

**министерство сельского хозяйства  
российской федерации**

**Федеральное государственное образовательное учреждение  
высшего профессионального образования  
«Московский государственный агроинженерный университет  
имени В.П. Горячкина»**

**М.В. Капцинель**

**Электротехнология**

**Задания и методические рекомендации для выполнения  
курсовой работы студентами факультета заочного образования**

**Москва 2003**

УДК 621.35.035

Рецензент:

Доктор технических наук, профессор, зав. кафедрой  
«Автоматизированный электропривод» Московского  
государственного агроинженерного университета  
имени В.П.Горячкина

А.И. Учеваткин

Автор: Капцинель М.В.

Элетротехнология. Задания и методические рекомендации  
для выполнения курсовой работы студентами факультета  
заочного образования. – М. : ФГОУ ВПО МГАУ, 2003. – 13 с.

Методические рекомендации составлены в соответствии с программой дисциплины и удовлетворяют требованиям Государственного образовательного стандарта высшего профессионального образования по направлению подготовки дипломированного специалиста 660300 «Агроинженерия».

В методических рекомендациях приведены основные технические расчеты элетротермического оборудования и приводится пример реализации законченного инженерного решения технической задачи. Индивидуальные задания формируются по данным методических указаний.

УДК 621.35.035

© ФГОУ ВПО МГАУ, 2003

## **1. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ВЫПОЛНЕНИЮ КУРСОВОЙ РАБОТЫ**

Перед выполнением контрольных заданий студент должен изучить соответствующую литературу, чтобы получить полное представление по рассматриваемому вопросу. При выполнении задания студент может пользоваться методами расчета, имеющимися в литературе, с приведением необходимых ссылок и обоснований. Выбор расчетных формул, коэффициентов, упрощений, нормативных данных и т. д. должен сопровождаться ссылками на литературные источники. Следует обратить внимание на четкое выполнение графического материала с обозначениями, регламентируемыми действующими государственными стандартами.

Выполняя задания необходимо руководствоваться следующими правилами:

- 1) четко определить исходные данные задания, соответствующие выбранному варианту;
- 2) выполненные задания надо сопровождать краткими объяснениями, необходимыми обоснованиями и подробными вычислениями;
- 3) при вычислении какой-либо величины нужно словами указать, какая величина вычисляется;
- 4) указать единицу измерения, как всех заданных величин, так и полученных;
- 5) в конце работы дать перечень использованной литературы, подписать и указать дату окончания работы.

## **2. РАСЧЕТ ЭЛЕКТРОКАЛОРИФЕРНОЙ УСТАНОВКИ ДЛЯ ОТОПИТЕЛЬНО-ВЕНТИЛЯЦИОННЫХ СИСТЕМ.**

### **1. Предварительные замечания, задача расчета и оформление работы**

Курсовая работа ставит своей целью закрепить и систематизировать теоретические знания по электрическому нагреву, научить студентов применять эти знания при решении задач полного расчета электротермических установок.

Одним из важнейших мероприятий по повышению продуктивности животных и птицы является создание для них оптимальных условий содержания, объединяемых понятием «микроклимат». Только за счет обеспечения в помещениях воздушной оптимальной среды продуктивность многих видов животных и птицы можно повысить на 25 - 30%. Температура воздуха животноводческих и птицеводческих помещений является одним из важнейших параметров микроклимата. Из существующих в настоящее время способов отопления наиболее рациональным и удобным считается воздушное отопление, при котором тепло, необходимое для возмещения потерь через строительные конструкции и на нагрев вентиляционного воздуха, подается в помещение с приточным воздухом путем подогрева его в калориферах.

В системах воздушного отопления различных животноводческих и птицеводческих помещений используют электрокалориферные установки, состоящие из электрического калорифера и вентилятора. Эти установки просты по

устройству, надежны, пожаробезопасны, не требуют постоянного присутствия обслуживающего персонала и могут быть сравнительно легко автоматизированы.

