

После аналитического и численного изучения традиционной цилиндрической цистерны и новой конструкции в виде двух состыкованных сферических сегментов был проведён сравнительный анализ полученных результатов и сформулированы выводы по работе:

- 1) объёмы обеих цистерн одинаковые, приняты равными $V=1000 \text{ м}^3$;
- 2) площадь поверхности и масса конструкции в виде двух сферических сегментов для рассмотренного конкретного объёма оказалась меньше площади традиционной цилиндрической системы на 7,5 %;
- 3) для объёма 1000 м^3 экономия листового материала составит $41,7 \text{ м}^2$;
- 4) при толщине стального листа 2 мм экономия объёма стали составит $0,083 \text{ м}^3$, т. е. 647,4 кг. Цистерна становится легче более чем на 600 кг $\approx 7,5 \%$.
- 5) два состыкованных сферических сегмента позволяют создать рациональную конструкцию для улучшения транспортабельности.

Литература

1. Сафронов А.В. Экономическое обоснование технического задания в строительстве // Наука и инновации в технических университетах: матер. 11-го Всерос. форума студентов, аспирантов и молодых ученых. Санкт-Петербург, 2017. С. 108–109.

УДК 620.4, 621.181.27

УВЕЛИЧЕНИЕ ВЫРАБОТКИ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ МОЩНОСТИ ПГУ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ КОТЛА-УТИЛИЗАТОРА С ДОЖИГАЮЩИМ УСТРОЙСТВОМ

Скобелев Н.А.¹, Макушин А.Н.¹, Савина М.В.¹

¹ФГБОУ ВО «КГЭУ», г. Казань

zabor.nikita@bk.ru, mackushin1995@mail.ru, pmv_83@mail.ru

Предлагается смонтировать в энергоблок ПГУ, в состав которого входит газовая и паровая турбины, котел-утилизатор с четырёхъярусным газовым дожигающим устройством, встроенным в контур высокого давления, с целью повышения суммарной выработки электрической мощности блока ПГУ. Установка данного устройства позволяет увеличить паропроизводительность котла-утилизатора, компенсировать влияние температуры наружного воздуха на общую тепловую выработку газовой турбины путем загрузки дожигающего устройства. Также появляется возможность

увеличения мощности паровой турбины при полной загрузке газовой турбины за счет подключения дожигателя устройства. И, как следствие, возможность увеличения отпуска теплофикационного отбора с паровой турбины.

Ключевые слова: ПГУ, двухконтурный котел-утилизатор, дожигающее устройство, эффективность паровой турбины, паропроизводительность.

Котлы-утилизаторы – важный элемент технологической схемы большинства ПГУ, выполняющий во всех случаях роль утилизатора теплоты выхлопных газов энергетической ГТУ. КУ могут быть оснащены дожигателями устройствами. В них в среде выходных газов ГТУ дополнительно сжигается топливо, это приводит к повышению и стабилизации температуры газов перед поверхностями нагрева КУ, повышает его паропроизводительность [1]. Так, например, применение дополнительного сжигания топлива в тепловой схеме ПГУ с одноконтурными котлами-утилизаторами (КУ) может осуществляться при следующих условиях, касающихся начальных параметров пара паротурбинной части (давление и температура): неизменные начальные параметры; переход на новые начальные параметры пара [2].

В работе [3] на основании термодинамических соотношений и нагрузочных характеристик одновалвной ГТУ Titan 130 авторами получены зависимости, показывающие, что дожигание увеличивает КПД утилизации и коэффициент использования теплоты топлива ПГУ, которые возрастают с повышением температуры окружающего воздуха. Их прирост тем больше, чем ниже нагрузка ГТУ и температура окружающего воздуха. Снижение максимальной температуры дожигания позволяет удешевить стоимость утилизатора.

В настоящей работе рассматривается введение двухконтурного котла-утилизатора Ед-160/14-9,0/0,7-552-210 (ЭМА-032-КУ) с дожигающим устройством (ДУ) в энергоблок ПГУ-115 Казанской ТЭЦ-1 (см. рисунок). В состав энергоблока входят: ГТУ РГ 6111FA, паровой КУ Ед-160/14-9,0/0,7-552-210 и ПТУ Кт-46-8,8 [4]. Данный котел имеет следующие характеристики: паровая производительность контура высокого давления – 160 т/ч, контура низкого давления – 14 т/ч; давление пара на выходе из контура высокого давления – 9,0 МПа, из контура низкого давления 0,7 МПа; температура пара высокого давления 552 °С, низкого давления 210 °С; рабочая среда – перегретый пар; теплоноситель – выхлопные газы газотурбинной установки [5], сжигающей природный газ. Природный газ, состоящий на 98 % из метана и имеющий в своем составе предельные углеводороды, диоксид углерода, кислород и азот, является топливом и для ГТУ, и для дожигателя устройства.

