МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА

РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ФГОУ

Челябинский Государственный Агроинженерный

Университет

Факультет Электрификации и автоматизации

сельскохозяйственного производства

Кафедра Тепловодогазоснабжения сельского хозяйства

Курсовой проект

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

Расчет отопительно-вентиляционной системы

животноводческих помещений

Студент

Группа

Нормоконтролер

уч. степень, уч. звание

Руководитель

должн., уч. степень, уч. звание

Челябинск 2008

## Исходные данные для расчета системы вентиляции

Животноводческое помещение: телятник

Количество голов: 200

Размеры помещения: 21х78х4 м.

Материал стен: кирпич обожженный

Толщина стен: 520 мм.

Перекрытие кровли: бесчердачное

Наружная температура: -26ºC.

Теплоноситель: вода.

Параметры теплоносителя: 1.71 бар

Содержание

Исходные данные для расчета системы вентиляции

Введение

1. Расчет необходимого воздухообмена и мощности отопительных приборов

1.1 Расчёт необходимого воздухообмена

1.2 Определение требуемой мощности системы отопления

2. Выбор и расчёт системы вентиляции

2.1 Расчёт системы вентиляции с равномерной раздачей приточного воздуха

2.2 Расчёт раздающей части воздуховода

3. Расчёт системы отопления

3.1 Расчёт и выбор калориферов

4. Определение гидравлического сопротивления вентиляционной системы и выбор вентилятора

4.1 Расчёт и выбор неподвижных жалюзийных решеток

4.2 Расчёт вытяжных шахт

Список литературы

## Введение

Вентиляторы применяются во всех отраслях народного хозяйства.

В России при эксплуатации вентиляторов в различных отраслях промышленности потребляется до 8% всей вырабатываемой электроэнергии.

Особое место вентиляция имеет в сельскохозяйственных зданиях и сооружениях. Если говорить о влияние вентиляции на продуктивность животных, установлено, что продуктивность животных зависит не только от эффективного использования кормов, но и в значительной мере определяется состоянием среды в животноводческих помещениях.

Для обеспечения устойчивости животных к простудным заболеваниям, роста их продуктивности необходимо создание оптимальных условий их содержания, то есть микроклимата, который зависит от ряда факторов или показателей, основными из которых являются температура, влажность, подвижность и загазованность воздуха в животноводческих помещениях.

Требуемый микроклимат достигается правильным соблюдением теплофизических норм строящихся животноводческих помещений, организация воздухообмена, выбором системы удаления навоза, применением эффективных средств регулирования параметров воздушной среды.

Соблюдение параметров микроклимата в животноводческих помещениях влияет не только на здоровье животных и продуктивность, но и на продолжительность срока службы основных производственных зданий, улучшение условий эксплуатации технологического оборудования и труда обслуживающего персонала.

## 1. Расчет необходимого воздухообмена и мощности отопительных приборов

## 1.1 Расчёт необходимого воздухообмена

Необходимый воздухообмен рассчитываем на основании баланса каждой вредности, поступающей в помещение и удаляющейся из него.

а) Воздухообмен по нормативной концентрации влаги внутри помещения определяем по выражению:

*м3/с*, (1)



где dВ и dН - влагосодержание внутреннего и наружного воздуха, *г /кг с. в.;*

dН - при наружной температуре минус 26°С принимаем равной

0,4 г/кг с. в.;

dВ - определяем при помощи i-d диаграммы по принятой нормативной температуре воздуха в помещении равной 10°С и допустимой влажности 70%. Для данного вида животных (телята), dB=5,5 *г/кг с. в.;*

ρ - плотность воздуха при внутренней температуре, *кг /м3*:

*кг/м3*;



МЖ - количество влаги, выделяемой животными, *г/с.* Определяем по выражению:

*г/с*, (3)



Где m - количество животных в помещении;

q - количество влаги, выделяемое одним животным;

*г/с*;



МИ - количество влаги, испаряющейся с поверхности ограждений, пола, поилок и т.д. Для животноводческих помещений:

*г/с.*



Следовательно:

*м3/с*.



