СИСТЕМА РЕКОМЕНДАТЕЛЬНЫХ ДОКУМЕНТОВ
АГРОПРОМЫШЛЕННОГО КОМПЛЕКСА
МИНИСТЕРСТВА СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

РЕКОМЕНДАТЕЛЬНЫЕ ДОКУМЕНТЫ

МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ТЕПЛОТЕХНИЧЕСКОМУ РАСЧЕТУ ПОЛОВ В МЕСТАХ ОТДЫХА ЖИВОТНЫХ ПРИ БЕСПОДСТИЛОЧНОМ СОДЕРЖАНИИ

РД-АПК 3.10.01. 07-08

МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Москва

2008 год

gost.e-ecolog.ru

СИСТЕМА РЕКОМЕНДАТЕЛЬНЫХ ДОКУМЕНТОВ
АГРОПРОМЫШЛЕННОГО КОМПЛЕКСА
МИНИСТЕРСТВА СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

РЕКОМЕНДАТЕЛЬНЫЕ ДОКУМЕНТЫ

МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ТЕПЛОТЕХНИЧЕСКОМУ РАСЧЕТУ ПОЛОВ В МЕСТАХ ОТДЫХА ЖИВОТНЫХ ПРИ БЕСПОДСТИЛОЧНОМ СОДЕРЖАНИИ

РД-АПК 3.10.01. 07-08

МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Москва

2008 год

ПРЕДИСЛОВИЕ

1 РАЗРАБОТАНЫ: ФГНУ «Росинформагротех»(к.т.н. Шевченко С С. Седов О.Л., Гарафутдинова Е.С.), ФГНУ «НПЦ «Гипроницельхоз»(к с.-х.н. Виноградов П.Н.), ГНУ ВНИИВС ГЭ (д.в.н. Тюрин В.Г)

2 ВНЕСЕНЫ: ФГНУ «Росинформагротех»

3 ОДОБРЕНЫ: секцией научно-технической политики НТС Минсельхоза России (протокол № 36 от 01 июля 2008 г.)

4 УТВЕРЖДЕНЫ И ВВЕДЕНЫ В ДЕЙСТВИЕ: Заместителем Министра сельского хозяйства Российской Федерации Алейником С.Н. 28 ноября 2008 г.

5 ВВЕДЕНЫ ВПЕРВЫЕ

6 СОГЛАСОВАНЫ. Департаментом ветеринарии Минсельхоза России 28 ноября 2008 г

СОДЕРЖАНИЕ

1	Область применения	1
2	Нормативные ссылки	4
3	Термины и определения	5
4	Концепция расчета	6
5	Исходные данные	7
6	Теплотехнический расчет	9
Приложение А	Определение максимально допустимого коэффициента теплоусвоения материала покрытия пола (пример расчета)	16
Приложение Б	Определение возможности применения опилколатекс-цементного пола (пример расчета)	19
Приложение В	Определение возможности применения резинокордовых плит на резинобитумной мастике (пример расчета)	23

СИСТЕМА РЕКОМЕНДАТЕЛЬНЫХ ДОКУМЕНТОВ
АГРОПРОМЫШЛЕННОГО КОМПЛЕКСА
МИНИСТЕРСТВА СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

РЕКОМЕНДАТЕЛЬНЫЕ ДОКУМЕНТЫ

МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ТЕПЛОТЕХНИЧЕСКОМУ РАСЧЕТУ ПОЛОВ В МЕСТАХ ОТДЫХА ЖИВОТНЫХ ПРИ БЕСПОДСТИЛОЧНОМ СОДЕРЖАНИИ

Дата введения 2008 12 01

1 ОБЛАСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ

1.1 Полы в животноводческих зданиях проектируются в соответствии с требованиями СНиП 2.03.13-88, СНиП 2.10.03-84 СНиП 23-02-2003, СП 23-101-2004, РД-АПК 1.10.01.04-08 и др Верхний слой пола в местах отдыха животных при содержании их без подстилки определяется показателем теплоусвоения поверхности пола.

1.2 Участки животноводческих зданий в местах отдыха животных при бесподстилочном содержании должны иметь расчетный показатель теплоусвоения не более нормируемой величины, которая по СНиП 23-02-2003 для различных видов животных составляет:

- коровы и нетели за 2-3 месяца до отела, быки-производители, телята до 6 месяцев, ремонтный молодняк крупного рогатого скота, свиньи-матки, хряки, поросята-отъемыши

– 1[illegible] Вт/м^2 С.

