

1. Расчет максимальных часовых расходов тепла через ограждения

Тн = -31 °С температура н.хол. суток с обесп. 0,92
 Кшт = 25% зашторивание под покрытием

№ отделения	Fотд, м2	Тн, °С	tw, °С	Н, м	ΣLно, м	Fогр. м2			К, Вт/м2·°К			Теплопотери Q, Вт			Основные ТП МВт	Инфиль- трация %	Qо_max МВт / Гкал/ч	
						Стены	Покрытие	Пол	Стены	Покрытие	Пол	Стены	Покрытие	Пол по 4-м зонам				
1	24002,6	-31	18	6	1947,0	11682	25443	1	620,6	3,2	6,40	0,48	2106498	7978838	8,192	6,12%	8,693	
								2	612,6								14597,4528	6904,4528
								3	620,6								0,23	3649,3632
								4	22148,7								0,12	75969,8695
2	23344,3	-31	18	6	1973	11838	24745	1	611,0	3,2	6,40	0,48	2134628	7760002	8,053	6,12%	8,546	
								2	603,0								14370,72	6795,81
								3	595,0								0,23	3498,6
								4	21535,3								0,12	73865,9075
3	17389,2	-31	18	6	856	5136	18433	1	270,5	3,2	6,4	0,48	926124	5780435	5,329	6,12%	5,655	
								2	270,5								6361,6896	3048,3096
								3	270,5								0,23	1590,4224
								4	16577,7								0,12	56861,5796
4	16752,1	-31	18	6	1044	6264	17757	1	513,7	3,2	6,4	0,48	1129524	5568649	5,379	6,12%	5,708	
								2	505,7								12083,1648	5699,6898
								3	497,7								0,23	2926,7112
								4	15234,8								0,12	52255,4669
5	1948,7	-31	18	6	155	930	2066	1	48,2	3,2	6,4	0,48	167698	647772	0,662	6,12%	0,702	
								2	48,2								1133,4288	543,1013
								3	48,2								0,23	283,3572
								4	1804,1								0,12	6188,0973
6	8429,4	-31	18	6	1170	7020	8935	1	366,2	3,2	6,4	0,48	1265846	2802077	3,407	6,12%	3,616	
								2	358,2								8613,2592	4037,0267
								3	350,2								0,23	2059,2348
								4	7354,8								0,12	25226,964
7	11011,2	-31	18	6	404	2424	11672	1	127,0	3,2	6,4	0,48	437096	3660312	3,224	6,12%	3,421	
								2	127,0								2986,0992	1430,8392
								3	127,0								0,23	746,5248
								4	10630,4								0,12	36462,1348
Итого:															34,25		36,34	
102877,4															34,25		31,25	

ТЕПЛИЦА

Максимально-часовые нагрузки за счет инфильтрации воздуха в теплицу

$$Q_{o_max} = 34.246 \text{ MBt} \quad \text{основные теплопотери}$$

Расчетный коэффициент инфильтрации

$$K_{u.p} = \frac{\sqrt{2 \cdot 9.8 \cdot h \cdot \left(1 - \frac{273 + t_0}{273 + t_j}\right) + v^2}}{100}$$

$$t_0 = -31 \quad \text{расчетная наружная температура воздуха для проектирования отопления, } ^\circ\text{C}$$

$$t_j = 20 \quad \text{расчетная температура воздуха в теплице, } ^\circ\text{C}$$

$$h = 6 \quad \text{высота здания, м}$$

$$v = 4.2 \quad \text{расчетная для данной местности скорость ветра в отопительный период, м/с}$$

$$K_{u.p} = \frac{\sqrt{2 \cdot 9.8 \cdot h \cdot \left(1 - \frac{273 + t_0}{273 + t_j}\right) + v^2}}{100}$$

$$K_{u.p} = 0.062$$

$$Q_{инф} = Q_{o_max} \times K_{u.p} \quad Q_{инф} = 2.114 \text{ MBt}$$

Максимальный расход тепла в теплице

$$Q_{o_m} = Q_{o_max} \times (1 + K_{u.p})$$

$$Q_{o_m} = 36.36 \text{ MBt} \quad Q_{o_m} = 31.26 \frac{\text{Гкал}}{\text{ч}}$$