Настоящая работа включает в себя задачу полного расчета электрокалориферной установки для подогрева приточного воздуха отопительно-вентиляционной системы животноводческих и птицеводческих помещений. В задачу расчета входит:

- 1) определение мощности электрокалорифера;
- 2) выбор электродвигателя для привода вентилятора;
- 3) расчет конструктивных параметров, нагревательного устройства;
- 4) тепловой расчет нагревательных элементов;
- 5) расчет силовой сети и выбор аппаратуры управления и защиты;
- 6) разработка схемы управления электрокалориферной установкой;
- 7) определение эксплуатационных показателей. Данные для расчета электрокалориферной установки берутся из индивидуального задания. Курсовая работа должна быть представлена расчетно-пояснительной запиской и одним листом формата 22 (594X420 мм) графического материала. Расчетно-пояснительная записка пишется на писчей бумаге стандартного формата. Текст располагается на одной стороне листа с полями (с левой стороны) шириной не менее 3 см. Надписи на титульном листе выполняются чертежным шрифтом и только карандашом. Все листы расчетно-пояснительной записки пронумеровываются и сброшюровываются.

Графическая часть работы выполняется карандашом и включает эскизы электрокалорифера, трубчатого электронагревателя и электрокалориферной установки в целом, а также схему управления электрокалориферной установкой.

## 2. Определение мощности электрокалорифера

Теплопроизводительность электрокалорифера ( $Q_k$ ) в кДж/ч для отопительно-вентиляционной системы животноводческих помещений определяется из уравнения теплового баланса:

$$Q_k = Q_{ог} + Q_v - Q_{ж} ,$$

где  $Q_{ог}$  —телопотери через ограждения помещений, кДж/ч;

$Q_v$  —телопотери, обусловленные вентиляцией, кДж/ч;

$Q_{ж}$  —тепло, выделяемое животными, кДж/ч.

Теплопотери через ограждения могут быть определены по формуле

$$Q_{ог} = q_0 V (t_{вн} - t_{н}) ,$$

где  $q_0$  —тепловая характеристика помещения, т. е. количество тепла, теряемого за 1 час 1 м<sup>3</sup> объема при разности температур 1 °С, кДж/ (м<sup>3</sup> • град, ч);

$V$  —объем помещения, м<sup>3</sup>;

$t_{вн}$  и  $t_{н}$  —соответственно температура внутри и снаружи помещения, °С.

Объем помещения находится по количеству животных (птицы) и объему, приходящемуся на одну голову. Количество тепла, теряемого с вентиляцией:

$$Q_B = L_B C_B \gamma_B (t_{BH} - t_H) = K_B V C_B \gamma_B (t_{BH} - t_H),$$

где  $L_B$  — подача вентиляционных установок,  $\text{м}^3/\text{ч}$ ;  
 $C_B$  — массовая теплоемкость воздуха,  $C_B = 1,0 \text{ кДж}/(\text{кг} \cdot \text{град})$ ;  
 $\gamma_B$  — плотность воздуха,  $\gamma_B = 1,2 \text{ кг}/\text{м}^3$ ;  
 $K_B$  — часовая кратность воздухообмена;  
 $V$  — объем помещения,  $\text{м}^3$

Подача вентиляционных установок  $L_B$  при определении мощности устройств отопления находится по удалению избыточной влаги и углекислоты. Расчет рекомендуется вести в кубических метрах на голову в час. В качестве расчетного принимается большее значение расхода, полученного для указанных вредностей. Методика соответствующих расчетов приведена в литературе [1].

Оптимальные параметры микроклимата для различных видов животных и птицы приведены в «Нормах технологического проектирования ферм крупного рогатого скота, свиноводческих и птицеводческих», а также в литературе [1; 3; 4].

Определив вентиляционную норму на голову  $L_T$  и зная число животных в помещении  $N$ , необходимую производительность вентиляционной установки находят по формуле  $L_B = L_T N$ .

