

Тема 5 – Расчёт объёма вентиляции по углекислому газу

Цель занятия. Освоить методику расчёта объёма вентиляции воздуха в животноводческих помещениях по углекислому газу.

Общие сведения. Вентиляция – это воздухообмен помещения с помощью, притока и вытяжки воздуха. Под приточной вентиляцией следует понимать подачу воздуха в помещение, а под вытяжной - удаление его из помещения. При недостаточном воздухообмене в помещении накапливаются лишнее тепло и влага, повышается концентрация вредных газов и прежде всего углекислого газа, аммиака и сероводорода. При этом микроклимат в помещении резко ухудшается и оказывает неблагоприятное влияние на продуктивность и здоровье животных. Высокий уровень, продуктивности может быть достигнут только в том случае, если факторы микроклимата в помещениях точно определены и строго регулируются, то есть одним из условий обеспечения требуемого воздушного режима в помещениях является расчет и устройство эффективной вентиляции.

Объем вентиляции рассчитывается для каждого конкретного помещения. Величина воздухообмена будет зависеть от объемно-планировочного и конструктивного решения здания, условий наружного климата, видовой и половозрастной принадлежности находящихся в нем животных и т. д. В любом случае нужно помнить, что излишний обмен воздуха вызывает падение температуры в помещении ниже оптимальных норм, а недостаточный обмен не обеспечивает удаление вредных газов и водяных паров из помещений.

Исходной величиной при расчете воздухообмена является часовой объём вентиляции. Он определяет, сколько чистого воздуха необходимо подать в данное помещение с данным поголовьем, чтобы обеспечить в нем оптимальный воздушный режим.

Часовой объем вентиляции рассчитывают по двум показателям микроклимата: по углекислоте и водяному пару (влажности). Объем

вентиляции, рассчитанный по содержанию углекислоты, в большинстве случаев, оказывается недостаточным для удаления образующихся в помещении водяных паров. Эта методика приемлема для контроля за работой вентиляционных систем в помещениях для рабочих лошадей, мясного скота и других животных, находящихся в помещениях только часть суток, а также для тех районов страны, где высокая влажность наружного воздуха не является большим злом.

Во всех остальных случаях объем вентиляции рассчитывается по водяному пару. В этом случае обмен воздуха почти всегда обеспечивает и нормальное содержание углекислоты.

Расчет объема вентиляции по углекислому газу

1. Часовой объем вентиляции рассчитывают по формуле:

$$L_{CO_2} = \frac{K}{C_1 - C_2},$$

где L - часовой объем вентиляции или количество воздуха, которое надлежит вывести из помещения за 1 ч, м³;

K - количество углекислого газа, которое выделяют все животные за 1 ч, л (табл. 16);

C_1 - допустимое количество углекислого газа в 1 м³ воздуха помещения, л;

C_2 - количество углекислого газа в 1 м³ атмосферного воздуха, л.

2. Частоту или кратность обмена воздуха в помещении определяют путем деления часового объема вентиляции (L) на внутренний объем помещения (V):

$$Kp = \frac{L}{V}.$$

3. Объем вентиляции на одно животное определяют делением часового объема вентиляции на количество находящихся в помещении животных (n):

$$V_1 = \frac{L}{n}.$$

4. Общую площадь сечения вытяжных каналов, которая в состоянии обеспечить расчетный объем вентиляции, определяют по формуле

$$S_{\text{в}} = \frac{L}{vt},$$

Где $S_{\text{в}}$ - искомая площадь сечения вытяжных каналов, м²;

L – часовой объем вентиляции, м³/ч;

v – скорость движения воздуха в вентиляционном канале, м/с (прил. 17);

t – расчетное время, 1 ч = 3600 с.

5. Число вытяжных каналов определяют делением общей площади вытяжных каналов ($S_{\text{в}}$) на площадь сечения одного канала (S_1) :

$$n_{\text{в}} = \frac{S_{\text{в}}}{S_1}.$$

6. При определении общей площади приточных каналов исходят из того, что она составляет 80% (0,8 части) от общей площади сечения вытяжных каналов :

$$S_{\text{п}} = S_{\text{в}} \cdot 0,8.$$

7. Количество приточных каналов определяют делением общей площади приточных каналов ($S_{\text{п}}$) на площадь сечения одного канала :

$$n_{\text{п}} = \frac{S_{\text{п}}}{S_1}.$$

Пример. Коровник на 200 голов с четырехрядным размещением размером 64х17х2,7 м, в котором 120 коров имеют среднюю живую массу 400 кг и среднесуточный удой 10 кг, 50 коров – соответственно 600 и 15 кг и 30 сухостойных коров с живой массой 600 кг. Температура внутри коровника 10°С, снаружи -15°С. Высота вытяжной шахты 4 м, сечение 0,9х0,9 м. Сечение приточного канала 0,2х0,2 м.