б) Воздухообмен по допустимой концентрации углекислого газа внутри помещения определяем из выражения:

*м3/с*, (4)



Где С - количество углекислоты, выделяемое одним животным, м3/с. Согласно справочным данным примем С=15·10-*6 м3/с*;

СВ - допустимая концентрация СО2 в воздухе помещения, *м3/м3*. Для телятника примем СВ=2,5·10-3 *м3/м3*;

СН - концентрация СО2 в свежем приточном воздухе должно быть не более 0,4·10-3 *м3/м3*.

Таким образом:

*м3/с.*



в) Воздухообмен по нормам расхода свежего воздуха на 100 кг живой массы животных находим по уравнению:

*м3/с*, (5)



Где g - масса одного животного (теленка), *кг*. Примем равным 150 *кг*;

m - количество животных;

Н - нормативный воздухообмен на 100 *кг* живой массы телят, *м3/с·100 кг*. Согласно справочным данным примем Н=0,0055 *м3/с·100 кг*.

*м3/с.*



Таким образом, из определённых трех воздухообменов для дальнейших расчетов отопительно-вентиляционной системы принимаем наибольший, то естьVH2O =1,73 *м3/с*.

## 1.2 Определение требуемой мощности системы отопления

Необходимую мощность системы отопления определяем из уравнения теплового баланса помещения. Для написания уравнения теплового баланса выявим все потери теплоты в животноводческом помещении, а также все тепловыделения. На основе теории теплопередачи найдем коэффициенты теплопередачи и тепловые потери через отдельные виды ограждений, затем остальные составляющие уравнения теплового баланса и определим необходимую мощность отопительных приборов.

Уравнение теплового баланса животноводческого помещения:

*Вт*, (6)



Где QСО - мощность системы отопления, *Вт*;

- теплота, теряемая через ограждающие конструкции помещения, *Вт*;



QИ - теплота, затраченная на испарение влаги, *Вт*;

QЖ - теплота, выделяемая животными, *Вт*.

а) Теплоту, теряемую через ограждающие конструкции, определяем как сумму потерь теплоты через отдельные виды ограждения (стены, окна, пол, потолок).

Потери через окна, двери, стены и потолок найдем из выражения:

*Вт*, (7)



Где k - коэффициент теплопередачи через соответствующий вид ограждения, *Вт/м2·К*;

F - площадь ограждения, *м2*;

tВ и tН - внутренняя и наружная температура воздуха, *0С*.

Тепловое сопротивление стен и потолка определяется выражением:

*Вт/м2·К*, (8)



Где RВ - тепловое сопротивление внутренней поверхностиограждения. Для животноводческих помещений Rв=0,155 *м2·К/Вт*;

RН - тепловое сопротивление наружной поверхности. Для наружных стен и бесчердачного покрытия RН=0,043 *м2К/Вт*;

δ - толщина теплопередающей поверхности, *м*;

λ - коэффициент теплопроводности, *Вт/м·К*.

Потери через пол найдем из выражения:

*Вт*, (9)



Где Rn - сопротивление теплопередачи каждой зоны неутепленных полов, *м2К/Вт*. (I зоны Rn=2,15 *м2К/Вт*, II зоны Rn=4,3 *м2К/Вт*, III зоны Rn=8,6 *м2К/Вт*, IV зоны Rn=14,2 *м2К/Вт*).

F - площадь каждой зоны, *м2*.

tВ и tН - внутренняя и наружная температура воздуха, *0С*.