Кратность воздухообмена в помещении равна:

$$K_B = \frac{L_B}{V} \text{ Допустимая кратность воздухообмена в животноводческих помещениях}$$

$K_B = 4-15$ . Количество тепла  $Q_{ж}$  в  $\text{кДж}/\text{ч}$ , выделяемого животными:

$$Q_{ж} = Q_1 N,$$

где  $Q_1$  — количество тепла, выделяемого одним животным,  $\text{кДж}/\text{ч}$ .

$$\text{Общая мощность системы отопления } P_K = \frac{Q_K}{3600}$$

Необходимо учесть, что в животноводческом помещении обычно устанавливается одна, две, четыре и даже более отопительно-вентиляционных установок.

Следовательно, мощность одного электрокалорифера  $P_{K1}$  будет равна:

$$P_{K1} = \frac{P_K}{Z}$$

а подача одного вентилятора в  $\text{м}^3/\text{ч}$ :

$$L_{B1} = \frac{L_B}{Z}$$

где  $Z$  — число вентиляционных установок.

Этот раздел в расчетно-пояснительной записке заканчивается составлением эскиза плана животноводческого помещения с размещением электрокалориферных установок и распределительных воздуховодов.

### 3. Выбор электродвигателя для привода вентилятора

Требуемая подача вентилятора с учетом потерь и подсосов воздуха в воздуховодах определяется по формуле

$$L_{в1} = \frac{L_B}{Z} \cdot K_1$$

где  $K_1$ —коэффициент, учитывающий потери или подсос воздуха в воздуховодах.

Коэффициент  $K_1=1,1$  для стальных, асбоцементных и пластмассовых воздуховодов длиной до 50 м.

Для электрокалориферных установок животноводческих помещений рекомендуется использовать центробежные вентиляторы способные развивать высокое давление при достаточно большой подаче. Наилучшими аэродинамическими свойствами обладают вентиляторы типа Ц4-70. Техническая характеристика этих вентиляторов приведена в литературе [3]. Зная подачу и давление, по аэродинамическим характеристикам определяют рабочую точку выбранного вентилятора. Эта точка характеризуется к. п. д. вентилятора и скоростью, с которой нужно вращать вентилятор, чтобы обеспечить требуемые расход и напор.

Мощность электродвигателя для привода вентилятора определяется по формуле

$$P_{расч} = \frac{L_B \cdot H_B}{10^3 \cdot \eta_B \cdot \eta_{пер}} K_3 ,$$

Где  $L_B$ —подача вентилятора, м<sup>3</sup>/с;

$H_B$ —полный напор, Н/м<sup>2</sup>;

$\eta_B$  — к.п. д. вентилятора;

$\eta_{пер}$ —к. п.д. передачи;

$K_3$  — коэффициент запаса.

Значение коэффициентов запаса принимается равным 1,1 - 1,5. Вентиляторы рекомендуется комплектовать трехфазными асинхронными электродвигателями серии 4А.

Если скорости вращения выбранного вентилятора и электродвигателя совпадают, то применяют непосредственное соединение вала электродвигателя и вентилятора. В этом случае  $\eta_{пер}=1$ . Если непосредственное присоединение неосуществимо, применяют клиноременную передачу, и в этом случае  $\eta_{пер}=0,95$ .

#### 4. Расчет конструктивных параметров нагревательного устройства

В качестве нагревательного устройства в электрокалориферах рекомендуется использовать герметические элементы (ТЭНы). Мощность одного ТЭНа  $P_n$  определяется, исходя из мощности одного калорифера  $P_{к1}$  и числа  $Z_n$  ТЭНов в одном калорифере:

$$P_n = P_{к1} / Z_n$$

Число ТЭНов  $Z_n$  принимается кратным 3, причем мощность одного ТЭНа при этом не должна превышать 3 - 4 кВт. Далее определяется рабочий ток нагревательного элемента с учетом схемы включения, а также расчетная температура  $t_{расч}$  нагревателя:

$$t_{расч} = t_d \cdot K_m \cdot K_c$$

где  $t_d$ —действительная температура нагревателя, °С;

$K_m$ —коэффициент монтажа, учитывающий ухудшение охлаждения;

$K_c$ —коэффициент среды, учитывающий улучшение охлаждения.

Действительная температура ( $t_d$ ) может быть предварительно определена с учетом ее превышения над температурой поверхности ТЭНа на 50—100°С, значение коэффициентов  $K_m$  и  $K_c$  приведены в литературе [1].

По рабочему току и расчетному значению температуры по литературе [1] определяется диаметр ( $d$ ) и сечение ( $S$ ) нагревателя.

Рабочее сопротивление нагревателя—запрессованной нихромовой проволоки. Ом:

$$R_n = U_n / I_n$$

Сопротивление нагревателя до опрессовки:

$$R_{он} = R_n \cdot \alpha_1,$$

где  $\alpha_1$ — коэффициент изменения сопротивления в результате опрессовки,  $\alpha_1 = 1,3$ .

Длина проволоки до опрессовки в м:

$$l = \frac{R_{он} \cdot S}{\rho_d}$$

где  $\rho_d$ —удельное сопротивление нихромовой проволоки при действительной температуре, Ом • м.

Удельное сопротивление  $\rho_d$  определяют по формуле

$$\rho_d = \rho_{20} [1 + \alpha (t - 20)],$$

где  $\rho_{20}$ —удельное сопротивление материала при температуре 20°С, Ом.м;

$\alpha$ —температурный коэффициент изменения сопротивления, 1/1°С.

Значение удельного сопротивления ( $\rho_{20}$ ) и температурного коэффициента ( $\alpha$ ) для различных материалов электрических нагревателей приведены в литературе [1].

Диаметр спирали ( $D_{сп}$ ) равен, мм:

$$D_{сп} = (8-10)d;$$



шаг спирали (в мм) равен:

$$h=(2-4)d;$$

а число витков:

$$n = \frac{1000l}{\sqrt{(\pi D_{cn})^2 + h^2}}$$

Внутренний диаметр трубки ТЭНа ( $D_n$ ) равен:

$$D_n = (2,5-3) D_{cn}$$

Длина активной части трубки ТЭНа в м ( $L_a$ ) после опрессовки равняется длине спирали ( $L_{cn}$ ):

$$L_a = L_{cn} = 10^{-3} \cdot h \cdot n$$

а до опрессовки:

$$L_{oa} = L_a / \gamma_1,$$

где  $\gamma_1$ —коэффициент, учитывающий изменение длины трубки при опрессовке,  $\gamma_1 = 1,15$ .

Полная длина ТЭНа в м

$$L = L_a + 2L_n$$

где  $L_n$ — длина пассивной части трубки ТЭНа может быть принята равной  $L_n = 0,05$  м.

Потребное количество проволоки для одного ТЭНа с учетом необходимой навивки на концы контактных стержней из расчета 15—20 витков на стержень:

$$l_{\text{потр}} = l + (15 - 20) \sqrt{(\pi D_{cn})^2 + h^2},$$

В заключение этой части расчета определяется удельная мощность в Вт/см<sup>2</sup> поверхности активной части трубки ТЭНа:

$$W = P_n / L_a \pi D,$$

которая для трубки, выполненной из стали Ст. 10, при использовании в качестве наполнителя кварцевого песка или периклаза должна составлять величину 3—5 Вт/см<sup>2</sup> при работе ТЭНов в калориферах.

По полученным конструктивным данным на одном из листов графического материала изображается сначала эскиз ТЭНа (разрез) с указанием основных размеров, а затем нужное число ТЭНов komponуется в калорифере, эскиз которого также с указанием основных размеров приводится на этом же листе.

## 5. Тепловой расчет нагревательных элементов (ТЭНов)

В задачу теплового расчета ТЭНов входит определение действительной температуры и удельной (поверхностной) мощности нагревательной спирали и трубки ТЭНа.



По эскизу калорифера с учетом расположения ТЭНов (шахматное или коридорное) определяют живое сечение калорифера  $F_k$  и по известной подаче вентилятора определяют скорость воздуха в м/с:

$$V_b = L_b / F_k$$

Скорость воздуха должна быть в интервале 6 – 11 м/с. Приняв для всех вариантов температуру воздуха на выходе из калорифера  $t_2 = 50^\circ\text{C}$ , определяют среднюю температуру воздуха:

$$t_{cp} = (t_1 + t_2) / 2,$$

где  $t_1$ —средняя температура воздуха на входе в калорифер за период работы установки,  $^\circ\text{C}$ .

Коэффициент теплоотдачи ( $\alpha$ ) от ТЭНа к воздуху находится по методике, изложенной в литературе [1], или могут быть использованы следующие формулы.

Коэффициент теплоотдачи ( $\alpha$ ) в  $\text{Вт}/(\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C})$  равен:

$$\alpha = \frac{N_u \cdot \lambda}{D_b}$$

где  $N_u$ —критерий Нуссельта;

$\lambda$  — коэффициент теплопроводности воздуха,  $\lambda = 0,027$ ,  $\text{Вт}/(\text{м} \cdot ^\circ\text{C})$ ;

$D_b$ —внешний диаметр трубки ТЭНа, м.

При коридорном расположении ТЭНов

$$N_u = 0,21 R_e^{0,6} \quad (1)$$

при шахматном расположении ТЭНов

$$N_u = 0,37 R_e^{0,6} \quad (2)$$

где  $R_e$  —критерий Рейнольдса.

Критерий Рейнольдса определяет режим обтекания ТЭНов воздухом и равен:

$$R_e = (V_a + D_b) / \nu$$

где  $V_b$  скорость воздуха, м/с;

$\nu$  - коэффициент кинематической вязкости воздуха, м/с, ( $18,5 \cdot 10^{-6}$ ).

Формулы (1) и (2) позволяют определить значение коэффициента теплоотдачи, а для ТЭНов третьего и всех последующих рядов в пучке. Если теплоотдачу третьего ряда ТЭНов принять за единицу, то в шахматных и коридорных пучках теплоотдача первого ряда составляет около 0,6, а второго—в шахматных пучках около 0,7 и в коридорных—около 0,9. Расчет проводится для ТЭНов первого ряда, работающих в наиболее тяжелых условиях.

Удельное контактное термическое сопротивление ТЭНа в  $\frac{\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C}}{\text{Вт}}$

$$R_t = \frac{1}{\alpha}$$

Контактное сопротивление нагревателя длиной 1 м в  $\frac{\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C}}{\text{Вт}}$

$$r_{T_1} = \frac{R_T}{\pi D_B}$$

Термическое сопротивление одного метра наполнителя  $r_{T_2}$  в  $\text{м} \cdot ^\circ\text{C}/\text{Вт}$

$$r_{T_2} = \frac{1}{2\pi\lambda_1} \left[ \ln \frac{D_H}{D_{cn}} + 10^{-3} (0,5 + 59y)(K - 1 - 6,56x^{0,38}) \right]$$

где  $\lambda_1$  — коэффициент теплопроводности наполнителя  $\lambda_1 = 1,5$ ,  $\text{Вт}/(\text{м} \cdot ^\circ\text{C})$ .

$$x = \frac{d}{D_H}; \quad y = \frac{d}{D_{cn}}; \quad K = \frac{h}{d}$$

Термическое сопротивление трубки длиной 1 м,  $\text{м} \cdot ^\circ\text{C}/\text{Вт}$

$$r_{T_3} = \frac{1}{2\pi\lambda_2} \ln \frac{D_B}{D_H},$$

где  $\lambda_2$  — коэффициент теплопроводности стенки,  $\lambda_2 = 40$ ,  $\text{Вт}/(\text{м} \cdot ^\circ\text{C})$ .

Общее термическое сопротивление теплопроводности 1 м ТЭНа

$$r_{T_{2-3}} = r_{T_2} + r_{T_3}$$

Общее термическое сопротивление 1 м нагревателя ТЭНа,  $\text{м} \cdot ^\circ\text{C}/\text{Вт}$

$$r_{T_{1-3}} = r_{T_{2-3}} + r_{T_1}$$

Общее удельное термическое сопротивление,  $\text{м} \cdot ^\circ\text{C}/\text{Вт}$

$$R_{T_0} = r_{T_{1-3}} \pi D_3$$

$D_3$  — диаметр эквивалентного цилиндра в м.