Расчет. Из приложения 16 берем данные о том, какое количество углекислого газа выделяет одно животное (л) за 1 ч: корова массой 400 кг и удоем 10 кг – 117, а 120 коров – 14040; корова массой 600 кг и удоем 15 кг –

171, а 50 коров – 8550; сухостойная корова массой 600 кг – 138, а 30 коров – 4140.

Следовательно, все животные за 1 ч выделяют углекислого газа $K = 14040 + 8550 + 4140 = 26730$ л.

Величину C_1 определяют исходя из норматива углекислого газа в воздухе помещения для коров, равного 0,25% (объемных), т. е. в 1 м³ воздуха содержится 2,5 л газа. Показатель C_2 – исходя из содержания в наружном воздухе 0,03% (объемных) углекислого газа, т. е. в 1 м³ воздуха содержится 0,3 л газа.

Для расчета часового объема вентиляции подставим данные в формулу

$$L_{CO_2} = \frac{K}{C_1 - C_2} = \frac{26730}{2,5 - 0,3} = 12150 \text{ м}^3/\text{ч}.$$

Объем помещения составляет: $V = 64 \cdot 17 \cdot 2,7 = 2937,6 \text{ м}^3$.

Кратность воздухообмена равна: $Kp = \frac{L}{V} = \frac{12150}{2937,6} = 4,1$, т.е. 4,1 раза в 1 ч.

Объем вентиляции на одно животное составит:

$$V_1 = \frac{L}{n} = \frac{12150}{120 + 50 + 30} = 60,8 \text{ м}^3/\text{ч}.$$

Для расчета необходимой общей площади вытяжных каналов нужно знать скорость движения воздуха в них. Согласно приложению 17, при высоте канала 4 м и разности температур внутреннего и наружного воздуха 25°С она составляет 1,38 м/с. Подставим данные в формулу и получим:

$$S_g = \frac{L}{vt} = \frac{12150}{1,38 \cdot 3600} = 2,45 \text{ м}^2.$$

Количество вытяжных каналов будет равно:

$$n_g = \frac{S_g}{S_1} = \frac{2,45}{0,81} = 3.$$

Общая площадь приточных каналов равна:

$$S_n = S_g \cdot 0,8 = 2,45 \cdot 0,8 = 1,96 \text{ м}^2,$$

$$n_n = \frac{S_n}{S_1} = \frac{1,96}{0,04} = 49$$

а их количество – соответственно

Задание №1. Рассчитать по углекислому газу объём вентиляции, количество приточных и вытяжных каналов для коровника размерами 21х91х3,5 м, где содержатся 200 коров с продуктивностью 20 кг молока в сутки и живой массой 500 кг.

Задание №2. Рассчитать эти же показатели для данного коровника при условии содержания в нём 50 коров сухостойных с живой массой 550 кг, 100 коров с живой массой 600 кг с удоем 25 кг и 50 коров с живой массой 400 кг с удоем 10 кг.

Задание №3. Рассчитать объём вентиляции, количество вытяжных и приточных каналов для свинарника- откормочника с размерами 18х80х3,5 м, где содержатся 660 голов подсвинков с живой массой 80 кг.

Контрольные вопросы:

1. Что такое часовой объём вентиляции и как его определить?
2. Что такое кратность воздухообмена и как его определить?
3. Как определить скорость движения воздуха в вытяжной трубе?
4. Как рассчитать суммарную площадь вытяжных и приточных каналов?
5. Как определить количество вытяжных и приточных каналов?
6. Как рассчитать количество вентиляторов?

**Таблица 16 – Нормы выделения теплоты, вредных газов и водяных паров
в расчете на 1 животное**

Группа животных	Живая масса, кг	Свободная теплота, ккал/ч	Диоксид углерода, л/ч	Водяные пары, г/ч
1	2	3	4	5
Крупный рогатый скот				
Быки-производители	400	550	110	350
	600	660	136	430
	800	780	162	516
	1000	920	191	610
Коровы стельные (сухостойные)	300	440	90	288
	400	550	110	350
	600	670	138	440
	800	780	162	516
Коровы стельные сухостойные и нетели за 2 мес до отела	300	478	99	319
	400	569	118	380
	600	733	152	489
	800	861	176	574
Коровы лактирующие при уровне лактации, кг 5	300	474	98	316
	400	565	117	377
	500	602	127	408
	600	727	151	485
10	300	510	106	340
	400	605	126	404
	500	682	142	455
	600	757	157	505
15	300	588	122	392
	400	687	143	458
	500	780	158	507
	600	823	171	549
30	400	850	175	560
	600	970	200	642
	800	1080	225	721
50	400	1350	280	897
	600	1460	300	659
	800	1610	332	1050
Волы на откорме	400	738	153	493
	600	898	187	599
	800	1073	223	715
	1000	1269	264	846
Телята до 1 мес	30	79	16	53
	40	112	23	74
	50	137	28	92
	80	202	42	135

