

конденсатор С11. И таким образом переводит схему сигнализации в состояния задержки в одну минуту, которое возникает после включения её питания.

Литература

1. Розеншер Э., Винтер Б. Оптоэлектроника Перевод с франц. под ред. О.Н. Ермакова. — 2-е изд. — М.: Техносфера, 2004. — 592 с.

2. Устройство для определения интенсивности ультрафиолетового: пат. 95399 U1 Россия, МПК G01J 1/42 / Бланк Татьяна Владимировна (RU), Гольдберг Юрий Аронович (RU), Карпенко Андрей Николаевич (RU); Учреждение Российской академии наук Физико-технический институт им. А.Ф. Иоффе РАН – № 2010109213/22; заявл. 15.03.2010; опубл. 27.06.2010

3. <http://radiostorage.net/4361-avtosignalizaciya-s-upravleniem-po-ik-lucham-lm567.html>

ТРИГЕНЕРАЦИОННАЯ ПАРОГАЗОВАЯ УСТАНОВКА С КОТЛОМ-УТИЛИЗАТОРОМ И ТУРБОДЕТАНДЕРОМ НА ОСНОВЕ ДИОКСИДА УГЛЕРОДА

Пётр Анатольевич Ковальчук

Студент 5 курса энергетического факультета, Учреждение образования «Гомельский государственный технический университет имени П.

О.Сухого», г. Гомель, Республика Беларусь

Научный руководитель доцент, к.т.н Анатолий Васильевич Овсянник

Рациональное использование природных ресурсов – одна из наиболее актуальных задач государственной политики каждой страны. Повышение термодинамической и технико-экономической эффективности генерации энергии различных видов необходимо рассматривать как один из возможных путей решения этой задачи.

В энергетике республики Беларусь большое распространение получили установки, реализующие принцип когенерации, т.е. одновременно производящие электрическую энергию и тепло. К таким установкам в первую очередь относятся теплоэлектроцентрали (ТЭЦ). В таких установках могут быть использованы различные устройства: газотурбинные и паротурбинные установки (ГТУ и ПТУ), газопоршневые агрегаты (ГПА).

Наряду с электроэнергией и теплом во многих случаях потребитель энергии нуждается в холоде (использование в определенных технологических процессах, хранение продукции, обеспечение комфортных условий жизнедеятельности человека). Дальнейшее свое развитие, комбинированное энергоснабжение может получить при организации централизованного снабжения потребителей, наряду с электроэнергией и теплом, также и холодом. Такой процесс называют тригенерацией. Для выработки электроэнергии и тепла в тригенерационных установках могут быть использованы те же агрегаты, что и в когенерационных (ГТУ, ПТУ, ГПА). Холод в тригенерационных установках может быть произведен с

применением термотрансформаторов различных типов: пароконденсационных (ПКТТ), воздушных (ВТТ) и абсорбционных (АБТТ), работающих в режиме холодильной машины. Термотрансформаторы в тригенерационных установках могут использоваться также для генерации тепла (работают в режиме теплового насоса).

Основное преимущество тригенерационных установок по сравнению с когенерационными – повышение термодинамической эффективности энергоснабжения благодаря использованию тепла уходящих газов не только в зимние, но и в летние месяцы.

В условиях быстрого роста цен на органическое топливо энергосбережение во всех отраслях промышленности является важнейшим фактором.

Основные направления энергосбережения:

- утилизация низкопотенциальной энергии промышленных предприятий;
- создание простых и надёжных энергетических установок для производства тепловой и электрической энергии, работающих на местных видах топлива;
- повышение коэффициента использования теплоты топлива в энергетических установках.

Решение перечисленных проблем можно осуществить с помощью установок, позволяющих утилизировать тепловую энергию с низкими параметрами теплоносителей. В настоящее время все больше и больше внимания уделяется поиску как можно более эффективных и безопасных рабочих тел для энергетических установок прямого и обратного циклов. Одними из таких рабочих тел являются природные хладагенты и, в частности, диоксид углерода. Точка зрения о вреде фреонов и пользе натуральных хладагентов ныне является доминирующей. Основными преимуществами применения CO_2 в холодильной технике в сравнении с ГФУ-хладагентами является их эффективность, безопасность, экологичность и низкая стоимость [2].

На основании энергетических, технических и экологических показателей использования CO_2 в энергетических установках для получения электрической, тепловой энергии и холода предлагается использование диоксида углерода для получения этих видов энергии в детандерном цикле. Отличительной особенностью такой установки является то, что используется только один хладагент – CO_2 .

Схема тригенерационной установки на диоксиде углерода с производством жидкой и газообразной углекислоты представлена на рисунке 1.

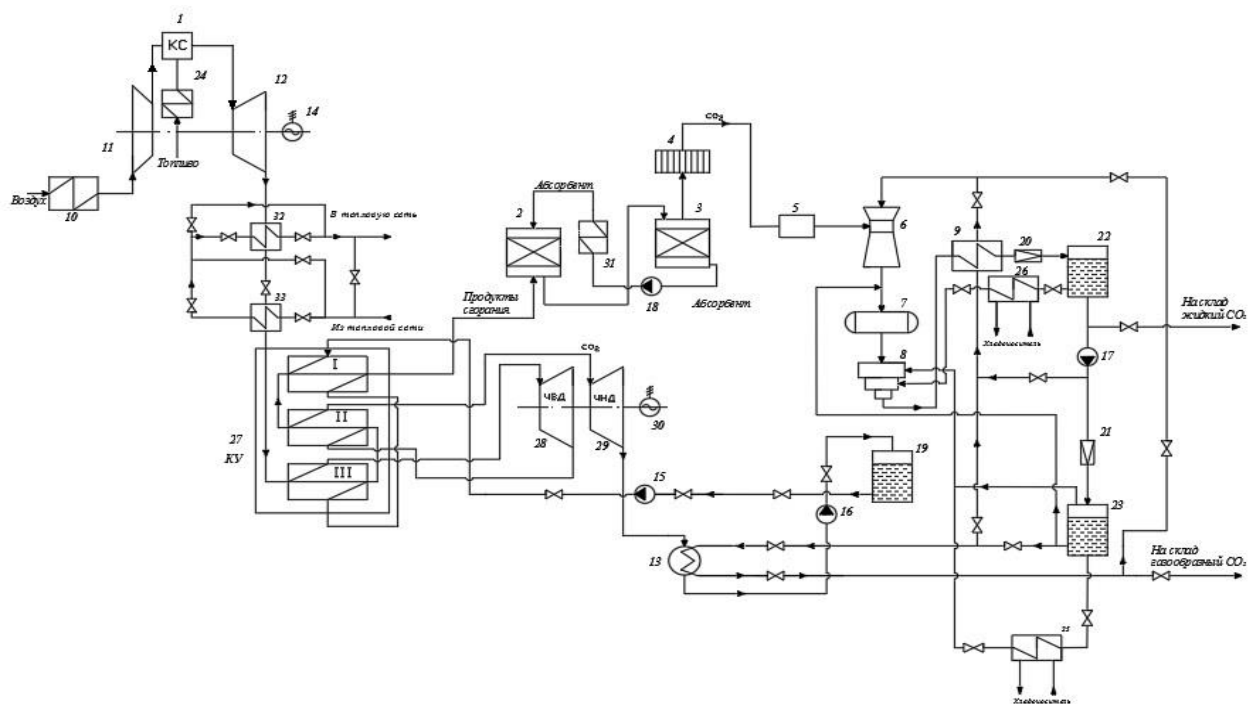


Рис. 1 – Схема тригенерационной парогазовой турбодетандерной установки с котлом утилизатором: 1 – камера сгорания; 2 – абсорбер; 3 – десорбер; 4 – брызгоотделитель;

5 – осушитель; 6 – инжектор; 7 – ресивер; 8 – компрессор; 9 – конденсатор; 10 – воздухоподогреватель; 11 – турбокомпрессор; 12 – газовая турбина; 13 – конденсатор-испаритель; 14, 30 – электрогенератор; 15, 16, 17, 18 – насос; 19 – сборник; 20, 21 – регулирующий вентиль; 22 – сепаратор 1; 23 – сепаратор 2; 24, 31, 32, 33 – теплообменник; 25, 26 – испаритель; 27 – котёл утилизатор; 28, 29 – ЧВД и ЧНД турбины.

Принцип работы установки следующий: в теплообменник 24 подается топливо, где оно впоследствии нагревается и подается в камеру сгорания (КС) 1, туда же через теплообменник 10 и турбокомпрессор 11 подается воздух. В КС 1 топливовоздушная смесь сгорает и образует дымовые газы. Дымовые газы поступают в газовую турбину 12. Электрогенератор 14 преобразует механическую энергию вращения турбины в электроэнергию. Отработанные дымовые газы из ГТУ поступают в сетевые подогреватели 32, 33, затем в котёл утилизатор 27 на ступень III, где они подогревают газообразный CO_2 , направляющийся на ЧВД турбины 28. После ступени III дымовые газы направляются в ступень II где подогревают газообразный CO_2 , направляющийся на ЧНД турбины 29. Электрогенератор 30 преобразует механическую энергию вращения вала турбины в электроэнергию.

После котла утилизатора продукты сгорания поступают последовательно в абсорбер 2 с поглощением газообразной углекислоты из продуктов сгорания и десорбер 3, где осуществляется выделение из абсорбента CO_2 . После десорбера углекислый газ поступает через брызгоотделитель 4 и осушитель 5 в инжектор 6, где инжектируется в линейный ресивер 7, при

этом его давление повышается до давления всасывания в компрессоре первой ступени 8. После трехступенчатого компрессора 8 газообразный CO_2 направляется в конденсатор 9, ожижается и поступает на первое дросселирование в дроссельное устройство 20, после которого температура и давление CO_2 снижаются, и далее в сепаратор 22. Отделившаяся в сепараторе жидкая фаза CO_2 поступает на второе дросселирование в дроссельное устройство 21, где опять происходит снижение температуры и давления. Жидкий диоксид углерода из сепаратора 23 подается в конденсатор-испаритель 13 турбогенераторной установки, кипит, поглощая теплоту конденсации газообразного CO_2 после его расширения в ЧВД 28 и ЧНД 29. Образовавшийся в результате кипения CO_2 газ направляется в инжектор 6, инжектирует газообразный CO_2 после десорбера 3 и накапливается в линейном ресивере 7. Часть жидкой углекислоты после сепаратора 22 подается на конденсатор 9 для конденсации сжатой газообразной CO_2 после компрессора 8.

Из ресивера – накопителя 19 жидкий CO_2 подается насосом 15 последовательно в испаритель I котла утилизатора 27, где испаряется, после чего поступает на ступень III котла утилизатора 27, где парообразный CO_2 перегревается и отправляется на ЧВД турбины 28. После ЧВД CO_2 поступает на ступень II котла утилизатора 27, где осуществляется второй перегрев, после чего CO_2 поступает на ЧНД турбины 29. Затем CO_2 конденсируется в конденсаторе 13 и насосом 16 опять подается в ресивер – накопитель 19. Турбодетандерный контур (ЧВД 28 и ЧНД 29 – котел утилизатор 27 – конденсатор-испаритель 13 – насос 16 – ресивер – накопитель 19) может работать как на цикле с докритическими параметрами так и на цикле с закритическими (транскритическими) параметрами.

На рисунке 2 показаны циклы описанной установки.

Циклы состоят из следующих процессов: 12 – 13 – повышение давления жидкого CO_2 в насосе 16; 13 – 131 – нагрев жидкого CO_2 до температуры кипения в испарителе I; 131 – 132 – изобарно-изотермический процесс кипения CO_2 в испарителе I; 13 – 14 – перегрев газообразного CO_2 в пароперегревателе III котла утилизатора 27; 14 – 15 – адиабатное расширение газообразного CO_2 в ЧВД 28; 15 – 16 – второй перегрев газообразного CO_2 в ступени II котла утилизатора 27; 16 – 17 – адиабатное расширение газообразного CO_2 в ЧНД 29; 17 – 12 – изобарно-изотермический процесс конденсации диоксида углерода в конденсаторе-испарителе 13. Для холодильного цикла: процесс 1-2 – адиабатное сжатие газообразного CO_2 в компрессоре первой ступени; 2-3 – охлаждение CO_2 перед компрессором второй ступени; 3-4 – адиабатное сжатие CO_2 в компрессоре второй ступени; 4-5 – промежуточное охлаждение CO_2 перед компрессором третьей ступени; 5-6 – адиабатное сжатие CO_2 в компрессоре третьей ступени; 6-7 – охлаждение и конденсация газообразного CO_2 в конденсаторе 9; 7-8 – первое адиабатное дросселирование жидкого диоксида углерода в дросселе 20 в сепаратор 22; 9-10 – второе адиабатное

4. Схемы тригенерационных установок для централизованного энергоснабжения / А.В. Клименко, В.С. Агабабов, И.П. Ильина // Теплоэнергетика 2016. №6 С. 36-43. [Ежемесячный электронный журнал];

5. Экономическая эффективность утилизации низкопотенциальных вторичных энергетических ресурсов посредством установки турбины на низкокипящем рабочем теле / А. Л. Шубенко [и др.] // Энергосбережение. Энергетика. Энергоаудит. – 2010. – № 6. – С. 12–22.

УДК 677.021

МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ МАШИННОГО АГРЕГАТА С ПРИВОДОМ ЩЕТОЧНОГО БАРАБАНА ОЧИСТИТЕЛЯ ХЛОПКА

**проф. А. Джураев, ТИТЛП, проф. Р. Максудов, ФерГУ
асс. Ш. Шухратов, ФерГУ**

Существуют ряд машин для очистки хлопка-сырца от крупного сора, в частности марки машин 1ХП, ЧХ-5, ЧХ-3М2 («Мехнат»), УХК и др. В настоящее время практически во всех заводах республики используются очистительные агрегаты УХК. В приводе вращательное движение передается в основном четырьмя ременными передачами [1]. При этом двухмассовый машинный агрегат с приводом щеточного барабана, а четырехмассовый с разветвленной сетью машинный агрегат с приводом пильчатых барабанов и шнека [2].

Кинематическая схема пильчатой секции машины УХК представлено на рис. 1а, динамическая модель машинного агрегата с приводом щеточного барабана представлено на рис. 1б.

Наиболее простым и приемлемым методом составления дифференциальных уравнений движения систем является метод лагранжевых уравнений [3].