Расход тепла на нагрев поливочной воды

$$g_{пол} = 570 \frac{\text{м}^3}{\text{сут}} \quad \text{суточный расход воды на полив по балансу водопотребления}$$

$$\rho = 1000 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3} \quad C_{p_w} = 4.2 \frac{\text{кДж}}{\text{кг} \cdot \text{K}}$$

$$t_{пол} = 18 \text{ } ^\circ\text{C} \quad \text{температура поливочной воды}$$

$$t_{вс} = 5 \text{ } ^\circ\text{C} \quad \text{температура водопроводной воды в отапливаемый период}$$

$$Q_{пол} = \rho \times g_{пол} \times C_{p_w} \times (t_{пол} - t_{вс})$$

$$Q_{пол} = 0.360 \text{ MBt} \quad Q_{пол} = 0.310 \frac{\text{Гкал}}{\text{ч}}$$

АБК с технической зоной

Расход тепла на ВТЗ

В воротах зоны логистики предусматриваются две тепловые завесы AeroWall AW-100/350-Т-Г с тепловой мощностью 41кВт и одна завеса AeroWall AW-170/350-Т-Г тепловой мощности 67кВт.

$$Q_{ВТЗ} = 2 \times 41 \text{ кВт} + 67 \text{ кВт}$$

$$Q_{ВТЗ} = 0.149 \text{ МВт}$$

$$Q_{ВТЗ} = 0.128 \frac{\Gamma_{\text{кал}}}{\text{ч}}$$

АБК с технической зоной встроен в здание теплицы

Расход тепла на отопление

Так как АБК встроенный, расход тепла на отопление АБК отнесен к общей потребности в тепле здания теплицы.

Расход тепла на вентиляцию

$$F_{\text{пола}} = 1901.25 \text{ м}^2$$

$$h_{\text{ср}} = 3.8 \text{ м}$$

$$V_{\text{АБК}} = F_{\text{пола}} \times h_{\text{ср}} = 7224.8 \text{ м}^3$$

объем АБК

$$q_{\text{вен_ТП}} = 0.8 \frac{\text{Вт}}{\text{м}^3 \text{ К}}$$

удельная тепловая нагрузка для принудительной вентиляции по типовому проекту АБК

$$t_{\text{ext}} = -26 \text{ }^\circ\text{C}$$

температура наружного воздуха

$$t_{\text{int}} = 18 \text{ }^\circ\text{C}$$

температура воздуха в АБК

$$a = 1$$

поправочный коэффициент

$$Q_{\text{в_АБК}} = a \times q_{\text{вен_ТП}} \times V_{\text{АБК}} \times (t_{\text{int}} - t_{\text{ext}})$$

$$Q_{\text{в_АБК}} = 0.254 \text{ МВт}$$

$$Q_{\text{в_АБК}} = 0.219 \frac{\Gamma_{\text{кал}}}{\text{ч}}$$

Расход тепла на горячее водоснабжение

Предусматривается установка баков-аккумуляторов в тепловом пункте. Потребителями тепла являются: столовая, администрация, производственный персонал.

В зимний период, по заданию ВК, максимально-часовой расход тепла на ГВС составляет

$$Q_{гвс_АБК} = 0.6737 \frac{\text{Гкал}}{\text{ч}} \qquad Q_{гвс_АБК} = 0.784 \text{ МВт}$$

В летний период потребность в тепловой энергии ГВС обеспечивается за счет выработки CO₂

Котельная и энергоцентр

Котельная

Максимальные часовые нагрузки на отопление котельной

Расчет тепла на отопление

$$Q_{o_к} = a \cdot V \cdot q_0 \cdot (t_j - t_0)$$

$a = 1$ поправочный коэффициент

$V = 3250$ объем здания по типовому проекту, м³

$t_0 = -26$ расчетная наружная температура воздуха для проектирования отопления, °C

$t_j = 5$ расчетная температура воздуха в котельной, °C

$h = 4.5$ высота котельной

$q_0 = 0.1 \frac{\text{ккал}}{\text{м}^3 \text{ ч К}}$ удельная тепловая характеристика по методическим рекомендациям

Расход тепла на отопление котельной

$$Q_{o_к} = a \cdot V \cdot q_0 \cdot (t_j - t_0)$$

$$Q_{o_к} = 0.023 \frac{\text{Гкал}}{\text{ч}} \qquad Q_{o_к} = 0.027 \text{ МВт}$$

Максимальные часовые нагрузки на вентиляцию котельной

$$\rho = 1.2 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3} \quad C_p = 1.006 \frac{\text{кДж}}{\text{кг} \cdot \text{К}} \quad - \text{плотность и теплоемкость воздуха}$$

$$t_{\text{int}} = 5 \text{ } ^\circ\text{C} \quad - \text{расчетная температура внутреннего воздуха}$$

$$t_{\text{ext}} = -26 \text{ } ^\circ\text{C} \quad - \text{расчетная температура наружного воздуха}$$

$$L_{\text{mun}} = (44306 + 9750) \frac{\text{м}^3}{\text{ч}} \quad - \text{расход приточного воздуха в соответствии с типовым проектом}$$

$$L_I = 44306 \frac{\text{м}^3}{\text{ч}} \quad \text{воздух на горение}$$

$$L_I = 9750 \frac{\text{м}^3}{\text{ч}} \quad \text{воздух на вентиляцию энергоцентра}$$

