

#### 4 Расчет системы охлаждения

##### Расчет охлаждения центрального процессора

Для стабильной работы процессора необходимо, чтобы его рабочая температура не поднималась выше определенного уровня, иначе при работе возможны сбои и зависания машины. Максимальная рабочая температура ядер процессора составляет 72°C, при расчете для надежности принимается допустимая температура равная 60°C. Оптимальная температура внутри системного блока 35°C. Необходимо выяснить, способен ли выбранный кулер обеспечить эффективное охлаждение корпуса процессора. Фундаментальной технической характеристикой кулера является термическое сопротивление относительно поверхности процессорного кристалла – величина, позволяющая оценить его эффективность в качестве охлаждающего устройства.

Термическое сопротивление процессора рассчитывается следующим образом:

$$R_t = \frac{(T_c - T_a)}{W}$$

Где  $R_t$  – термическое сопротивление радиатора, °C/W;

$T_c$  - температура процессора, которую необходимо достичь, применяя кулер, °C;

$T_a$  - температура внутри компьютерного корпуса, °C;

$w$  - тепловая мощность, рассеиваемая процессором, Вт. Intel Core i3-3210 рассеивает мощность 55Вт. Тогда термическое сопротивление радиатора будет равно:

$$R_t = \frac{(60 - 35)}{55} = 0.45 \text{ } ^\circ\text{C} / \text{w}$$

В полученное значение для термосопротивления кулера входит и термосопротивление теплового интерфейса. Для тонких слоев (0,05 мм и меньше), таких как термопаста термосопротивление составляет порядка 0,08 – 0,15 °C/W. Поэтому для обеспечения общего термосопротивление 0,15°C/W в случае применения качественной термопасты термосопротивление кулера не должно превышать:

$$R_t = 0.45 - 0.08 = 0.37 \text{ } ^\circ\text{C} / \text{w}$$

В случае применения кулера, поставляемого в упаковке с процессором (рис. 25), термосопротивление которого равно 41°C/W, максимальная температура процессора будет равна:

$$T_c = W(R_t + 0,08) + T_a = 55(0,45 + 0,08) + 35 = 64.15 \text{ } ^\circ\text{C}$$

С учетом того, что максимальная температура ядер данного процессора составляет 72°C, был выбран этот кулер. (Рис. 25)

					ПК.230106.583.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		3



Рисунок №25. Кулер

### Расчет охлаждения корпуса

Необходимо рассчитать, какой производительностью должна обладать корпусная система охлаждения для отвода требуемой тепловой мощности при заданной разности температур внутри корпуса.

$$Q = \frac{1.76 * P}{(T_a - T_o)}$$

Где  $P$  - полная тепловая мощность компьютера;

$T_a$  - температура внутри системного корпуса;

$T_o$  - температура «на входе» корпуса (температура в помещении);

$Q$  - производительность (расход) корпусной системы охлаждения.

В таблице 6 приведена тепловая мощность комплектующих элементов.

Таблица №4. Тепловая мощность комплектующих элементов.

Наименование компонента	Тепловая мощность
Системная плата Gigabyte GA-H77-DS3H	30
CPU Intel Core i3-3210	60
2x DDR3 2048MBx2 PC10666 1333MHz Kingston	2x5=10
HDD Seagate 7200 Barracuda	8
Тепловая мощность стандартного БП	50
Общий итог:	158

Температура снаружи корпуса равна 25°C, желаемая температура внутри корпуса равна 35°C. Тогда производительность вентилятора должна быть равна:

$$Q = \frac{1.76 * 158}{(35 - 25)} = 27.80$$

Реальная производительность вентилятора в некоторых эксплуатационных условиях зависит от системного импеданса, который выражается соотношением:

$$P = k * Qn$$

Где  $k$  - системная константа;

$Q$  - производительность вентилятора;

$n$  - турбулентный фактор

*P* - системный импеданс

Размерная системная константа выбирается из расчета общего объема корпуса <40л и малой степени заполнения – 0,07.

Блок питания корпуса стандартный, вентилятор работает на выдув, значит течение потока ламинарное. Турбулентный фактор =1.

Поскольку блок питания корпуса оснащен стандартным вентилятором со скоростью вращения 2500 об/мин, то его производительность берется равной 30 CFM. Тогда системный импеданс равен:

$$P = 0.07 * 30 = 2.1 \text{ mmH}_2\text{O}$$

Поскольку расходной характеристики вентилятора нет, данные для характеристической кривой находятся расчетным путем. Реальная зависимость статического давления потока от его объемной скорости выражается соотношением:

$$P = m * Q$$

Где *Q* - расход (производительность) вентилятора;

*m* - размерный множитель,  $m = 0.12(\text{mmH}_2\text{O} / \text{CFM})$

*P* - статическое давление.

$$P = 0.12 * 30 = 3.6 \text{ mmH}_2\text{O}$$

Одна крайняя точка прямой – (0, 30).

Другая крайняя точка – (3,6, 0).

На основании найденных значений построены графики расходной характеристики и системного импеданса (Рисунок 26).