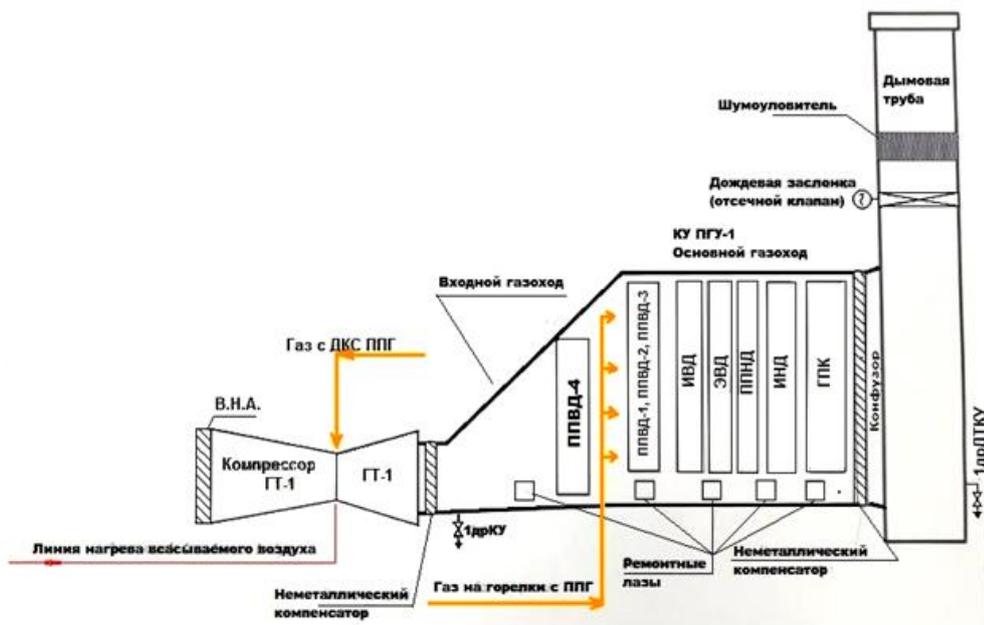


Схема котла-утилизатора с дожигающим устройством: ГТ – газовая турбина; ППГ – пункт подготовки газа; ППВД – пароперегреватель высокого давления; ИВД – испаритель высокого давления; ЭВД – экономайзер высокого давления; ППНД – пароперегреватель низкого давления; ИНД – испаритель низкого давления; ГПК – газовый подогреватель конденсата

Исходные данные для расчета эффективности использования дожигающего устройства в котле-утилизаторе приведены в таблице.

Исходные данные для расчета эффективности использования дожигающего устройства при 100 % нагрузке ГТУ

| Величина | С дожиганием | Без дожигания |
|---|--------------|---------------|
| Температура, °С: | | |
| наружного воздуха | +15 ISO | +15 ISO |
| уходящих газов ГТУ на входе в ДУ | 556 | – |
| уходящих газов | 77,7 | 92 |
| Расход: | | |
| газа на ДУ, кг/с | 0,78 | – |
| воздуха на ДУ, м ³ /с | 0,39 | – |
| Низшая теплота сгорания топлива, кДж/м ³ | 33620,56 | – |

Мощность ПГУ без дожигания топлива в котле-утилизаторе составляет 115 МВт. С введением в схему ПГУ котла-утилизатора с дожигающим устройством мощность ПГУ увеличивается до 123 МВт после достижения газовой турбиной 100 % нагрузки.

Литература

1. Цанев С.В., Буров В.Д., Ремезов А.Н. Газотурбинные и парогазовые установки тепловых электростанций: учеб. пособие для вузов / под ред. С.В. Цанева. М.: Изд-во МЭИ, 2002. 584 с.

2. Тарасевич Л.А., Тузанкин А.И. Влияние параметров тепловой схемы ПГУ-КЭС с дополнительным сжиганием топлива на характер изменения тепловой экономичности установки // Энергетика. Известия высших учебных заведений и энергетических объединений СНГ. 2013. № 6. С. 64–71.

3. Морев В.Г., Любишин Г.А. Некоторые особенности ПГУ с дожиганием топлива в утилизаторах теплоты выхлопных газов // Промышленная энергетика. 2019. № 2. С. 21–27.

4. «Первая пошла – паровая турбина мощностью 46 МВт Уральского турбинного завода прошла 72-часовые приёмо-сдаточные испытания на Казанской ТЭЦ-1» [Электронный ресурс]. URL: <https://energybase.ru/news/companies/pervaa-posla-2018-07-30> (дата обращения: 24.10.2019).

5. «Содержание декларации ТС RU C-RU AB73 A 02395» [Электронный ресурс]. URL: <https://www.reestr-tr-ts.ru/deklaraciya/5825024/ts-ru-sruab73a02395.html> (дата обращения: 24.10.2019).

УДК 66.07

ОЧИСТКА ГАЗОВЫХ ВЫБРОСОВ ПРОМЫШЛЕННЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ ОТ ДИОКСИДА СЕРЫ КАРБОНАТНЫМ ШЛАМОМ

Хуснутдинова Э.М.
ФГБОУ ВО «КГЭУ», г. Казань
Науч. рук. Николаева Л.А.

Промышленный комплекс по интенсивности воздействия на окружающую среду занимает ведущее место. Одной из причин является незащищенность окружающей среды от отходов производственной деятельности. Так, на промышленных предприятиях химического и нефтехимического комплексов образуется значительное количество вредных газовых выбросов. В работе предлагается очищать газовые выбросы промышленных предприятий от диоксида серы адсорбционным методом. В качестве сорбционного материала использован карбонатный шлам химводоочистки.

Ключевые слова: газовые выбросы, карбонатный шлам химводоочистки, адсорбер, диоксид серы.