- коровы стельные и новотельные, молодняк свиней, свиньи на откорме – 13 Вт/м^2 °С;

- крупный рогатый скот на откорме – 14 Вт/м^2 °С.

1.3 До 60% времени корова проводит лежа, если у нее есть такая возможность. Но кроме этого она примерно 10-15 раз в день встает на ноги, чтобы попить, поесть, опорожнить свой желудок или для доения.

Во время пассивного отдыха пища лучше усваивается. Коровы должны иметь возможность беспрепятственно вставать на ноги чтобы принять максимальное количество пищи и воды, а затем комфортно и безболезненно лечь чтобы отдохнуть.

Комфорт коровы зависит от характеристики покрытия, на котором она лежит, а также от пространства внутри стойла, бокса секции. Комфортная «постель» - это не только удобство для коровы, а также важный фактор в экономике хозяйства. Коровы которые отдыхают долгое время, не только дают больше молока но у них также снижается нагрузка на ноги, в результате чего сокращается риск заболевания ног и копыт

1.4 В связи с этим, различными отечественными и зарубежными фирмами и компаниями разрабатываются покрытия зон отдыха животных (стойл, боксов и др.), которые уменьшают тепловой поток от лежащего животного в пол

1.5 Компанией «Де Лаваль» (Швеция) разработаны и широко применяются маты для зоны отдыха коров, которые стимулируют естественное поведение животных, и способствуют улучшению условий содержания здоровых и высокопродуктивных

особей

Для этой цели разработаны и изготовляются резиновые маты. Маты раскатываются по всей длине ряда (разделители боксов не имеют вертикальных стоек в нижней части), спереди крепятся к полу специальными пластинами, исключающими повреждения животных. В задней части стойла мат можно приподнимать для мойки и дезинфекции.

Верхняя поверхность мата шероховатая, не скользкая даже при попадании воды, удерживает на себе подстилку. Внутри мат выполнен из вспененной пористой резины для повышения упругости и уменьшения повреждения коленных суставов животных.

Технические характеристики матов:

- материал: стиролбутадиенкаучук, армированный полиамидом;
- ширина мата 1800мм, в рулоне 25 м,
- толщина мата 10мм;
- вес 18 кг/метр погонный, 10 кг/ $м^2$;
- длина мата в рулоне – 25 м.

Кроме того, компания Де Лаваль предлагает широкий ассортимент соединительных креплений, фиксирующих пластин и защитных покрытий для разных типов матов, что позволяет повысить уровень гигиены в стойлах.

Базовые маты CM20 черного цвета производятся трех размеров (в том числе и для телок). Маты CM25 выпускаются двух размеров, цвет хаки. Эти маты более толстые (расход материалов на 25% больше, чем у базовых), они обеспечивают

большую амортизацию и долговечность. Маты СМ30 высшего качества имеют дополнительную толщину, что гарантирует повышенный уровень комфорта и износоустойчивости. Маты данной серии производятся трех размеров, цвет хаки.

Маты-подстилки RM20N имеют на нижней поверхности многочисленные профили конической формы, которые повышают комфортность основания и обеспечивают дополнительный дренаж. На верхней поверхности нанесен «кованый рисунок», который обеспечивает противоскользящий эффект данного покрытия и позволяет легко содержать такой мат в чистоте. Мягкая и теплая поверхность способствует тому, что корова охотно ложится, чем увеличивается частота периодов отдыха животного. Максимальное увеличение периода естественного отдыха и жвачки животных положительно влияет на усвоение корма и воды, что повышает качество молока и его количество. Нескользкая поверхность мата при подъеме животного снижает уровень стресса, риск соскальзывания и повреждения сосков вымени, а естественная амортизация защищает в этот момент суставы животного. Маты-подстилки выпускаются разных размеров, цвет черный.

2 НОРМАТИВНЫЕ ССЫЛКИ

1 СНиП 2.10.03-84. Животноводческие, птицеводческие и звероводческие здания и помещения.

2 СНиП 23-02-2003. Тепловая защита зданий.

3 СП 23-101-2004. Проектирование тепловой защиты зданий.

4 СТО-АПК 1.10.01.04-08 . Нормы технологического проектирования предприятий крупного рогатого скота.

