большей производительностью.

Был произведен анализ возможных установок для термического обезвреживания отходов с производительностью от 80 кг/ч. Оптимальным методом является термическое обезвреживание отходов на месте образования. В результате применения инсинератора ИН-50.8 будет решена проблема складирования отходов на территории объекта, а выделяемая энергия будет направлена на нагрев воды для технических и хозяйственно-бытовых нужд. Таким образом, снизятся экономические затраты на электроэнергию, а также сократится тепловое воздействие на окружающую природную среду.

Производительность установки составляет 150 кг/ч, что позволяет подвергнуть деструктивному разрушению и отходы с других объектов ОАО «Газпром трансгаз Краснодар». Установка оснащена двумя видами печей. В камере сжигания происходит термическое разложение органической части, в результате чего образуется зола, далее отходы поступают

lem: the maximum capacity of the plant is much less than the amount of combustible waste generated on the territory of the industrial site (688 t/year corresponds to 79.63 kg/h); there is a serious thermal pollution of the environment. After analyzing the approximate fractional composition of waste, the content of components in the combustible mixture was determined: C = 53%, H = 6.6, O = 8%, N = 2.8, S = 3.7 %, moisture W = 20%, ash residue A = 5.9%. The combustion heat is determined by the Mendeleev formula and is 23 823.19 kJ/kg. Thus, the combustion of 1 kg of waste and liquid methanol fraction is accompanied by the release of 23 800 kJ of thermal energy. Given the mass of combustible waste 1 897 040.62 kJ of heat is released in one hour.

It is possible to reduce the thermal load when using the heat of waste gases for household needs of the enterprise by including a heat exchanger in the system, and to reduce the amount of waste is possible by selecting an incinerator with greater productivity.

The analysis was conducted of possible installations for thermal disposal of waste with a capacity from 80 kg/h. The best method is thermal disposal of waste on the site. As a result of application of Insinerator IN-50.8 the problem of waste storage in the territory of the object will be solved, and the released energy will be directed on water heating for technical and economic needs. Thus, the economic costs of electricity will be reduced, as well as the thermal impact on the natural environment will be reduced.

The capacity of the plant is 150 kg/h, which allows subjecting waste from other facilities of Gazprom Transgaz Krasnodar to destruction. The unit is equipped with two types of furnaces. In the combustion chamber, there is a thermal decomposition of the organic part, resulting in ash, and then the waste enters the afterburner. Here is the final oxidation of gases to produce CO₂ and water

в камеру дожигания. Здесь происходит окончательное окисление газов с получением CO_2 и водяного пара H_2O (рис. 2). Благодаря системе дожигания дымовых газов и обезвреживанию выбросов, в атмосферу не поступают вредные вещества.

vapor H_2O (Fig. 2). Due to the system of after-burning of flue gases and neutralization of emissions, harmful substances do not enter the atmosphere.