Тепловые потери через потолочное перекрытие



По формуле (8) рассчитываем тепловое сопротивление потолка:

*м2К/Вт.*



Теперь рассчитаем требуемое тепловое сопротивление для потолка:

*м2К/Вт*



- нормированный перепад температур. Для потолка *0С*



Значит требуется слой утеплителя



Рассчитаем необходимое тепловое сопротивление утеплителя:

*м2К/Вт*



В качестве утеплителя выберем минераловатные плиты. Рассчитаем толщину слоя утеплителя:

м2



Где



Теперь рассчитаем коэффициент теплопередачи для потолка:

*Вт/м2·К*



Рассчитав коэффициент теплопередачи для потолка, необходимо проверить его на возможность образования конденсата на потолочном перекрытии. Для этого определяем удельный тепловой поток через потолочное перекрытие:

*Вт/м2*, (10)



Где k - рассчитанный коэффициент теплопередачи для потолочного перекрытия;

tВ и tН - внутренняя и наружная температура воздуха, *0С*.

*Вт/м.*



Температура внутренней поверхности перекрытия округляется из выражения:

*0С*, (11)



Где qn - удельный тепловой поток через потолочное перекрытие;

RВ - тепловое сопротивление внутренней поверхности перекрытия.

*0С.*



Температура tn выше точки росы округляемой по i-d диаграмме для параметров воздуха внутри помещения (tp= 5 C), следовательно, образования конденсата на перекрытии не будет.

Площадь потолка:

Fпотолка=78·21=1638 *м2*.

По формуле (7) рассчитываем теплоту, теряемую через потолок:

*Вт*.



Тепловые потери через стены



Кирпич пористый: δ=0,52 *м*, λ=0,64 *Вт/м·К*, штукатурка цементная: δ=0,02 *м*, λ=1,1 *Вт/м·К*.

По формуле (8) рассчитываем тепловое сопротивлениестен:

*м2К/Вт*.



Теперь рассчитаем требуемое тепловое сопротивление для потолка:

*м2К/Вт*



- нормированный перепад температур. Для потолка *0С*



Значит требуется слой утеплителя



Рассчитаем необходимое тепловое сопротивление утеплителя:

*м2К/Вт*



В качестве утеплителя выберем минераловатные плиты. Рассчитаем толщину слоя утеплителя:

м2



Где



Теперь рассчитаем коэффициент теплопередачи для потолка:

*Вт/м2·К*



Площадь стен: Fстен = 78·4·2 - 12 = 612 *м2*.

По формуле (7) рассчитываем теплоту, теряемую через стены:

Вт



3). Тепловые потери через окна

Площадь окон: Fокон=0,15·612=91,8 *м2*.

Коэффициент теплопередачи через одинарные окна согласно справочным данным примем k = 5,8 *Вт/м2·К*

По формуле (7) рассчитываем теплоту, теряемую через окна:

*Вт*.



4) Рассчитываем теплоту теряемую через двери коэффициент теплопередачи через двери (одинарные): Вт/м2·К



Теплота, теряемая через двери:

Вт



5). Тепловые потери через пол

Потери теплоты через пол определяется как сумма для зон шириной 2 *м*.

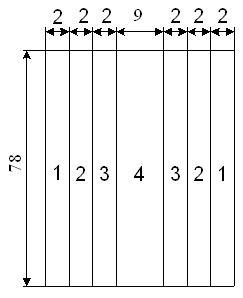


Рис. 2

Площадь зон:

I зоны F=312 *м2*;

II зоны F=312 *м2*;

III зоны F=312 *м2*;

IV зоны F=702 *м2*.

По формуле (9) рассчитываем теплоту, теряемую в каждой зоне пола:

*Вт*;



*Вт*;



*Вт*;



*Вт*;



Определим потери теплоты через пол как сумму потерь в каждой зоне:

*Вт*.



Таким образом, теплота, теряемая через ограждающие конструкции равна:

*Вт*.



б) Определим теплоту, теряемую на испарение влаги

QИ = 2477·МИ *Вт*, (10)

Где 2477 *кДж/кг* - скрытая теплота испарения 1 кг воды;

МИ - количество влаги, испаряющейся с поверхности ограждений, пола, поилок и т.д. (определено, см. выше).