5 ВНТП 2-96. Ведомственные нормы технологического проектирования свиноводческих предприятий.

3 ТЕРМИНЫ И ОПРЕДЕЛЕНИЯ

$t_в$ Расчетная температура внутреннего воздуха, °С

$t_{пп}$ Температура поверхности пола, °С

$t_ж$ Ректальная температура животного, °С

τ Текущее значение времени, час

λ Коэффициент теплопроводности материала, Вт/м °С

S Коэффициент теплоусвоения материала, Вт/м^2 °С

ρ_0 Плотность сухого материала, кг/м^3

R Термическое сопротивление слоя ограждающей конструкции, м^2 °С/Вт

Y Коэффициент теплоусвоения поверхности конструкции, Вт/м^2 °С

D Тепловая инерция ограждающей конструкции

q Тепловой поток от лежащего животного в пол, Вт/м^2

$q^н$ Нормативное значение теплового потока в пол, Вт/м^2

α Расчетное значение коэффициента теплоотдачи от лежащего животного в пол, Вт/м^2 °С

Y_f^{des} Расчетный показатель теплоусвоения поверхности пола, Вт/м^2 °С

Y_f^{reg} Нормативная величина показателя теплоусвоения поверхности пола, Вт/м^2 °С

δ Толщина слоя, м

h Высота слоя, м

4 КОНЦЕПЦИЯ РАСЧЕТА

4.1 Оценка теплотехнических свойств полов в местах отдыха животных при бесподстилочном содержании по показателю теплоусвоению, принятому в СНиП 23-02-2003 и СП 23-101-2004, зависит только от материала и конструкции.

Расчетный показатель теплоусвоения поверхности пола $Y^{(n)}$ (Вт/м^{2}°С) зависит :

- от тепловой инерции покрытия (D), являющейся функцией термического сопротивления слоев пола (R) и материала пола через расчетный коэффициент теплоусвоения материала слоев пола (s), принимаемого по СП 23-101-2004 или по результатам теплотехнических испытаний;

- термическое сопротивление слоев пола R является частным отделения толщины пола (или слоев пола) на расчетный коэффициент теплопроводности материала слоя λ, принимаемый по СП 23-101-2004.

4.2 В настоящих рекомендациях рассматривается оценка теплотехнических свойств полов в местах отдыха животных при бесподстилочном содержании по нормативному параметру – среднему потоку теплоты, зависящему от

- вида и возраста животного;
- температуры воздуха помещения,
- материалов и конструкции пола.

Таким образом, этот параметр охватывает все основные факторы контактного теплового взаимодействия животного с полом

4 3 Теплотехнический расчет выполняется для определения:

теплового потока в пол от лежащего животного, среднего за первые два часа контакта его с полом, q Вт/м^2;

- наибольшего коэффициента теплоусвоения S материала теплоизоляционно-подстилающего слоя пола, при котором значение q не превышает нормативного значения, Вт/м^2°С;

- наименьшей температуры воздуха помещения, при которой значение q не превышает нормативного значения.

4 4 Теплотехнические свойства строительных материалов принимаются по СП 23-101-2004:

- при условии эксплуатации А, если материал гидрофобизирован,

- при условии эксплуатации Б, если материал не гидрофобизирован, либо если из материала выполнено покрытие пола.

5 ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ

5 1 По данным замеров, осуществленных рядом институтов, в том числе, Гипронисельхозом и ВНИИМСом, поток теплоты от лежащего животного в пол, средний за первые два часа контакта, не должен превышать нормативных значений:

- для свиней и крупного рогатого скота на откорме – 200 Вт/м^2,

- для остальных групп свиней и крупного рогатого скота –

170 Вт/м²

5.2 Расчетные значения температуры внутреннего воздуха принимаются.

- для крупного рогатого скота по СТО-АПК 1.10.01.04-08,
- для свиней по ВНТП 2-96

5.3 В таблице 1 приведены нормативные значения теплового потока в пол $q^н$, расчетные значения коэффициента теплоотдачи от лежащего животного в пол α и расчетные значения температуры воздуха помещения $t_в$.