Диаметр эквивалентного цилиндра определяется из уравнения

$$r_{T_2} = \frac{1}{2\pi\lambda_1} \ln \frac{D_H}{D_3},$$

Удельная мощность на поверхности трубки ТЭНа,  $\text{Вт}/\text{м}^2$

$$W = \frac{t_{\text{ТЭН}} - t_{\text{ср}}}{R_T}$$

Предельно допустимая удельная нагрузка активной поверхности ТЭНа выполненного из стальной трубки при скорости движения воздуха не менее 6 м/с равна 6  $\text{Вт}/\text{см}^2$ . Удельная погонная мощность ТЭНа,  $\text{Вт}/\text{м}$

$$W_1 = W \pi D_B$$

Температура спирали ТЭНа может быть определена из формулы

$$t_{\text{сп}} = t_{\text{ген}} + W_1 r_{T_{2-3}}$$

или

$$t_{\text{сп}} = t_{\text{ср}} + W_1 r_{T_{1-3}}$$

и не должна превышать максимально допустимое значение для материала нагревателя (Л—1).

Удельная поверхностная мощность нагревательной спирали,  $\text{Вт}/\text{м}^2$

$$W_{\text{сп}} = \frac{t_{\text{сп}} - t_{\text{тэн}}}{r_{\text{т}2-3}}$$

где  $r_{\text{т}2-3}$  — термическое сопротивление теплопроводности.

## 6. Расчет силовой сети, выбор аппаратуры управления и защиты.

Расчет силовой сети электрокалориферной установки и линии ее подключения, а также выбор аппаратуры управления и защиты производится по расчетным токам.

Для линии электрокалорифера величина расчетного тока определяется по формуле

$$I_k = \frac{P_{k1} \cdot 10^3}{1,73 U_n}$$

для линии электродвигателя —

$$I_d = \frac{P_{\text{дв}} \cdot 10^3}{1,73 U_n \cos \varphi} K_{\text{зд}}$$

где  $P_{k1}$ , и  $P_{\text{дв}}$  — соответственно мощность калорифера и двигателя, кВт;

$U_n$  — номинальное напряжение на зажимах калорифера и двигателя, равное междуфазному (линейному) напряжению сети к которой они присоединяются, В;

$\cos \varphi$  и  $K_{\text{зд}}$  — соответственно коэффициент мощности и коэффициент загрузки электродвигателя.

Коэффициент загрузки электродвигателя учитывает несоответствие между значением расчетной мощности и установленной (номинальной) мощностью электродвигателя, характер нагрузки рабочей машины, учитываемый коэффициентом загрузки рабочей машины  $K_{\text{зм}}$

Для вентиляторов коэффициент загрузки рекомендуется принимать  $K_{\text{зм}} = 1$ .

С учетом этого обстоятельства имеем:

$$K_{\text{зд}} = K_n K_{\text{зм}} = \frac{P_{\text{расч}}}{P_{\text{ном}}}$$

Расчетный ток магистрали, питающей электрокалориферную установку, определяется суммой расчетных токов калорифера и двигателя.

Определение сечений проводов или кабелей линий электрокалорифера и вентилятора, а также линии подключения производится по условиям нагревания.

Подключение электрокалориферной установки к сети осуществляется с помощью рубильника или автоматического выключателя. Включение электрокалорифера и электродвигателя вентилятора осуществляется магнитными пускателями. Электрокалорифер должен иметь защиту от коротких замыканий автоматическими выключателями с максимальной токовой защитой или

предохранителями. Электродвигатель вентилятора, помимо защиты от коротких замыканий, выполняемой также с помощью предохранителей или автоматических выключателей, должен иметь защиту от перегрузки с помощью тепловых реле или автоматических выключателей с тепловыми расцепителями.

В схемах подключения электрокалориферных установок могут быть использованы рубильники типа Р, РБ и другие, автоматические выключатели типа АП-50, АЕ-2000, АЗ-100, магнитные пускатели ПМЕ и ПА, предохранители ПР-2 и ПН-2.

Технические характеристики аппаратуры управления и защиты и правила их выбора приведены в литературе [3].