Таким образом:

QИ = 2477·1 = 2477*Вт.*

г) Определим теплоту, выделяемую животными

QЖ=m·qж *Вт*, (11)

Где qж - количество теплоты, выделяемой одним животным. Согласно справочным данным примем qж=300 *Вт*.

Таким образом:

QЖ=200·300=60000 *Вт*.

В результате по формуле (6) определим требуемую мощность системы отопления:

*Вт*.



## 2. Выбор и расчёт системы вентиляции

Выберем систему вентиляции необходимую для обеспечения равномерности распределения параметров микроклимата в рабочей зоне за счет правильной организации циркуляции воздуха внутри помещения и количество вентиляционных камер (система вентиляции изображена в графической части). Таким образом, дальнейший расчёт будем вести для одной приточной системы, то есть на количество теплоты и подаваемого воздуха одной вентиляционной камерой.

## 2.1 Расчёт системы вентиляции с равномерной раздачей приточного воздуха

Определим диаметры воздуховодов:

*м*, (12)



Где V\* - количество воздуха, протекающего через рассчитываемый участок воздуховода, *м3/с*;

*v* - скорость воздуха на рассчитываемом участке (*v* = 8...10 *м/с* для транспортирующего воздуховода; *v* = 6...8 *м/с* для раздающей части).

По формуле (16) определим диаметр транспортирующей части воздуховода:

*м*.



Диаметр раздающей части воздуховода:

*м*.



Определив диаметры воздуховодов, подбираем ближайший диаметр по ГОСТ. Д.ля транспортирующей части воздуховода примем диаметр d=710 *мм*; Для раздающей части воздуховода примем диаметр d=560 *мм*.

Уточним скорость воздуха, используя формулу (15):

*м/с*. (13)



Скорость воздуха в транспортирующем воздуховоде:

*м/с*.



Скорость воздуха в раздающей части воздуховода:

*м/с*



## 2.2 Расчёт раздающей части воздуховода

Равномерная раздача воздуха осуществляется либо за счет изменения площади сечения раздающих отверстии по длине воздуховода при его постоянном сечении, либо за счет изменения сечения самого воздуховода при постоянном сечении раздающих отверстий.

Выберем для раздающей части воздухопровод постоянного сечения и найдем площадь сечения последнего отверстия по ходу воздуха по формуле:

*м2*, (14)



Где Vр - количество воздуха, проходящего через рассматриваемый раздающий участок, *м3/с*;

vU - максимальная скорость истечения воздуха из раздающих отверстий, *м/с*. Согласно справочным данным примем vU=6 *м/с*;

n - число отверстий на рассматриваемом раздающем участке. При этом должно выдерживаться условие:

, (15)



Где F - площадь сечения раздающего воздухопровода, которая вычисляется по его диаметру;

μ - коэффициент расхода (принимается μ=0,65...0,69).

Примем n=20.

По формуле (17) определим площадь сечения последнего отверстия по ходу воздуха:

*м2*.



Проверим количество отверстий n на условие (16):



.



Диаметр последнего отверстия по ходу воздуха найдем по формуле:

*м*. (17)



Таким образом, диаметр последнего отверстия:

*м*.



Площадь последующих отверстий определим по выражению:

*м2*, (18)



где

(19)



Диаметры последующих отверстий определим аналогично выражению (19).

Результаты расчетов площадей сечения отверстий по ходу воздуха fi, их диаметров di и коэффициентов Мi приведены в таблице 1.

Таблица 1



## 3. Расчёт системы отопления

## 3.1 Расчёт и выбор калориферов

Количество отопительных приборов выбирается из конструктивных соображений принятой схемы отопительно-вентиляционной системы животноводческого помещения. Выберем один калорифер на одну приточную камеру. Определим температуру выходящего из калорифера воздуха по формуле:



0С



Живое сечение калорифера для прохода воздуха

м2



где ρ - плотность воздуха, кг/м3;

vρ - расчетная массовая скорость воздуха, кг/м2с (для пластинчатых калориферов vρ принимается 7...10, для оребренных - 3...5 кг/м2с).