Таблица 1

Группы животных	$q^н$, Вт/м²	α Вт/м²°С	$t_в$, °С
1	2	3	4
Крупный рогатый скот			
Коровы и нетели за 2-3 мес до отела быки-производители, ремонтный молодняк старше года нетели до 6-7 мес. стельности	170	17,4	10
Молодняк старше года и взрослый скот на откорме	200	17,4	10
Коровы глубокостельные и новотельные	170	17,4	15
Телята от 10-12 дней до 4-6 мес.	170	25,6	15
Ремонтный молодняк от 4-6 до 12 мес	170	20,0	12
Молодняк от 4-6 до 12 мес на откорме	200	20,0	12

Продолжение таблицы 1

1	2	3	4
Свиньи			
Холостые и супоросные матки, хряки-производители	170	30,0	13
Ремонтный молодняк	170	30,0	18
Матки за 7-10 дней до опороса, подсосные матки с поросятами, поросята-отъемыши	170	46.5	18
Молодняк на откорме, выбракованные матки и хряки на откорме	200	30.0	14

Примечание - Коэффициент α обозначает взаимосвязь текущего значения разности ректальной температуры животного и температуры поверхности пола $\left[t_{ж} - t_{п,}(\tau)\right]$°С с текущим значением теплового потока через поверхность пола $q(\tau)$Вт/м^2. Значение $q(\tau)$ выражается следующей формулой:

$q(\tau)=\alpha\left[t_{ж} - t_{п,}(\tau)\right]$, где τ -текущее значение времени.

6 ТЕПЛОТЕХНИЧЕСКИЙ РАСЧЕТ

6.1 Теплотехнический расчет предполагает решение следующих задач

Задача 1 – при заданной конструкции пола определить значение теплового потока в пол от лежащего животного q ,

- Задача 2 – при заданной конструкции пола определить

температуру воздуха в помещении $t_в$,

- Задача 3 – определение расчетного показателя теплоусвоения поверхности пола $Y_1^{(h_1)}$, Вт/м^2°С

6.2 Для решения поставленных задач были выведены формулы безразмерных параметров А и В, а также эмпирически получена зависимость между этими параметрами, сведенная в таблицу 2

6.3 Безразмерные параметра А и В вычисляются по следующим формулам:

$$A = \frac{q}{\alpha \cdot (t_m - t_в)}, \quad (1)$$

$$B = \frac{2Y_1^{(h_1)}}{\alpha} \cdot \frac{\alpha + S_1}{\alpha + Y_1^{(h_1)}}, \quad (2)$$

где:

- α - расчетный коэффициент теплоотдачи от лежащего животного в пол, Вт/м^2°С, принимается по таблице 1;

- $t_в$ – расчетное значение температуры воздуха в помещении, °С,

- $t_м$ – ректальная температура животного (коровы);

- q – тепловой поток в пол, Вт/м^2

- $Y_1^{(h_1)}$ – расчетный показатель теплоусвоения 1-го слоя поверхности пола, Вт/м^2°С .

- S_1, S_2, S_3.. S_i – расчетный коэффициент теплоусвоения материала каждого слоя пола, Вт/м^2°С

6.4 Взаимосвязь параметров А и В вычислена по

формуле

$$A = \frac{B^2}{2} \cdot \left(\frac{1}{B} \cdot \sqrt{\frac{8}{\pi}} + \exp\cdot\left(\frac{2}{B^2}\right) \cdot erfc \cdot \left(\frac{\sqrt{2}}{B}\right) - 1 \right), \qquad (3)$$

Где:

- $\exp(a) = e^a$ - табулированная функция;

- $erfs(\alpha) = \frac{2}{\sqrt{\pi}} \cdot \int_{\alpha}^{\infty} e^{-x^2} \cdot dx$ - табулированная функция

6 5 Взаимосвязь между параметрами А и В представлена в таблице 2.

Таблица 2

B	A	B	A	B	A	B	A
1	2	1	2	1	2	1	2
0,11	0,0820	0,62	0,3464	1,13	0,4978	1,64	0,5936
0,14	0,1024	0,65	0,3576	1,16	0,5046	1,67	0,5981
0,17	0,1222	0,68	0,3685	1,19	0,5113	1,70	0,6025
0,20	0,1412	0,71	0,3790	1,22	0,5177	1,73	0,6069
0,23	0,1593	0,74	0,3893	1,25	0,5241	1,76	0,6111
0,26	0,1771	0,77	0,3992	1,28	0,5302	1,79	0,6153
0,29	0,1941	0,80	0,4088	1,31	0,5362	1,82	0,6193
0,32	0,2105	0,83	0,4181	1,34	0,5421	1,85	0,6233
0,35	0,2263	0,86	0,4271	1,37	0,5478	1,88	0,6272
0,38	0,2416	0,89	0,4359	1,40	0,5534	1,91	0,6311
0,41	0,2563	0,92	0,4444	1,43	0,5588	1,94	0,6348
0,44	0,2705	0,95	0,4527	1,46	0,5641	1,97	0,6365
0,47	0,2843	0,98	0,4607	1,49	0,5693	2,00	0,6421

Продолжение таблицы 2

1	2	3	4	5	6	7	8
0 50	0.2975	1,01	0,4686	1,52	0,5744	2,03	0.6456
0.53	0.3104	1,04	0,4762	1,55	0,5793	2,06	0,6491
0 56	0.3228	1,07	0,4836	1,58	0,5842	2,09	0,6525
0 59	0 3349	1.10	0,4908	1,61	0,5889	2,12	0,6558

6 6 Решение задачи 1 – определение теплового потока от лежащего животного в пол (q) при заданной конструкции пола В данном случае параметр В таблицы 2 является исходным, а параметр А определяемым Определив по заданной конструкции пола и вида животного значение В, в графе 2 таблицы 2 находим величину А, используя при необходимости линейную интерполяцию Подставляя параметр А в формулу, определяем тепловой поток в пол от животного:

$$q = A \cdot \alpha \cdot \left(t_{ж} - t_{к}\right) \text{ Вт/м}^2 \qquad (4)$$

6 7 Решение задачи 2 – определение температуры воздуха помещения при заданной конструкции пола. В данном случае параметр В таблицы 2 является исходным, а параметр А определяемым. Определив по заданной конструкции пола и вида животного значение В, в графе 2 таблицы 2 находим величину А, используя при необходимости линейную интерполяцию Подставляя параметр А в формулу, определяем температуру воздуха помещения.

$$t_{к} = t_{ж} - \frac{q''}{A \cdot \alpha} \ ^{\circ}\text{C} \qquad (5)$$

6.8 Решение задачи 3 – определение максимально допустимого значения показателя теплоусвоения поверхности пола Y_f^{des}. В данном случае параметр А таблицы 2 является исходным, а параметр В определяемым. Принимая $q^н$, α и $t_в$ по таблице 1, вычисляем значение А по формуле 1. Затем в графе 1 таблицы 2 находим соответствующее ему значение параметра В, используя при необходимости линейную интерполяцию.

Требуемое (нормативное) значение Y_f^{req} определяем по формуле

$$Y_f^{req} = \frac{B \cdot \alpha^2}{2 \cdot (\alpha + S_1) - B \cdot \alpha}, \text{Вт/м}^2\text{°С} \qquad (6)$$

6.9 Для определения коэффициентов теплоусвоения наружной поверхности отдельных слоев пола следует предварительно вычислить тепловую инерцию D каждого слоя по формуле

$$D = R_1 \cdot S_1 + R_2 \cdot S_2 + \ldots + R_n \cdot S_n \qquad (7)$$

Коэффициент теплоусвоения наружной поверхности слоя Y, Вт/м^2°С, с тепловой инерцией $D \geq 1$ следует принимать равным коэффициенту теплоусвоения S материала этого слоя конструкции пола, принимаемого по СП 23-101-2004.

Коэффициент теплоусвоения наружной поверхности слоя Y, Вт/м^2°С, с тепловой инерцией $D < 1$ следует определять расчетом, начиная с первого слоя (считая от внутренней поверхности пола) следующим образом:

а) для первого слоя по формуле:

$$Y_1 = \frac{R_1 \cdot S_1^2 + \alpha}{1 + R_1 \cdot \alpha}; \quad (8)$$

б) для i-го слоя по формуле:

$$Y_i = \frac{R_i \cdot S_i^2 + Y_{i-1}}{1 + R_i \cdot Y_{i-1}}; \quad (9)$$

где

R_1, R_i - термические сопротивления соответственно первого и i-го слоев пола, м^2°С/Вт,

S_1, S_i - коэффициенты теплоусвоения соответственно первого и i-го слоев пола Вт/м^2°С,

α - тоже, что в формуле 2;

Y_1, Y_i, Y_{i-1} - коэффициенты теплоусвоения наружной поверхности соответственно первого, i и $(i-1)$ слоев пола Вт/м^2°С

Если каждый из слоев пола имеет тепловую инерцию меньше единицы и пол содержит n слоев, то принимают $Y_{n+1} = 11,3$ Вт/м^2°С, т.е. $Y_{n+1} = S_{n+1}$, где S_{n+1} - коэффициент теплоусвоения грунта.