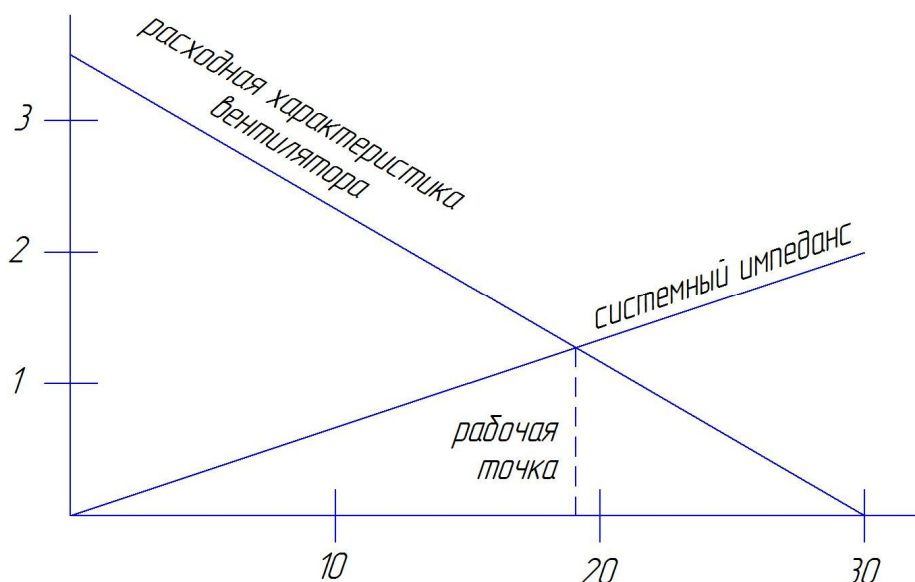


Рисунок №26. График расходной характеристики вентилятора.

По графику видно, что рабочая точка вентилятора в данном корпусе равна 19 CFM. Это значение меньше требуемого (27,8 CFM), поэтому нужно в посадочном месте на задней стенке корпуса установить дополнительный вентилятор.

					ПК.230106.583.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		5

В корпусе уже установлен один дополнительный вентилятор, расходную характеристику охлаждающего комплекса (корпусный вентилятор + вентилятор блока питания) можно представить соотношением:

$$P_1 = m_1 * (Q_{\text{бп}} + 0.45 * Q_k)$$

Где  $m_1$  - размерный множитель;

$Q_{\text{бп}}$  - расход вентилятора БП;

$Q_k$  - расход корпусного вентилятора;

$P_1$  - статическое давление охлаждающего комплекса.

В корпусе установлен нестандартный мощный вентилятор со скоростью вращения 3000 об/мин и производительностью 56 CFM.

Тогда

$$P_1 = 0.12 * (30 + 0.45 * 56) = 6.6 \text{ mmH}_2\text{O}$$

Результирующая прямая будет выглядеть примерно так (Рисунок 27)

$(P_1, 0)$   $(0, Q_{\text{общ}} = Q_{\text{бп}} + 0.45 * Q_k)$  Первая точка (6,6, 0), вторая точка (0, 55.2).

За счет перераспределения воздушных потоков внутри корпуса изменяется общий импеданс системы, его можно описать приближенным  $P = k - 0.02 * Q$

$$P = (0.07 - 0.02) * 55.2 = 2.8 \text{ mmH}_2\text{O}$$

На основе найденных значений построены графики расходной характеристики и системного импеданса и найдена рабочая точка охлаждающего комплекса.

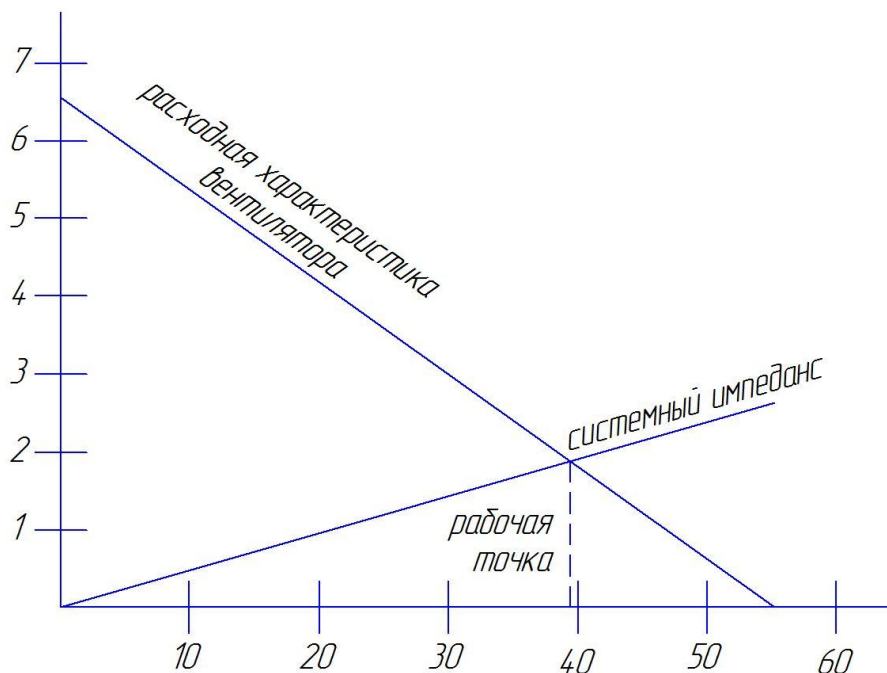


Рисунок №27. График расходной характеристики и системного импеданса с установленным дополнительным вентилятором.

По графику видно, что рабочая точка охлаждающего комплекса в данном корпусе 39 CFM. Это значение даже больше требуемого (27,8), что означает нормальный температурный режим работы системы.

										Лист
										6
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата						