

А. И. Шавшаева

Южно-Уральский государственный университет, г. Челябинск

alinashavshaeva@mail.ru

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ СБРОСНОЙ ТЕПЛОВОЙ ЭНЕРГИИ ДЛЯ ГОРЯЧЕГО ВОДОСНАБЖЕНИЯ

В работе рассчитана тепловая мощность, получаемая со сбросного пара автоклава. Осуществлён подбор комплектующих установки для съёма тепловой энергии. Произведён расчёт теплового баланса здания в целях его отопления, а также анализ водо- и электроснабжения. Разработана общая схема подключения источника энергии к получателю.

Ключевые слова: *тепловая энергия, сбросной пар, энергоснабжение.*

A. I. Shavshaeva

South Ural State University, Chelyabinsk

USE OF WASTE HEAT ENERGY FOR HOT WATER SUPPLY

The paper calculates the thermal power obtained from the waste steam of the autoclave. Selection of components of installation for removal of thermal energy is carried out. The calculation of the thermal balance of the building in order to heat it, as well as the analysis of water and electricity. The General scheme of connection of an energy source to the receiver is developed.

Keywords: *heat energy, waste steam, power supply.*

На сегодняшний день проблема теплового загрязнения является одной из самых актуальных. Эта проблема встречается в повседневной жизни почти на каждом шагу: сбросы ТЭС, выхлопные газы машин, сброс в водоёмы нагретых вод и т. п.

Статья написана на базе данных предприятия ЗАО «Завод автоклавного газобетона», на котором влажный пар образуется после цикла пропарки блоков в автоклаве, и в конечном итоге сбрасывается

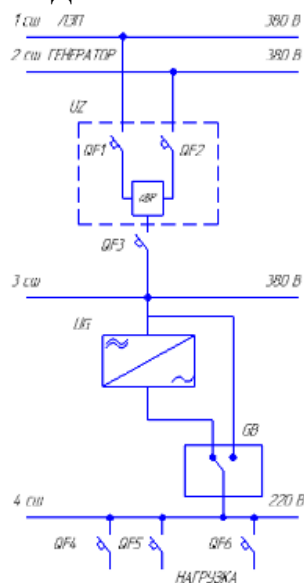
в атмосферу через трубу. После ознакомления с технологией производства была поставлена задача – разработка установки для съёма тепловой энергии для выбранных потребителей: система отопления, система горячего водоснабжения, энергоснабжение.

На первом этапе выполнен подсчёт снимаемой мощности. Согласно результатам расчётов, за один цикл сброса пара при таких характеристиках как давление, в среднем, 5 бар, температура, в среднем, около 145 °С, расход пара порядка 83 м³/ч, можно снять 335 кВт тепловой мощности.

На этапе выбора оборудования для съёма тепловой мощности изначально рассматривалась установка теплового насоса воздух-вода. Этот вариант оказался нерациональным в связи с тем, что температуры кипения теплоносителей были в несколько раз ниже, чем температура греющей среды.

В итоге было выбрано необходимое оборудование – влажно-паровая центростремительная микротурбина, исходя из параметров: максимальная вырабатываемая тепловая мощность – 400 кВт, расход рабочего тела – 0,05 кг/с, максимальная температура рабочего тела – 195 °С и бак-аккумулятор – 4 м³ [1, 4].

На втором этапе были выбраны потребители и произведён их расчёт. Для системы отопления тепловые потери здания через ограждающие конструкции составили 11,33 кВт. Расход тепловой энергии на подогрев горячей воды для системы горячего водоснабжения – 6,79 кВт. Энергопотребление здания для системы



Название	Обозначение
UZ	Система автоматизации с АРМ
GF	Автоматы
ИВ	Инвертер
АКБ	АКБ с буфером
ЛЭП	Система ЛЭП

энергоснабжения – 18,25 кВт [2, 3]. Электрическая схема питания потребителей представлена на рис. 1, где ЛЭП – питание от общей электросети, ГЕНЕРАТОР – будущее питание потребителей от спроектированной установки.

Рис. 1. Электрическая схема питания потребителей

После анализа полученных данных, на третьем этапе, было подобрано оборудование для питания выбранных потребителей – бак-аккумулятор, теплообменник, клапаны. Характеристики бака-аккумулятора исходили из среднесуточного потребления горячей воды, составляющего $0,15 \text{ м}^3/\text{ч}$. В связи с этим был выбран объём в 1 м^3 . Трёхходовые клапаны также выбирались на основе среднесуточного потребления – для системы ГВС ближайший по каталогу клапан был на $0,25 \text{ м}^3/\text{ч}$, для системы отопления с расходом в $0,33 \text{ м}^3/\text{ч}$ – клапан на $0,4 \text{ м}^3/\text{ч}$. Теплообменник был выбран площадью $0,5 \text{ м}^2$ исходя из необходимой тепловой мощности на систему ГВС – $6,8 \text{ кВт}$ и удельного теплового потока равного $11,2 \text{ Вт}/\text{м}^2$ [5].