4.10 Если расчетная величина Y_f^{dcv} показателя теплоусвоения поверхности пола окажется не более нормативной величины Y, вычисленной по формуле (6), то этот пол удовлетворяет требованиям в отношении теплоусвоения.

Если $Y_f^{dcv} > Y_f^{nor}$, то следует взять другую конструкцию

пола или изменить толщины некоторых его слоев до удовлетворения требования $Y_i^{des} \leq Y_i^{red}$.

ПРИЛОЖЕНИЕ А

(рекомендуемое)

ПРИМЕР РАСЧЕТА

ОПРЕДЕЛЕНИЕ МАКСИМАЛЬНО ДОПУСТИМОГО КОЭФФИЦИЕНТА ТЕПЛОУСВОЕНИЯ МАТЕРИАЛА ПОКРЫТИЯ ПОЛА

Задача – Определить максимально допустимый коэффициент теплоусвоения материала покрытия полов для коров и крупного рогатого скота старше года на откорме при бесподстилочном содержании

Исходные данные:

- тепловая инерция покрытия пола $Д_1 \geq 1$;
- поток теплоты от лежащего животного в пол:
  - а) от коров 170 Вт/м^2;
  - б) от крупного рогатого скота на откорме 200 Вт/м^2,
- температура внутреннего воздуха в помещении 10 °С;
- ректальная температура крупного рогатого скота 38 °С,
- коэффициент теплоотдачи от лежащего животного в пол 17,4 Вт/м^2 °С.

Расчет:

А 1 По данным таблицы 1 определяем значение параметра А:

- для коров:

$$A = \frac{q''}{\alpha \cdot (t_м - t_в)} = \frac{170}{17.4 \cdot (38 - 10)} = 0.3489.$$

- для крупного рогатого скота старше года на откорме.

$$A = \frac{200}{17.4 \cdot (38 - 10)} = 0.4105.$$

А 2 По таблице 2 находим, используя интерполяцию, параметр B

- для коров:

$$B = 0.62 - (0.65 - 0.62) \cdot \frac{0.3489 - 0.34[illegible]}{0.3576 - 0.340[illegible]} = 0.6227,$$

- для крупного рогатого скота старше года на откорме.

$$B = 0.80 - (0.83 - 0.80) \cdot \frac{0.4105 - 0.408[illegible]}{0.4181 - 0.408[illegible]} = 0.8054.$$

А 3 Поскольку $D_1 \geq 1$, то $Y_1 = S_1$ и

$$B = \frac{2Y_1}{\alpha} \cdot \frac{\alpha + S_1}{\alpha + Y_1} = \frac{2S_1}{\alpha} \cdot \frac{\alpha + S_1}{\alpha + S_1} = \frac{2S_1}{\alpha}$$

Наибольшее значение коэффициента теплоусвоения материала покрытия пола определяется в этом случае из уравнения

$$S_1 = 0.5 \cdot B \cdot \alpha$$

Таким образом, из условий примера максимальное значение S_1 равно:

- для коров

$$S_1 = 0.5 \cdot 0.6227 \cdot 17.4 = 5.45 \text{ Вт/м}^2\text{°C}$$

- для крупного рогатого скота старше года на откорме:

$$S_1 = 0.5 \cdot 0.8054 \cdot 17.4 = 7.00 \text{ Вт/м}^2\text{°C}$$

ПРИЛОЖЕНИЕ Б

(рекомендуемое)

ПРИМЕР РАСЧЕТА

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ВОЗМОЖНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ ОПИЛКОЛАТЕКС-ЦЕМЕНТНОГО ПОЛА

Задача – Определить возможность применения опилко-латексцементного пола для беспод ило ного содержания коров и ремонтного молодняка свине

