

Долгов Евгений Владимирович,

магистрант

2 курс, факультет «Теплоэнергетический»

ФГБОУ ВО Самарский государственный технический университет

Россия, г. Самара

**ОПРЕДЕЛЕНИЕ ТЕПЛОВЫХ НАГРУЗОК И КОЛИЧЕСТВА КОТЛОВ
ПРИ ПРОЕКТИРОВАНИИ ГАЗОВОЙ БЛОЧНО-МОДУЛЬНОЙ
КОТЕЛЬНОЙ МОЩНОСТЬЮ 5,0 МВт**

***Аннотация:** В статье изложены вопросы проектирования газовой блочно-модульной котельной в селе Богатое Самарской области. В работе приводится расчет нагрузок на отопление, вентиляцию зданий и горячее водоснабжение. На основании расчета определено количество котлов, необходимое для обеспечения объектов села требуемыми тепловыми нагрузками.*

***Ключевые слова:** тепловая нагрузка, отопление, вентиляция, горячее водоснабжение, котел, блочно-модульная котельная.*

***Annotation:** The article outlines the design issues of a gas block-modular boiler house in the village of Bogatoye, Samara region. The work provides calculations of loads on heating, ventilation of buildings and hot water supply. Based on the calculation, the number of boilers required to provide village facilities with the required heat loads was determined.*

***Key words:** heat load, heating, ventilation, hot water supply, boiler, block-modular boiler house.*

Для обеспечения тепловых нагрузок объектов села Богатое Самарской области необходимо строительство новой газовой блочно-модульной котельной. Котельная должна обеспечивать отопление, вентиляцию и горячее водоснабжение следующих объектов: школа, дворец культуры, четырехэтажный жилой дом, двухэтажный жилой дом - 30 шт., частный индивидуальный жилой дом - 12 шт., склад и столярный цех.

Характеристики объектов представлены в таблице 1.

Таблица 1.

Исходные данные по объектам с. Богатое

Наименование здания	Объем, м ³	$q_{от}, \frac{Вт}{м^3 \cdot ^\circ C}$	$q_v, \frac{Вт}{м^3 \cdot ^\circ C}$	Температура, °C	Количество человек
Школа	11 415	0,33	0,4	16	700
Дворец культуры	28 441	0,3	0,38	16	1 200
Жилой дом (4этажа)	2 520	0,49	0	20	72
Жилой дом (2 этажа) - 19 шт.	1 634·19= 31 046	0,49	0	20	456
Жилой дом (2 этажа) - 11 шт.	3 268·11= 35 948	0,44	0	20	528
Индивидуальный жилой дом - 12 шт.	200·12= 2 400	0,87	0	20	48
Склад	3 000	0,75	0	10	-
Столярный цех	4 060	0,6	0,6	15	15

Расчет тепловой нагрузки на отопление

Для проектирования отопления используем расчетную зимнюю температуру окружающей среды $t_p = -30^\circ C$ [1], [2].

Расчет тепловой нагрузки на отопление при наружной температуре $t_n = -30^\circ C$ производится по формуле.

$$Q_{от} = a \cdot q_{от} \cdot V \cdot (t_{вн} - t_{н.от}), \text{ Вт} \quad (1)$$

где a – поправочный коэффициент, применяемый в тех случаях, когда расчетная температура наружного воздуха для жилых и общественных зданий отличается от -30°C , принимаемый по [1];

$q_{\text{от}}, \frac{\text{Вт}}{\text{м}^3 \cdot ^{\circ}\text{C}}$ – тепловая отопительная характеристика зданий, представляющая собой поток теплоты, теряемый 1 м^3 наружного объема здания в единицу времени при разности температур внутреннего и наружного воздуха 1°C , принимаемый по [1];

V – объем здания, м^3 ;

$t_{\text{вн}}$ – расчетная внутренняя температура здания (усредненная), $^{\circ}\text{C}$;

$t_{\text{н.от}}$ – расчетная температура окружающей среды для проектирования отопления, $^{\circ}\text{C}$.

Тепловая нагрузка на отопление школы составит:

$$Q_{\text{от}} = 1 \cdot 0,3 \cdot 11415 \cdot (16 + 30) = 157527 \text{ Вт}$$

Аналогично определяются тепловые нагрузки на отопление других зданий. Результат расчета приведен в таблице 2.