В конечном итоге была составлена общая схема питания потребителей, с возможностью возврата использованной воды обратно в общую систему нагрева воды для дальнейшего парообразования (рис. 2).

Принцип её действия таков: острый пар, появившийся в результате открытия вентиля сброса в автоклаве, имеющий температуру в самом начале порядка $160 \text{ }^\circ\text{C}$, поступает в паровую турбину, где он приводит во вращение ротор турбины. Ротор турбины вращает электрический генератор. Отработанный в турбине пар, потеряв тепловой мощности порядка $5\text{--}10 \%$, направляется в конденсатор. Конденсат же, порядка 3 м^3 , направляется в общую систему нагрева воды для дальнейшего парообразования. Отведённого тепла хватает, чтобы нагреть до $80 \text{ }^\circ\text{C}$ 4 м^3 воды в баке-аккумуляторе для системы отопления. Наполняется водой этот бак посредством питательного насоса из скважины и, уже вода, нагретая с 10 до $80 \text{ }^\circ\text{C}$, циркулирует по контуру системы отопления. С баком-аккумулятором также связан контур кожухотрубного теплообменника, площадью $0,5 \text{ м}^2$. В нём холодная вода с температурой $10 \text{ }^\circ\text{C}$ из скважины нагревается до $40 \text{ }^\circ\text{C}$ и затем остаётся в баке-аккумуляторе, который предназначен для горячего водоснабжения предприятия. Клапаны в системе обеспечивают температурную регуляцию поступающей воды. После того, как цикл работы будет закончен, охладившаяся до $43 \text{ }^\circ\text{C}$

вода из бака отводится питательным насосом обратно в общую систему нагрева воды для дальнейшего парообразования.

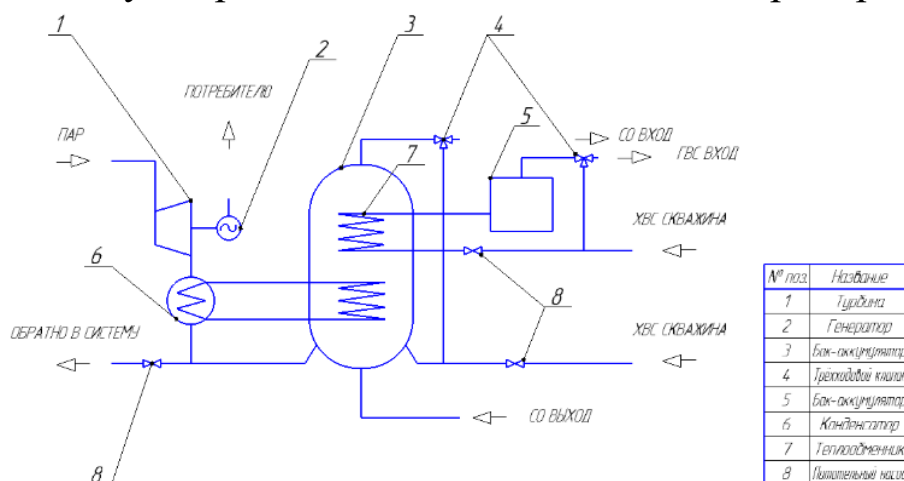


Рис. 2. Общая схема питания потребителей

В технико-экономическом плане разработанная установка оказалась достаточно выгодной. При капитальных вложениях в сумме 2971 тыс. руб. срок окупаемости составляет порядка 10 лет.

Список использованных источников

1. Влажно-паровая микротурбинная установка [Электронный ресурс]. URL: https://don-tech.ru/zavershenie_nir_okr/razrabotka_vlazhno-parovoj-mikroturbinnoj-ustanovki-dlya-sistem-maloy-raspredelejnoj-energetiki.html (дата обращения: 20.11.2019)
2. Внутренние санитарно-технические устройства. В 3 ч. Ч. I. Отопление / В. Н. Богословский, Б. А. Крупнов, А. Н. Сканави [и др.]; под ред. И. Г. Староверова и Ю. И. Шиллера. 4-е изд., перераб. и доп. М. : Стройиздат, 1990. 344 с.
3. Внутренние санитарно-технические устройства. В 3 ч. Ч. 2. Водопровод и канализация / Ю. Н. Саргин, Л. И. Друскин, И. Б. Покровская [и др.]; под ред. И. Г. Староверова и Ю. И. Шиллера. 4-е изд., перераб. и доп. М. : Стройиздат, 1990. 247 с.
4. Покотилев В. В. Пособие по расчету систем отопления. Вена : HERZ Armaturen, 2006. 145 с.
5. Пищулин, В. П. Расчет кожухотрубчатого теплообменника : учебное пособие / В. П. Пищулин. Северск : СТИ НИЯУ МИФИ, 2010. 37 с.