Этот раздел расчетно-пояснительной записки заканчивается составлением спецификации электрооборудования, используемого в силовой части схемы электрокалориферной установки и составлением принципиальной схемы. Спецификация приводится в расчетно-пояснительной записке, а схема силовой сети на листе графического материала. В спецификации, помимо типа используемого электрооборудования, приводится его краткая техническая характеристика.

## **7. Разработка схемы управления**

В связи с тем, что в настоящей работе решаются задачи использования электрической энергии для подогрева наружного воздуха в проточной системе вентиляции, совмещенной с отоплением, и принимая во внимание стоимость электроэнергии, ставится вопрос об экономичном расходовании электроэнергии для отопления и вентиляции. Положительное решение этого вопроса возможно только при использовании электроподогрева воздуха в автоматизированных отопительно-вентиляционных системах.

По динамическому признаку автоматическое регулирование отопительно-вентиляционных систем может быть выполнено двухпозиционным и пропорциональным. Пропорциональное регулирование является более гибким и способно более полно удовлетворить зоотехнические требования по качеству воздуха внутри помещения. Двухпозиционное регулирование

отличается более простым решением и в большинстве случаев при правильном выборе элементов системы дает удовлетворительные результаты.

В этом разделе работы должна быть составлена схема двухпозиционного автоматического управления отопительно-вентиляционной установкой, при этом электрокалориферная установка может находиться в двух положениях: вентилятор и калорифер могут быть включены на полную производительность или отключены. Контроль температуры воздуха внутри помещения может осуществляться с помощью регуляторов РТ-2, датчиков температуры ДТКБ-53Т или контактного термометра ТК-6. Контроль предельного значения температуры поверхности ТЭНов осуществляется с помощью dilatометрических термометров ТР-400. Техническая характеристика этих приборов приведена в литературе [3]. При достижении предельной температуры электрокалориферная установка отключается во избежание перегорания нагревательных элементов. По этим же соображениям

включение электрического калорифера должно происходить только при работающем вентиляторе.

Кроме того, в схеме должна быть предусмотрена световая сигнализация: «калорифер включен», «аварийный перегрев калорифера».

Схема должна предусматривать два режима работы: ручной и автоматический. Световая сигнализация должна работать также и в ручном режиме.

Материал этого раздела должен быть представлен в расчетно-пояснительной записке кратким описанием работы схемы управления и спецификацией входящих в нее элементов с указанием их основных технических характеристик. В графической части должна быть представлена принципиальная схема управления и временная диаграмма работы ее элементов.

### 8. Определение эксплуатационных показателей

Важнейшими эксплуатационными критериями, характеризующими экономичность применения электронагревательных установок, являются показатели, связанные с потреблением электроэнергии.

Для определения расхода электроэнергии за сезон, длительность которого принимается, исходя из местных метеорологических условий, надо определить мощность, фактически потребляемую электрокалориферными установками.

$P_{\text{тп}}$ —мощность на зажимах электродвигателя (присоединенная) — равна:

$$P_{\text{пр}} = P_{\text{уст}} / \eta_{\text{дв}}$$

где  $P_{\text{уст}}$ —установленная мощность электродвигателя вентилятора, кВт;

$\eta_{\text{дв}}$  — к. п. д. электродвигателя.

Мощность  $P_{\text{д пот}}$  потребляемая двигателем вентилятора, равна:

$$P_{\text{д пот}} = K_3$$

Мощность  $P_{\text{к пот}}$ , фактически потребляемая электрокалорифером, равна  $P_{\text{кл}}$ .

Суммарная мощность, потребляемая электрокалориферной установкой

$$P_{\text{пот}} = P_{\text{д пот}} + P_{\text{к пот}}$$

Расход электроэнергии при эксплуатации электрокалориферной установки в кВт•ч

$$W_3 = P_{\text{пот}} \cdot t_{\text{эк}} \cdot Z$$

где  $t_{\text{эк}}$ —время эксплуатации за сезон, час;

$Z$ —число электрокалориферных установок в помещении.