Суммарная нагрузка на отопление при наружной температуре $t_{\text{н}} = -30^{\circ}\text{C}$ составит $\sum Q_{\text{от}} = 2,47 \text{ МВт} = 2,12 \text{ Гкал/час}$.

Выполним расчет тепловой нагрузки на отопление при наружной температуре $t_{\text{н}} = 8^{\circ}\text{C}$.

Тепловая нагрузка на отопление школы:

$$Q_{\text{от}} = 1 \cdot 0,3 \cdot 11415 \cdot (16 - 8) = 27396 \text{ Вт}$$

Аналогично определяются тепловые нагрузки на отопление других зданий. Результат расчета приведен в таблице 2.

Суммарная нагрузка на отопление при наружной температуре $t_{\text{н}} = 8^{\circ}\text{C}$ составит $\sum Q_{\text{от}} = 0,53 \text{ МВт} = 0,46 \text{ Гкал/час}$.

Тепловые нагрузки на отопление

Наименование здания	Тепловая нагрузка при $t_n = -30^\circ\text{C}$, Вт	Тепловая нагрузка при $t_n = 8^\circ\text{C}$, Вт
Школа	157 527	27 396
Дворец культуры	392 485,8	68 258,4
Жилой дом (4этажа)	61 740	14 817,6
Жилые дома (2 этажа) - 19 шт.	760 627	182 550, 5
Жилые дома (2 этажа) - 11 шт.	790 856	189 805,4
Индивидуальные жилые дома - 12 шт.	104 400	25 056
Склад	90 000	4 500
Столярный цех	109 620	17 052
Суммарная тепловая нагрузка на отопление	2 467 255,8	529 435,9

Расчет тепловой нагрузки на вентиляцию зданий

Для жилых зданий $Q_v = 0$.

$$Q_v = a \cdot q_v \cdot V \cdot (t_{вн} - t_v), \text{ Вт} \quad (2)$$

где q_v – удельная вентиляционная характеристика здания, Вт/(м³·°C); принимается по [1] в зависимости от назначения и строительного объема здания.

t_v – расчетная температура наружного воздуха для проектирования вентиляции.

Определим тепловую нагрузку на вентиляцию при наружной температуре $t_v = -30^\circ\text{C}$.

$$\text{Школа: } Q_v = 1 \cdot 0,4 \cdot 11415 \cdot (16 + 30) = 210036 \text{ Вт}$$

Аналогично определяются нагрузки на вентиляцию других нежилых зданий. Результат расчета приведен в таблице 3. Суммарная тепловая нагрузка

на вентиляцию при наружной температуре $t_v = -30^\circ\text{C}$ составит $\sum Q_v = 0,82 \text{ МВт} = 0,71 \text{ Гкал/час}$.

Аналогично определим тепловую нагрузку на вентиляцию при наружной температуре $t_v = 8^\circ\text{C}$. Результаты расчетов представлены в таблице 3. Суммарная тепловая нагрузка на вентиляцию при наружной температуре $t_v = 8^\circ\text{C}$ составит $\sum Q_v = 0,14 \text{ МВт} = 0,12 \text{ Гкал/час}$.

Таблица 3.

Тепловые нагрузки на вентиляцию

Наименование здания	Тепловая нагрузка при $t_v = -30^\circ\text{C}$, Вт	Тепловая нагрузка при $t_v = 8^\circ\text{C}$, Вт
Школа	210 036	36 528
Дворец культуры	497 148,7	86 460,6
Столярный цех	109 620	17 052
Суммарная тепловая нагрузка на вентиляцию	816 804,7	140 040,6

Расчет тепловой нагрузки на горячее водоснабжение

Определение расчетных расходов ГВ и тепловых потоков в течение часа при среднем и при максимальном потреблении воды основывается на расчете соответствующих расходов через водоразборные приборы и на определении вероятности их совместного использования.

Тепловая нагрузка на горячее водоснабжение определяется по формуле

$$Q_{ГВС} = 1,2 \cdot c \cdot \rho \cdot g_u \cdot U \cdot \frac{t_z - t_c}{T}, \text{ Вт} \quad (3)$$

где c – удельная теплоемкость воды, $c=4190 \text{ Дж}/(\text{кг}\cdot^\circ\text{C})$;

ρ – плотность воды, $\rho = 1000 \text{ кг}/\text{м}^3$;

g_u - средняя в сутки норма расхода горячей воды на единицу измерения потребителя, $\text{м}^3/(\text{сутки. ед})$, принимаемый по [1];

U – количество единиц измерения потребителя;

t_z - температура горячей воды в точке водоразбора, °С;

t_c - температура холодной воды в отопительный период, °С;

T - время потребления горячей воды в течение суток, с/сут.

