

## Некоторые вопросы по воздухообмену инкубатория, очистке и кондиционированию поступающего в него воздуха

Вашему вниманию предлагается упрощенный расчет воздухообмена для промышленного инкубатория птицефабрики. Перечень основных проблем в воздухообмене:

- грубейшие нарушения в проектировании воздухообмена в инкубатории
- некачественно выполненные воздушные трассы (утечки, короткие замыкания и т.д.)
- несоответствие количества подаваемого воздуха мощности инкубатория
- нарушение санитарных правил о разделении поступающих и удаляемых воздушных потоков.

Фрагмент статьи, посвященной этой проблеме.

Другой важной проблемой при инкубировании яиц является воздухообмен в инкубатории и предварительная подготовка поступающего в него воздуха. Как показывает практика, при кажущейся простоте и ясности проблемы примерно в 80% случаях воздухообмен в инкубатории организован вопреки физиологическим особенностям кислородного питания эмбрионов. Самыми популярными нарушениями является избыточный и недостаточный по объему воздухообмен. Известно, что недостаточное количество воздуха, подающегося в машинный зал инкубатория, приводит к нарушениям развития эмбрионов и, как следствие, снижению процента вывода суточных цыплят и последующую их низкую резистентность. Последнее приводит, как правило, к увеличению процента отхода молодняка, порокам в его развитии, дефектам в иммунной системе цыплят, что не может не сказаться на эпизоотологической обстановке предприятия в целом. Выражается это в основном в низких титрах антител в крови птицы и небольшими сроками сохранения необходимой напряженности иммунитета.

Избыток поступающего в инкубаторий воздуха приводит к значительному увеличению энергозатрат на инкубацию, особенно в холодное время года, так как холодный воздух, поступающий в инкубаторий необходимо подогревать и увлажнять. Поскольку специальные устройства для подогрева и увлажнения поступающего воздуха чаще всего бездействуют, либо их нет вообще, то эти функции берет на себя автоматика шкафа инкубатора, которая работает в этом случае со значительными перегрузками и помимо увеличения общих энергозатрат на инкубацию часто дает сбой в работе, либо выходит из строя.

При более детальном исследовании физики процесса воздухообмена проблема оказалась гораздо глубже, чем это видно на первый взгляд, а именно:

Поступающий в инкубатор воздух должен иметь определенные параметры. Помимо количества, температуры, влажности и скорости воздушного потока, поступающий воздух должен быть очищен от пыли, а, следовательно, и от микрофлоры, присутствующей в этой пыли. Концентрация пыли в воздухе неодинакова для различных районов деятельности человека и зависит от многих причин. Основными из них являются влажность воздуха, направление и сила ветра, характер и состав почвы, наличия в непосредственной близости от места измерения искусственных и естественных загрязнителей атмосферы, наличие и частота зеленых насаждений, и т.д. и т.п. Ориентировочные концентрации пыли, измеренные на открытом воздухе в летнее время, приведены в таблице.

	Концентрация мг/м <sup>3</sup>
Городской воздух	0,02
Воздух на городских улицах (без учета движения автотранспорта)	0,1-0,4
Городские промышленные районы	0,2-5,0
Погодные инверсии (ветер)	1,0-2,0

На наш взгляд, корректным будет принять для птицеводческого предприятия концентрацию взвешенной в воздухе пыли равной 1-2 мг/м<sup>3</sup>, которая содержит примерно 10-15 тыс. микробных клеток

Если с количеством, температурой и влажностью подаваемого в инкубатор воздуха проблемы так или иначе решаются, то очисткой воздуха от пыли на птицеводческих предприятиях как правило никто не занимается.

Несложный расчет воздухообмена для инкубируемых эмбрионов выглядит следующим образом:

Эмбрион в процессе развития поглощает кислород и выделяет углекислый газ. Других продуктов обмена эмбрион во время своего развития во внешнюю среду практически не выделяет. По крайней мере, концентрация выделяемых подобных веществ несоизмеримо мала по сравнению с массой поглощенного кислорода и выделенного углекислого газа. Известно, что масса поглощенного кислорода в процессе развития эмбриона примерно постоянна и составляет 12,8%, 13,7%, и 16,8% от начальной массы яиц кур, уток и гусей соответственно. Значение дыхательного коэффициента (отношение объема выделенной углекислоты к объему поглощенного кислорода) для всех видов птицы примерно одинаковое и по своему значению близко к 0,73.

В следующей таблице приведены данные по выделению углекислого газа эмбрионами в период инкубации.