м2



Мощность калорифера:

Вт



По живому сечению подберем калориферы: КП410-СК-01АУЗ (fк=0,581м2).

Проверим действительную мощность выбранных калориферов



где k - коэффициент теплопередачи калорифера; k= 55,85 Вт/ (м2∙0С);

F - поверхность нагрева выбранного калорифера = 37,66 м2;

tПАРА - средняя температура пара в калорифере

tвозд - средняя температура воздуха в калорифере

0С



n - количество калориферов.

Вт



QK должно быть на 15…20% больше потребной теплоты.



## 4. Определение гидравлического сопротивления вентиляционной системы и выбор вентилятора

Тип и номер вентилятора выбирается по количеству воздуха, подаваемого вентилятором, м3/час, и гидравлическому сопротивлению движения воздуха по вентиляционной системе (напору) Н.

В вентиляционных системах животноводческих помещений, когда сети имеют небольшую длину и мало ответвлений, можно не делить систему на участки. Потери напора можно определить из выражения

, Па



где Нl - линейные потери в транспортирующем воздуховоде,

Па



где λ - коэффициент сопротивления трению (для данного случая можно принять λ= 0,02);

l - длина участка;

V - скорость движения воздуха, на рассматриваемом участке, м/с;

ρ - плотность воздуха, кг/м3;

z - местные потери в транспортирующем воздуховоде;



где ξ - коэффициент местного сопротивления (конфузор, диффузор, 3 регулирующих заслонки, тройник, жалюзийная решетка, 3 колена);

; Па



V - скорость воздуха в рассматриваемом местном сопротивлении, м/с.

- аэродинамическое сопротивление воздухонагревателя, Па



Нру - потери в раздающем воздуховоде

Н/м2



где R - удельные потери давления на прямом участке (на 1 м длины)

Н/ (м2м)



где R - удельные потери давления на прямом участке (на 1 м длины)

Па



, Па



По требуемой производительности вентилятора (м3/час) и напору Н производится предварительный подбор вентилятора: ВЦ4-75-5

Окончательный выбор вентилятора и мощности двигателя производится по индивидуальным характеристикам вентиляторов:

В. Ц.4-75-5 (исполнение 1) Е5.095-2 4А80B N=1,1 кВт n=1445 об/мин

Теоретически необходимая мощность двигателя вентилятора, рассчитывается из формулы



где Н - необходимый рассчитанный напор вентилятора, Па;

Vв - количество воздуха, подаваемое вентилятором, м3/с;

η - максимальный КПД вентилятора.

Вт



## 4.1 Расчёт и выбор неподвижных жалюзийных решеток

Решетка выбирается по живому сечению, рассчитанному по формуле



где V - расход воздуха через жалюзийную решетку, м3/с;

υЖР - скорость воздуха, υЖР= 4...6 м/с

м2



Выберем решетку 0,8 х 1 м. fЖ.Р. =0,8 м2

## 4.2 Расчёт вытяжных шахт

Общая площадь вытяжных шахт, определяется из выражения



где V - воздухообмен в помещении, м/с;

υш - скорость воздуха в шахте.

Скорость воздуха в шахте, определяется из уравнения



где h - высота шахты, м.

Высоту шахты принимать от середины оконных пролетов до высшей точки шахты h=3 м.

м/с



м2



Количество шахт



## Список литературы

1. Методические указания к выполнению курсового и дипломного проектирования "Расчет отопительно-вентиляционной системы животноводческих помещений". - Челябинск, 1999.
2. В.А. Кельдышев. Вентиляция сельскохозяйственных зданий и сооружений. - Челябинск, 2002.
3. А.А. Захаров. Применение тепла в сельском хозяйстве. - М., 1986.