Исходные данные пола приведены в т бли це Б.1

Т а б л и ц а Б.1

Материал слоя	Характе ристики слоя					
	h, м	ρ_0, кг/м^3	λ, $\frac{Вт}{м^{2\circ}}$	$\frac{м^{2\circ}С}{Вт}$	S, $\frac{Вт}{м^{2\circ}С}$	D
1Легкий бетон плотной структуры с добавкой латекса и опилок	0,025	1500	0 6	0 0417	7,6	0,317
2Легкий бетон поризованной структуры гидрофобизированный	0,08	800	0.2	0.333	3,83	1,27
3Подстилающий слой из щебня	-	-	-	-	-	-

П р и м е ч а н и е – Характеристики 3-го слоя не приведены, т к для слоя $D_3 > 1$ и нижележащие слои не влияют на результаты расчета

Расчет:

Б 1 Для определения среднего за пер вые два часа контакта

потока теплоты в пол вычисляется параметр В. При $D_2 > 1$

$Y_2 = S_2 = 3,83$ Вт/м^2°С Тогда

$$Y_1 = \frac{D_1 \cdot S_1 + Y_2}{1 + R_1 \cdot Y_2} = \frac{0,317 \cdot 7,6 + 3,83}{1 + 0,0417 \cdot 3,83} = 5,37 \text{ Вт/м}^2\text{°С}$$

Параметр В :

-для коров:

$$B = \frac{2 \cdot Y_1}{\alpha} \cdot \frac{\alpha + S_1}{\alpha + Y_1} = \frac{2 \cdot 5,37}{17,4} \cdot \frac{17,4 + 7,6}{17,4 + 5,37} = 0,6776$$

- для ремонтного молодняка свиней:

$$B = \frac{2 \cdot 5,37}{30} \cdot \frac{30 + 7,6}{30 + 5,37} = 0,3771$$

Б 2 По таблице 2 определяется соответствующие найденным параметрам В параметры А (с использованием интерполяции)

- для коров

$$A = 0,3576 + (0,3686 - 0,3576) \cdot \frac{0,6776 - 0,65}{0,68 - 0,65} = 0,3676$$

- для ремонтного молодняка свиней:

$$A = 0,2263 + (0,2416 - 0,2263) \cdot \frac{0,3771 - 0,35}{0,38 - 0,35} = 0,2401$$

Б 3 Поток теплоты в пол средний за первые два часа контакта q определяется:

- для коров:

$$q = A \cdot \alpha \cdot (t_м - t_п) = 0,3676 \cdot 17,4 \cdot (38 - 10) = 179,1 Вт/м^2$$

$q'' = 170 Вт/м^2$ В данном варианте $q \geq q''$ (179,1 > 170)

Это свидетельствует о том, что для содержания коров при температуре внутреннего воздуха помещения 10°С этот пол не пригоден. Наименьшая температура воздуха помещения, при которой можно на заданном полу содержать без подстилки коров равна

$$t = t - \frac{q'}{A \cdot \alpha} = 38 - \frac{170}{0.3676 \cdot 17.4} = 11.4\ °C$$

- для молодняка свиней

$$q = 0.2401 \cdot 30 \cdot (39 - 18) = 151.26\ \text{Вт/м} < q = 170\ \text{Вт/м}^2$$

т.е. пол можно использовать для бесподстилочного содержания ремонтного молодняка свиней.

ПРИЛОЖЕНИЕ В
(рекомендуемое)

ПРИМЕР РАСЧЕТА

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ВОЗМОЖНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ РЕЗИНОКОРДНЫХ ПЛИТ НА РЕЗИНОБИТУМНОЙ МАСТИКЕ

Задача – Определить наибольший объемный вес негидрофобизированного керамзитобетона на керамзитовом песке для 3-го – теплоизоляционного слоя пола и наименьшую толщину слоя при бесподстилочном содержании на полу телят в возрасте от 10-12 дней до 4-6 месяцев.