Удельный расход электроэнергии на подогрев 1 м<sup>3</sup> воздуха, кВт•ч/м<sup>3</sup>

$$W = W_3 / L_{\text{вл}}$$

на одну голову за сезон

$$W = W_3 / N$$

где  $N$ —число голов.

По этому разделу должен быть сделан конкретный вывод об эффективности автоматизации отопительно-вентиляционных систем с электрокалориферными установками.

### 3.ИНДИВИДУАЛЬНЫЕ ЗАДАНИЯ ДЛЯ КУРСОВОЙ РАБОТЫ.

#### *Указания к выбору индивидуального задания.*

Индивидуальное задание формируется согласно двум последним цифрам индивидуального шифра студента (разряды единиц и десятков) и таблицы 1 и 2.

Данные индивидуального задания из таблиц 1 и 2 переписывается в бланк задания таблица 3. Схема формирования индивидуального задания показана на примере.



Исходные данные (заполненная согласно индивидуального задания таблица 3) являются первой страницей пояснительной записки к курсовой работе.

Таблица 1

Указатель данных	Тип задания	Количество животных	Тепловая характеристика помещений
0	Свинарник откормочник	100	2,6
1	Телятник	100	2,5
2	Коровник	200	3,0
3	Птичник	10000	2,2
4	Свинарник-маточник	60	2,8
5	Коровник	400	3,1
6	Телятник	200	3,0
7	Свинарник-маточник	100	2,6
8	Птичник	20000	2,7
9	Свинарник откормочник	200	2,2



Таблица 2

Указатель данных	Напор воздуха	Схема соединения	Расположение ТЭНов	Регулятор температур
0	200	Y	Шахматное	РТ
1	200	$\Delta$	Коридорное	ТК-6
2	150	Y	Шахматное	РТ
3	200	$\Delta$	Шахматное	ДТКБ
4	200	Y	Коридорное	РТ
5	300	$\Delta$	Коридорное	ТК-6
6	200	Y	Шахматное	ДТКБ
7	300	$\Delta$	Шахматное	ТК-6
8	400	Y	Коридорное	ДТКБ
9	400	$\Delta$	Коридорное	РТ

Таблица 3

***Исходные данные для выполнения курсовой работы.***

Вариант 

--	--

1. Тип здания – (Таблица 1)
2. Число животных – (Таблица 1)
3. Температура внутри помещения – (рекомендуемая для данного вида)
4. Температура наружного воздуха – 24,5 (для Москвы)
5. Средняя температура за отопительный сезон – 3,5<sup>0</sup>С (для Москвы)
6. Удельный объем помещения – (рекомендуемый для данного вида)
7. Расположение ТЭНов в нагревательном блоке (Таблица 2)
8. Схема соединения (Таблица 2)
9. Регулятор температуры (Таблица 2)
10. Тепловая характеристика помещения (Таблица 1)
11. Напор воздуха (Таблица 2)

Дата

Подпись



Литература:

1. Кудрявцев И.Ф., Карасенко В.А.  
Электрический нагрев и электротехнология. М., «Колос», 1975 г.
2. Басов А.М. и др. Электротехнология. М., Агропромиздат, 1985 г.
3. Применение электрической энергии в сельскохозяйственном производстве (справочник) М., «Колос» 1985 г.
4. Живописцев Е.Н., Косицын О.А.  
Электротехнология и электрическое освещение. М., Агропромиздат, 1990 г.

**Задания для курсовой работы  
и методические рекомендации по её выполнению  
студентами факультета заочного образования**

**Капцинель Михаил Владленович**

## **Электротехнология**

Редактор Сергованцева Т.В.  
План 2003 г. п.131

Подписано к печати

Формат 60x84/16

Бумага офсетная

Гарнитура «Таймс»

Печать офсетная

Уч.-изд.л. 1,0

Тираж 200 экз.

Заказ №

Цена 15 р.

Федеральное государственное  
образовательное учреждение  
высшего профессионального  
образования «Московский  
государственный агроинженерный  
университет имени В.П.Горячкина»

отпечатано в лаборатории  
оперативной полиграфии  
ФГОУ ВПО МГАУ  
127550, Москва, Тимирязевская ул.,  
дом 58