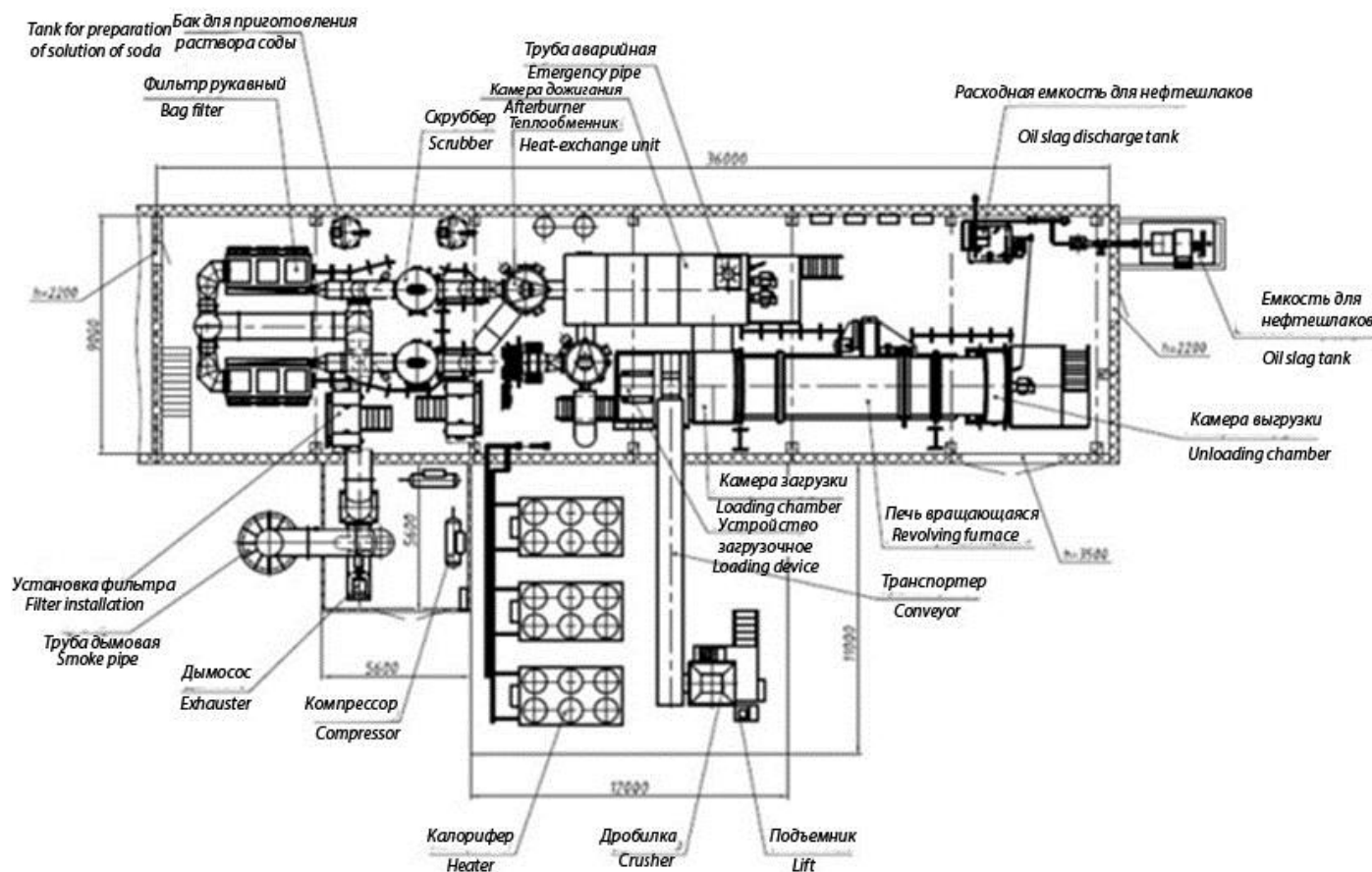


Рис. 2. Инсинератор 50.8

Fig. 2. Incinerator 50.8

Процесс горения горючей фракции сопровождается выделением продуктов горения. В пересчете на массу горючего вещества в течение часа выделяется $588,17 \text{ м}^3$ продуктов горения, включающих $79 \text{ м}^3 \text{ CO}_2$; $399,1 \text{ м}^3 \text{ N}_2$; $78 \text{ м}^3 \text{ H}_2\text{O}$; $2,07 \text{ м}^3 \text{ SO}_2$.

Отходящие газы из печей дожига попадают в теплообменник инсинераторной установки, в котором осуществляется теплообмен между двумя теплоносителями — высокотемпературными продуктами горения и водой, имеющими различные температуры. Рассмотрены и проанализированы конструкции кожухотрубчатых, пластинчатых теплообменников и аппаратов с двойными стенками. Оптимальными по конструктивным особенностям являются

The combustion process of the combustible fraction is accompanied by the release of combustion products. In terms of mass of combustible material 588.17 m^3 of combustion products are released in an hour, including CO_2 79 m^3 ; $399.1 \text{ m}^3 \text{ N}_2$; $78 \text{ m}^3 \text{ H}_2\text{O}$; $2.07 \text{ m}^3 \text{ SO}_2$.

Flue gases from afterburner furnaces enter the heat exchanger of the incinerator unit, in which goes the heat exchange between two heat carriers, which have different temperatures — high-temperature combustion products and water. Designs of shell-and-tube, plate heat exchangers and devices with double walls are considered and analyzed. The best designs are the devices with a flat

устройства с плоской поверхностью теплопередачи, для которых коэффициент теплопередачи наиболее высок при небольшом гидравлическом сопротивлении. Теплота отходящих газов непрерывно передаётся к нагреваемой среде через стенку, разделяющую среды. Теплообменник позволяет осуществлять рекуперацию тепла, экономя до 30–40 % потребляемой энергии, и может быть использован как дополнительный (резервный) источник тепло- и горячего водоснабжения объекта.

Система газоочистки многоступенчатая и включает: циклон для отделения пыли методом последовательного разделения потоков; скруббер, позволяющий уловить газообразные и дисперсные примеси; адсорбер для удаления токсичных компонентов. Благодаря такой системе максимально снижено негативное воздействие на окружающую среду, поскольку эффективность очистки достигает 99%.

Заключение. Предложенная система обращения с отходами является не только экономически выгодной для предприятия и поможет сократить лишние расходы на услуги сторонних организаций по обращению с отходами, исключает затраты, идущие на оплату горячей воды, но и поможет сократить негативное воздействие на окружающую среду, что несомненно является прерогативой любого промышленного объекта.