## Выделение углекислого газа эмбрионами кур, уток и гусей (г/час на 1000 шт)

День инкубации	Куры	Утки	Гуси	День инкубации	Куры	Утки	Гуси
1	0,5	0,8	0,4	16	30,1	10,7	20,3
2	0,5	0,8	0,8	17	32,9	16,0	27,0
3	0,5	0,8	1,2	18	34,9	20,9	35,3
4	0,6	0,7	1,5	19	39,9	24,6	37,5
5	1,0	0,6	1,8	20	52,2	28,2	52,2
6	1,5	0,7	2,1	21	65,3	32,2	59,9
7	2,5	0,8	2,5	22		39,9	67,5
8	3,1	1,1	2,8	23		49,1	72,1
9	4,3	1,4	3,4	24		61,4	73,7
10	5,8	1,8	3,7	25		76,8	76,8
11	8,0	2,5	5,1	26		95,2	84,4
12	12,0	3,2	7,4	27		116,7	101,3
13	15,0	3,5	8,9	28		141,2	122,8
14	20,6	4,9	11,7	29			153,5
15	25,5	7,4	15,4	30			190,3

Как видно из таблицы, выделение углекислоты медленно увеличивается до замыкания аллантаоиса, а затем резко возрастает.

Помня о том, что в нормальном атмосферном воздухе содержится примерно 20% кислорода, дыхательный коэффициент равен 0,73, а один кубометр воздуха весит при нормальных условиях 1,24 кг, получаем, что при инкубации яиц необходимо подавать на каждые 1000 шт. инкубируемых куриных яиц от 0,01 до 1,0 м3 воздуха в час.

#### Расчет:

Необходимая масса кислорода  $MO_2$  на 1000 яиц равна массе выделенного углекислого газа.

Необходимая масса воздуха  $Mв$  на 1000 яиц  $Mв = MO_2 * 5$   $M \text{ min} = 0,5 * 5 = 2,5 \text{ г/час}$

$$M \text{ max} = 65.3 * 5 = 326,5 \text{ г/час}$$

Необходимый объем воздуха  $Vв$  на 1000 яиц равен  $Vв \text{ min} = 1240 / 2,5 = 0,002 \text{ М3/час}$

$$Vв \text{ max} = 1240 / 326.6 = 0,26 \text{ М3/час}$$

С учетом дыхательного коэффициента  $Vв \text{ min} = 0,002 / 0,73 = 0,003 \text{ М3/час}$

$$Vв \text{ max} = 0,26 / 0,73 = 0,36 \text{ М3/час}$$

С учетом потерь подаваемого объема воздуха на утечки и другие потери, целесообразно эти расчетные данные увеличить как минимум в три раза. В итоге получаем колебания потребления воздуха на 1000 шт. яиц в пределах от 0,01 М3/час до 1 М3/час.

При подаче неочищенного от пыли воздуха для одновременной инкубации 100000 шт. яиц в помещении инкубатория может поступать от 100 до 200 мг пыли ежечасно или от 2 до 4 граммов пыли ежесуточно.

На первый взгляд такое мизерное количество пыли в воздухе кажется незначительным, но этого более чем достаточно для инфицирования суточных цыплят возбудителями инфекционных заболеваний, особенно при сложной эпизоотологической обстановке на предприятии.

Большое значение имеет также расположение мест забора воздуха для вентиляции инкубатория относительно места его выброса. К большому удивлению и недоумению при проектировании вентиляции инкубатория чаще всего место забора воздуха находится в непосредственной близости от места его выброса, тем самым создавая опасность рециркуляции пыли, пуха суточных цыплят, а значит, и патогенной микрофлоры внутри инкубатория.

Побобные казусы отмечены не только в отечественных проектах инкубаториев, но и в проектах таких "китов", как Pas Reform (Голландия), Chik Master (Америка), Petersime (Бельгия).

При обследовании инкубаториев этих известных и уважаемых компаний, оказалось, что расстояние от зоны выброса отработанного воздуха до зоны поступающего свежего воздуха составляет от 4 метров (Нижегородская область) до 8 метров (Челябинская область). Механические фильтры и блок увлажнения на пути поступающего воздуха в этих инкубаториях не в состоянии полностью очистить его от механических загрязнений и микрофлоры.

Удалить пыль из поступающего в инкубаторий воздух можно несколькими способами, одним из которых является фильтрация всего подаваемого в помещение воздуха через фильтр промышленной конструкции, обеспечивающий фильтрацию необходимого объема воздуха не только от пыли, но и от содержащихся в нем микроорганизмов. Этот способ достаточно эффективен и часто используется на ряде предприятий микробиологической промышленности. Однако наряду с явными плюсами у этого способа фильтрации есть и недостатки, в числе которых относительно высокая стоимость устанавливаемого оборудования и фильтрующих элементов (например, ткань Петрянова). После фильтрации воздуха через подобный фильтр его необходимо опять же доводить до необходимых кондиций по температуре и влажности. То есть, система очистки воздуха и его кондиционирования превращается в многоступенчатую систему, которая может занимать значительный объем производственного помещения.

Мы попытались решить все перечисленные проблемы при помощи несложного устройства, схема которого приведена на рисунке.

Поступающий извне воздух, проходя по замкнутой камере устройства, орошается водой через встроенные форсунки, далее избыток воды конденсируется и из устройства выходит очищенный воздух. В устройстве предусмотрен подогрев воды до заданной температуры. Уровень воды в ванной устройства контролируется датчиком уровня (ДУ). По мере расходования воды включается подпитка до необходимого уровня.