Определим тепловую нагрузку на горячее водоснабжение.

Школа: $Q_{ГВС} = 1,2 \cdot 4190 \cdot 1000 \cdot 0,008 \cdot 700 \cdot (60 - 5) / (12 \cdot 3600) = 35848$ Вт .

Аналогично рассчитываются тепловые нагрузки на горячее водоснабжение других зданий. Результат расчета приведен в таблице 4.

Таблица 4.

Тепловые нагрузки на горячее водоснабжение

Наименование здания	Тепловая нагрузка, Вт
Школа	35 848
Дворец культуры	38 408
Жилой дом (4этажа)	27 654
Жилые дома (2 этажа) - 19 шт.	175 142
Жилые дома (2 этажа) - 11 шт.	202 796
Индивидуальные жилые дома - 12 шт.	18 436
Суммарная тепловая нагрузка на ГВС	498 284

Суммарная тепловая нагрузка на горячее водоснабжение составит $\sum Q_{ГВС} = 498284$ Вт = 0,5 МВт = 0,43 Гкал/ час .

В теплый период года ГВС не требуется.

Определим максимальный часовой расход теплоты на ГВС, Вт

$$Q_{\max ГВС} = \beta \cdot \sum Q_{ГВС} \quad (4)$$

где β – коэффициент часовой неравномерности потребления горячей воды.

Примем коэффициент $\beta = 2,4$, так как для районов теплоснабжения с жилыми и общественными зданиями β колеблется от 2 до 2,4. [3].

$$Q_{\max ГВС} = 2,4 \cdot 498284 = 1195882 \text{ Вт}$$

Расчет количества работающих котлов

Определим количество котлов, которое необходимо использовать одновременно для обеспечения требуемой нагрузки [2],[4].

- зимний период

Общая нагрузка на отопление, вентиляцию и ГВС составляет:

$$\sum Q_{\text{зим}} = 2,47 + 0,82 + 0,5 = 3,79 \text{ МВт}$$

Мощность котла - 1 МВт

$$\text{Количество котлов} = 3,79/1 = 3,79$$

В зимний период работают 4 котла.

- переходные условия

Общая нагрузка на отопление, вентиляцию и ГВС составляет:

$$\sum Q_{\text{перех}} = 0,53 + 0,14 + 0,5 = 1,17 \text{ МВт}$$

Мощность котла - 1 МВт

$$\text{Определим количество котлов: } 1,17/1 = 1,17$$

При переходных условиях работают 2 котла.

Выводы

1. Произведен расчет нагрузок на отопление объектов села Богатое Самарской области. При наружной температуре -30°C тепловая нагрузка составила 2 467 255,8 Вт, при температуре $+8^{\circ}\text{C}$ – 529 435,9 Вт.

2. Произведен расчет нагрузок на вентиляцию зданий села. При наружной температуре -30°C нагрузка составила 816 804,7 Вт, при температуре $+8^{\circ}\text{C}$ – 140 040,6 Вт.

3. Произведен расчет нагрузок на ГВС зданий. Суммарная тепловая нагрузка на ГВС составила 498 284 Вт.

4. Определен максимальный часовой расход теплоты на ГВС.

5. Определено количество котлов, необходимое для обеспечения требуемой нагрузки. В зимний период необходимы 4 котла, в переходный период – 2 котла.

6. Результаты расчета использованы при проектировании газовой блочно-модульной котельной для обеспечения тепловых нагрузок объектов с. Богатое Самарской области.

Использованные источники:

1. Наладка и эксплуатация водяных тепловых сетей: Справочник / В.И. Манюк, Я.И. Каплинский, Э.Б. Хиж и др. 3-е изд., перераб. И доп. М. Стройиздат 1988. 432с.
2. СНиП 23.01- 99. Строительная климатология. Нормы проектирования. М.: ГУП ЦПП, 2000. 58 с.
3. СНиП 2.04.07 – 86*. Тепловые сети. М.: ГП ЦПП, 1997. 48 с.
- 4 Кузнецов Н.В., Митор В.В. Тепловой расчет котельных агрегатов. Нормативный метод. Издание 2-е переработанное. М.: Госэнергоиздат, 1973. 296 с.