Библиографический список

1. Расширение ЕСГ для обеспечения подачи газа в газопровод «южный поток» / Гипроспецгаз. — Москва. — 2016. — 341с.
2. Агеева, Н. В. Совершенствование системы обращения с отходами КС «Егорлыкская» ПАО «Газпром» / Н. В. Агеева, О. В. Дымникова // Повышение международной конкурентоспособности российской инновационной продукции и технологий предприятий Ростовской области: сб. научных трудов I Междунар. науч.-практ. конф. — Ростов-на-Дону: Изд-во ДГТУ, 2016. — С. 55–

heat transfer surface, for which the heat transfer coefficient is highest at low hydraulic resistance. The heat of the exhaust gases is continuously transmitted to the heated medium through the wall separating the medium. The heat exchanger allows heat recovery, saving up to 30-40% of the consumed energy, and can be used as an additional (backup) source of heat and hot water supply of the object.

The gas cleaning system is multistage and includes: cyclone for dust separation by method of sequential separation of flows; scrubber for catching gaseous and dispersed impurities; adsorber for removal of toxic components. Thanks to this system, the negative impact on the environment is minimized as much as possible, since the cleaning efficiency reaches 99%.

Conclusion. The proposed waste management system is not only cost-effective for the enterprise and will help to reduce unnecessary costs for third-party services for waste management, eliminates the cost of paying for hot water, but also helps to reduce the negative impact on the environment, which is undoubtedly the prerogative of any industrial facility.

References

1. Rasshirenie ESG dlya obespecheniya podachi gaza v gazoprovod "Yuzhny potok". [Expansion of the unified gas supply system to provide gas to the South Stream gas pipeline.] Giprospeetsgaz, Moscow, 2016, 341p. (in Russian).
2. Ageeva, N.B., Dymnikova, O.V. Sovershenstvovanie sistemy obrashcheniya s otkhodami KS "Egorlykская" PAO Gazprom. [Improving the waste management system of Gazprom's CS Egorlykская.] Povyshenie mezhdunarodnoy konkurentosposobnosti rossiyskoy innovatsionnoy produktsii i tekhnologiy predpriyatiy Rostovskoy oblasti: sb. nauchnykh trudov I Mezhdunar. nauch.-prakt. konf. [Improving the international competitiveness of Russian innovative products and technologies of en-

61.

3. Отчет по поисково-оценочным работам по водоснабжению / Гипроспецгаз. — Москва. — 2016. — 112с.

4. Проект нормативов образования отходов и лимитов на их размещение (ПНООЛР) для КС «Шахтинская». — Краснодар. — 2017. — 158 с.

5. Паспорт КТО – 50.К40 / Гидроспецгаз. Санкт – Петербург. — 2017. — 214 с.

terprises of the Rostov region: proc. of I international sci.-pract. conf.] Rostov-on-Don: Izd-vo DSTU, 2016, pp. 55-61 (in Russian).

3. Otchet po poiskovo-otsenochnym rabotam po vodosnabzheniyu. [Report on search and assessment works on water supply.] Giprospeetsgaz, Moscow, 2016, 112 p. (in Russian).

4. Proekt normativov obrazovaniya otkhodov i limitov na ikh razmeshchenie dlya CS "Shakhtinskaya". [Draft standards for waste and limits on their placing for CS "Shakhtinskaya".] Krasnodar, 2017, 158 p. (in Russian).

5. Pasport KTO 50.K40. [Passport of KTO 50.K40.] Giprospeetsgaz, Saint-Petersburg, 2017, 214 p. (in Russian).

Поступила в редакцию 19.03.2018

Сдана в редакцию 20.03.2018

Запланирована в номер 20.04.2018

Received 19.03.2018

Submitted 20.03.2018

Scheduled in the issue 20.04.2018

Агеева Наталья Викторовна,
студентка Донского государственного технического университета, (РФ, г. Ростов-на-Дону, пл. Гагарина, 1),
Natasha-romashkova@mail.ru

Ageeva Natalya Viktorovna,
student of the Don State Technical University (Gagarin sq., 1, Rostov-on-Don, Russian Federation),
Natasha-romashkova@mail.ru

Дымникова Ольга Валентиновна,
доцент кафедры «Безопасность жизнедеятельности и защита окружающей среды»,
Донского государственного технического университета, (РФ, г. Ростов-на-Дону, пл. Гагарина, 1), кандидат технических наук,
доцент,
DymOVal@mail.ru

Dymnikova Olga Valentinovna,
associate Professor of Department «Safety and environmental protection», Don State Technical University (Gagarin sq., 1, Rostov-on-Don, Russian Federation), candidate of technical sciences, associate professor,
DymOVal@mail.ru