Расход тепла на вентиляцию

$$Q_{\text{вен_к}} = L_{\text{mun}} \rho C_p (t_{\text{int}} - t_{\text{ext}})$$

$$Q_{\text{вен_к}} = 0.562 \text{ МВт}$$

$$Q_{\text{вен_к}} = 0.483 \frac{\text{Гкал}}{\text{ч}}$$

Энергоцентр

Потребность в тепле помещения энергоцентра с газопоршневыми установками покрывается за счет внутренних теплоизбытков. Устройство отопления и вентиляции в энергоцентре не требуется.

Максимальное потребление тепла

$$k_{\text{зан}} = 10\% \quad \text{коэффициент запаса тепла, учитывающий неучтенные теплопотери и изменение технологии при проектировании}$$

$$Q_{\text{ТС_max}} = (1 + k_{\text{зан}}) (Q_{o_m} + Q_{o_к} + Q_{в_АБК} + Q_{\text{вен_к}} + Q_{\text{ВТЗ}} + Q_{\text{гвс_АБК}} + Q_{\text{пол}})$$

$$Q_{\text{ТС_max}} = 42.35 \text{ МВт}$$

Расчет максимально-часового расхода газа

$n_o = 196$ продолжительность отопительного периода в году, дней

$m = 24$ количество часов работы системы отопления в сутки, ч

$t_{ht} = -3.1\text{ }^{\circ}\text{C}$ среднесезонная температура наружного воздуха

$t_{ext} = -31\text{ }^{\circ}\text{C}$

$t_{int} = 20\text{ }^{\circ}\text{C}$

$Q_n = 8177 \frac{\text{ккал}}{\text{м}^3} = 34.24 \frac{\text{МДж}}{\text{м}^3}$ - низшая теплота сгорания природного газа

Максимальное количество тепла, требуемое для отопления здания в час, определяется по формуле

$$Q_{TC} = Q_{TC_max} \times 3600$$

$$Q_{TC} = 152443 \text{ МДж} \quad \text{в час}$$

$\eta_k = 0.65$ КПД тепловой схемы (газопоршневая установка и котельные агрегаты)

$$B_{y_om} = \frac{Q_{TC}}{\eta_k \times Q_n} = 6850.5 \text{ нм}^3 \quad \begin{array}{l} \text{максимально-часовой расход газа} \\ \text{на тепловую сеть, нм}^3/\text{час} \end{array}$$

Расчёт годовых нагрузок

Отопление

Максимальное количество тепла, требуемое для отопления зданий в год, определяется по формуле

$$Q_{om} = (Q_{o_m} + Q_{o_к})$$

$$Q_{om_г} = \frac{Q_{om} \cdot 24 \cdot (t_{int} - t_{ht}) \cdot n_o}{t_{int} - t_{ext}}$$

$$Q_{om_г} = 279.10 \times 10^6 \text{ МДж} \quad \text{в год}$$

Полив

Максимальное количество тепла, требуемое для отопления здания в год, определяется по формуле

$$Q_{mx} = Q_{пол} \times 3600 \text{ (с)}$$

$$Q_{mx_г} = \frac{Q_{mx} \cdot 24 \cdot (t_{int} - t_{ht}) \cdot n_o}{t_{int} - t_{ext}}$$

$$Q_{mx_г} = 2.763 \times 10^6 \text{ МДж} \quad \text{в год}$$

Вентиляция

Максимальное количество тепла, требуемое для вентиляции зданий в год, определяется по формуле

$$m = 8 \quad \text{количество часов работы системы вентиляции в сутки, ч}$$

$$Q_{вен} = (Q_{в_АБК} + Q_{вен_к})$$

$$Q_{вен_г} = \frac{Q_{вен} \cdot m \cdot (t_{int} - t_{ht}) \cdot n_o}{t_{int} - t_{ext}}$$

$$Q_{вен_г} = 2.087 \times 10^6 \text{ МДж} \quad \text{в год}$$

Воздушно-тепловые завесы (ВТЗ)

Коэффициент одновременности: $k_{одн} = 0.5$

$m = 8$ количество часов работы ВТЗ в сутки, ч

$$Q_{втз} = (Q_{ВТЗ}) 3600 (с)$$

$$Q_{втз_г} = \frac{Q_{втз} \cdot m \cdot (t_{int} - t_{ht}) \cdot n_o \times k_{одн}}{t_{int} - t_{ext}}$$

$$Q_{втз_г} = 190.48 \times 10^3 \text{ МДж} \quad \text{в год}$$

ГВС

$k_q = 5.15$ коэффициент часовой неравномерности водопотребления

$Q_{гвс} = Q_{гвс_АБК} \times 3600 (с)$ максимально-часовой расход тепла в час на ГВС в течении отопительного периода

$Q_{гвс_о} = \frac{Q_{гвс}}{k_q} = 547.7 \text{ МДж}$ средне-часовой расход тепла в час на ГВС в течении отопительного периода

$Q_{гвс_но} = 0.8 \times Q_{гвс_о} = 438.2 \text{ МДж}$ расход тепла в час на ГВС в течении неотапительного периода

$n_o = 196 \text{ сут} \quad n_o = 4704 \text{ ч}$ продолжительность функционирования систем ГВС в отопительном периоде

$n_{но} = 169 \text{ сут} \quad n_{но} = 4056 \text{ ч}$ продолжительность функционирования систем ГВС в неотапительном периоде

Количество тепловой энергии по **средне-часовому** расходу тепла, необходимое для системы ГВС в год, определяется по формуле

$$Q_{гвс_г} = (Q_{гвс_о} \cdot n_o + Q_{гвс_но} \cdot n_{но}) |$$

$$Q_{гвс_г} = 4.354 \times 10^6 \text{ МДж} \quad \text{в год}$$

Количество тепла в год

$$Q_{год} = Q_{от_г} + Q_{вент_г} + Q_{взм_г} + Q_{звс_г} + Q_{тх_г}$$

$$Q_{от_г} = 279.1 \times 10^6 \text{ МДж}$$

$$Q_{от_г} = 66.66 \times 10^3 \text{ Гкал}$$

$$Q_{вент_г} = 2.087 \times 10^6 \text{ МДж}$$

$$Q_{вент_г} = 498.46 \text{ Гкал}$$

$$Q_{взм_г} = 190.5 \times 10^3 \text{ МДж}$$

$$Q_{взм_г} = 45.50 \text{ Гкал}$$

$$Q_{звс_г} = 4.354 \times 10^6 \text{ МДж}$$

$$Q_{звс_г} = 1.040 \times 10^3 \text{ Гкал}$$

$$Q_{тх_г} = 2.763 \times 10^6 \text{ МДж}$$

$$Q_{тх_г} = 659.91 \text{ Гкал}$$

$$Q_{год} = 288.5 \times 10^6 \text{ МДж}$$

$$Q_{год} = 68.91 \times 10^3 \text{ Гкал}$$

Расчет годового расхода газа

В пересчете на тонны условного топлива

$$B_{ТУТ} = \frac{Q_{год} \times 10^{-3}}{29.3 \text{ МДж}} = 9846.1 \text{ т.у.т.}$$

Годовой расход газа без учета досветки

$$B_{у_от} = \frac{Q_{год}}{\eta_k \times Q_n}$$

$$\eta_k = 0.65 \quad \text{КПД тепловой схемы}$$

$$B_{у_от} = 12.96 \times 10^6 \text{ нм}^3$$

годовой расход газа на тепловую сеть, нм³/год

Результаты сведены в таблицу.

Потребность в природном газе
Объект: г. Лиски

тпом18
тнар-31
тнар ср-3,1
зшт196
КПД тепловой схемы (ГПУ, КА)0,65
Qнр34,24

МДж/м3природный газ

отопительный период

Наименование помещения, здания	Объем	Темп. наруж воздуха в ХП	Темп. в помеще-нии	Потребители тепла										Коефф. запаса тепла	Общий расход тепла	Досветка	Расход природного газа		
				на отопление		на вентиляцию		на ВТЗ		на ГВС		Полив							
				МВт	(МДж/го д)х10 ⁶	МВт	(МДж/го д)х10 ⁶	МВт	(МДж/го д)х10 ⁶	МВт	(МДж/го д)х10 ⁶	МВт	(МДж/го д)х10 ⁶						
	м³	град С	град С											МДж/год	Макс- часовая, м³/ч	в год	расход тепла		
														МДж/год	нм³/год х10 ⁶		т.у.т х10 ⁶		
Теплица (отд.1-7)	617264,3	-31	18	36,342				0,360				40,372							
АБК со складской зоной, КПП		-26	18	0,000		0,254		0,784				1,306							
Котельная		-26	5	0,027		0,483						0,561							
ИТОГО:				36,369	279,1	0,737	2,087	0,149	0,190	0,784	4,354	0,360	2,763	288,494	6832,3	12,96	9,85		