от 1 до 3 мес	40 60 130	117 170 302	24 35 63	78 113 202
от 3 до 4 мес	90 120 200	196 292 398	41 61 89	131 195 265
от 4 мес до 1 года	120 180 250 350	255 324 392 515	53 67 81 107	170 216 261 344
от 1 года до 2 лет	220 320 350 500	350 455 476 557	72 94 97 115	230 301 310 368
Свиньи				
Хряки-производители	100 200 300	247 340 433	44 61 78	142 194 250
Свиноматки холостые и супоросные	100 150 200	175 202 233	36 42 48	117 135 56
глубокосупоросные, за 7-10 дней до опороса	100 150 200	208 244 276	43 50 57	139 164 180
подсосные с приплодом	100 150 200	420 480 555	87 99 115	282 320 370
Молодняк до 2 мес	7 10 15	44,9 62,3 79,0	9 13 16	30,0 41,63 53,0
отъемыши	20 30 40	86,7 104,0 122,0	18 21 25	59,5 69,5 81,0
ремонтный и откормочный	50 60 80 90 100 110 120	133 161 185 196 206 217,2 226	27 33 38 41 43 45 47	89 107 124 132 138 145 151
Взрослые свиньи на откорме	100 200 300	228 302 398	47 63 83	153 202 267
Лошади				

Жеребцы-производители	400	505	103	330
	600	667	136	430
	800	810	165	527
	1000	950	194	623
Холостые кобылы и мерины	400	461	86	278
	600	606	113	362
	800	738	138	400
Кобылы жеребые	400	551	103	330
	600	717	136	430
	800	884	165	527
подсосные с приплодом	400	940	192	613
	600	1092	223	710
	800	1394	284	910
Молодняк рысистых пород старше 2 мес	200	381	78	249
	350	456	93	299
старше 1 года	300	465	95	304
	450	516	105	337
Молодняк тяжелых пород старше 6 мес	300	494	101	323
	450	558	114	364
старше 1 года	400	499	102	327
	600	649	133	424
Овцы				
Бараны-производители и пробники	50	112	23	73
	80	147	30	96
	100	157	32	103
Овцематки холостые	40	83	17	64
	50	98	20	64
	60	122	25	80
суягные	40	97	20	64
	50	111	23	73
	60	121	25	80
подсосные с приплодом	40	193	40	128
	50	207	43	137
	60	228	47	151
Молодняк старше 6 мес мелких пород	20	63	13	42
	40	93	19	61
крупных пород	30	74	15	48
	50	103	21	67
Кролики				
Самцы	3,5	11,58	2,41	7,69
	4,0	12,34	2,57	8,20

Самки	3,5	13,39	2,79	8,90
Самки сукрольные	4,0	14,28	2,98	9,48
Молодняк	0,05 0,10 0,20 0,30 0,40 0,50 0,75 1,00 2,00 2,50 3,00	0,90 1,74 3,02 3,65 4,36 4,98 6,33 7,57 8,48 10,01 10,79	0,19 0,36 0,63 0,76 0,91 1,04 1,32 1,58 1,77 2,08 2,25	0,60 1,16 2,01 2,42 2,89 3,31 4,20 5,02 5,64 6,66 7,17
Птица				
Куры яичных пород при содержании: клеточном напольном	1,5–1,7 1,5–1,7	6,8 7,9	7,7 8,2	5,1 5,8
Куры мясных пород	2,5–3,0	7,2	1,8	5,2
Индейки	6,8	6,7	1,7	5,0
Утки	3,5	4,8	1,5	3,6
Гуси	5,5–6,0	4,0	1,0	3,1
Молодняк кур яичного направления, дней 1–10 11–30 31–60 61–140 141–180	0,06 0,25 0,6 1,3 1,6	13,5 8,8 7,4 6,8 6,4	2,3 2,2 1,9 1,7 1,6	3,5 6,6 5,4 5,0 4,8
Молодняк кур мясного направления, дней 1–10 11–30 31–60 61–150 151–210	0,08 0,25 1,2–1,4 1,8 2,5	12,9 8,1 7,2 6,7 6,0	2,2 2,0 1,8 1,7 1,6	4,0 6,3 5,4 5,0 4,8
Бройлеры в клетках от 1 до 56 дней	1,3	7,58	1,62	4,8
Молодняк индеек, дней 1–10 11–30 31–55	0,3 1,0 2,2	14,0 10,1 4,8	3,5 2,5 1,2	10,5 7,5 3,6
Молодняк гусей, дней 1–20 1–30	0,7 1,3	8,0 7,0	2,0 2,0	7,0 6,0

21–65	4,0	4,0	1,0	3,5
31–65	4,0	3,6	0,95	3,0
66–180	5,0	2,4	0,6	2,0