Исходные данные пола приведены в таблице В.1

Таблица В.1

Материал слоя	Характеристики слоя						
	h, м	ρ_0, кг/м^3	λ, $\frac{Вт}{м^{2\circ}C}$	R, $\frac{м^2}{Вт}$		S, $\frac{Вт}{м^{2\circ}C}$	D
1 Резинокордная плита	0,015	1200	0.35	0,0	9	6.4	0,272
2 Резинобитумная мастика	0,003	1400	0,27	0,0	1	6,8	0,0755

Примечание – Третий слой – теплоизоляционный из керамзитобетона на керамзитовом песке

Расчет:

В.1 Рассчитываем параметр А для телят. По таблице 1 определяем исходные данные.

$$A = \frac{q'}{\alpha_в (t_в - t_н)} = \frac{170}{25.6 \cdot (38 - 15)} = 0.2887$$

В.2 Рассчитываем параметр В для телят. По таблице 2

определяем исходные данные.

$$B = 0,47 + (0,50 - 0,47) \cdot \frac{0,2887 - 0,2843}{0,2975 - 0,2843} = 0,48$$

В 3 Определяем требуемое значение Y_1:

$$Y_1 = \frac{B \cdot \alpha^2}{2(\alpha + S_1) - B \cdot \alpha} = \frac{0,48 \cdot 25,6^2}{2 \cdot (25,6 + 6,4) - 0,48 \cdot 25,6} =$$

=6,08 Вт/м^2°С

В 4 При $D_3 \geq 1$ и $Y_3 = S_3$ определяем Y_1 и Y_2:

$$Y_2 = \frac{D_2 \cdot S_2 + S_3}{1 + R_2 \cdot S_3}, \qquad Y_1 = \frac{D_1 \cdot S_1 + Y_2}{1 + R_1 \cdot Y_2} =$$

$$= \frac{D_1 \cdot S_1 + \frac{D_2 \cdot S_2 + S_3}{1 + R_2 \cdot S_3}}{1 + R_1 \cdot \frac{D_2 \cdot S_2 + S_3}{1 + R_2 \cdot S_3}} = \frac{D_1 \cdot S_1 \cdot (1 + R_2 \cdot S_3) + D_2 \cdot S_2 + S_3}{1 + R_2 \cdot S_3 + R_1 \cdot (D_2 \cdot S_2 + S_3)},$$

откуда $S_3 = \frac{Y_1 \cdot (1 + R_1 \cdot D_2 \cdot S_2) - D_1 \cdot S_1 - D_2 \cdot S_2}{1 + R_2 \cdot D_1 \cdot S_1 - Y_1 \cdot (R_1 + R_2)} =$

$$= \frac{0,68 \cdot (1 + 0,0429 \cdot 0,0755 \cdot 6,8) - 0,274 \cdot 6,4 - 0,0755 \cdot 6,8}{1 + 0,0111 \cdot 0,274 \cdot 6,4 - 6,08 \cdot (0,0429 + 0,0111)} = 5,71$$

Вт/м^2°С

В.5 По СП 23-101-2004 приложения Д, таблице Д.1. графе 11, строкам 150 и 151 методом интерполяции находим плотность ρ_0 кг/м^3 для 3-го слоя - теплоизоляционного:

$$\rho_3 = 800 - (1000 - 800) \cdot \frac{5.71 - 4.77}{6.13 - 4.77} = 938 \text{ кг/м}^3,$$

В 6 По СП 23-101-2004 приложения Д, таблице Д 1, графе 9 строкам 150 и 151 методом интерполяции находим коэффициент теплопроводности λ_3 для 3-го слоя - теплоизоляционного:

$$\lambda_3 = 0,31+(41-0,31) \cdot \frac{938 - 800}{1000 - 800} = 0,379 \text{ Вт/м°С}$$

В 7 Требуемая минимальная толщина теплоизоляционного слоя определяется делением коэффициента теплопроводности на коэффициент теплоусвоения

$\delta_3 = \lambda_3 / Y_3 = 0.379/5.71 = 0.066$м

УДК 631.632.2

Ключевые слова: методические рекомендации, теплотехнический расчет, подстилочное содержание, бесподстилочное содержание, полы, места отдыха

МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ТЕПЛОТЕХНИЧЕСКОМУ РАСЧЕТУ ПОЛОВ В МЕСТАХ ОТДЫХА ЖИВОТНЫХ ПРИ БЕСПОДСТИЛОЧНОМ СОДЕРЖАНИИ

РД-АПК 3.10.01.07-08

Москва
2008

Ответственный за выпуск
П.Н. Виноградов

Подписано в печать 03.12.08 Формат 60x84/16
Печать офсетная. Бумага офсетная. Гарнитура шрифта «Arial».
Тираж 500 экз.
Верстка и печать ООО «Столичная типография»,
109235 Москва, 1-й Курьяновский пр-д, д. 15, стр.8,10.

gost.e-ecolog.ru