

## ОБОСНОВАНИЕ ЭЛЕМЕНТОВ ПРИТОЧНО-ВЫТЯЖНОЙ ЕСТЕСТВЕННОЙ ВЕНТИЛЯЦИИ ЖИВОТНОВОДЧЕСКИХ ПОМЕЩЕНИЙ С АВТОМАТИЧЕСКИМ РЕГУЛИРОВАНИЕМ

**Ключевые слова:** вентиляция естественная, приточные и вытяжные элементы, теплообменники пленочные, регулятор прямого действия, помещения животноводческие.

Нормами технологического проектирования для создания оптимального микроклимата в животноводческом помещении предусмотрен воздухообмен 15-17 м<sup>3</sup>/ч и 60-65 м<sup>3</sup>/ч на 1 ц живой массы животного для зимнего и летнего периода содержания соответственно. Физиологически необходимое количество воздуха для КРС составляет 2,0-3,5 м<sup>3</sup>/ч на 1 ц живой массы, т.е. воздухообмен рекомендуется осуществлять с превышением в 5-8 раз, и системы вентиляции проектируются с такой же завышенной производительностью [1]. Так, для коровника на 200 голов при живой массе коровы 500 кг воздухообмен составит 12000 и 60000 м<sup>3</sup>/ч для зимнего и летнего периода соответственно. Мы не найдем ни одного животноводческого помещения, где эксплуатируется система вентиляции, обеспечивающая нормируемый воздухообмен. Возникает законный вопрос – зачем же проектируем? Причин, по-видимому, две. Первая – это удобный уход от ответственности за некорректную организацию воздухообмена и выбор вентиляционного оборудования. Проектировщик оказывается всегда правым, так как никто из производителей не будет эксплуатировать в заданном режиме такую вентиляцию ввиду экономической нецелесообразности. Чтобы подогреть приточный воздух в зимний период, например, электрокалориферными установками, их установочная мощность должна составлять не менее 0,5 кВт на 1 корову [2]. При стоимости электроэнергии для производства 5 руб./кВт/ч и стоимости молока самого высокого качества 10 руб./кг – 6 кг надоенного молока

пойдет на оплату энергозатрат за вентиляцию.

Вторая – заказчик сам не осознает всей важности проблемы и идет на необоснованный вариант системы обеспечения микроклимата. Но даже квалифицированный специалист затрудняется в выборе организации воздухообмена и оборудования, хотя имеются общие принципы создания экономически целесообразных вентиляционных систем как для нового строительства, так и для эксплуатируемых помещений. На первом этапе необходимо определиться с организацией воздухообмена в зависимости от технологии содержания, вида и возраста животных, типа помещения, т.е. ответить на вопросы – в какое место, какое количество, с какими параметрами и в какое время подать воздух (философские категории – пространство, время, качество, количество). Логически вроде все ясно. Воздух с высоким содержанием кислорода, конечно, необходимо подавать в зону дыхания. С привязной технологией содержания это сделать несложно через каналы, расположенные под кормушками и приточными патрубками в зоне головы животного. При этом расход воздуха через приточный патрубок приближается к физиологически необходимому, причем воздух не подвергается дополнительному подогреву, так как не имеется данных об отрицательном воздействии низких температур на органы дыхания животных [3].

При беспривязной технологии содержания зоной дыхания является зона нахождения животных. В этом случае целесообразно выделить зоны предпочтительного нахождения животных, а это также зона кормления, т.е. особых отличий по месту подачи нет. Если при новом строительстве возможно выполнение приточных воздухопроводов ниже уровня пола, причем они долговечны, не загромождают помещение, а также являются аккумулято-

рами тепла, обеспечивая повышение температуры приточного воздуха в зимний период до 20°C. [4]. В эксплуатируемых помещениях необходимо устройство воздуховодов непосредственно в помещении. При использовании металлических воздуховодов на их долю приходится 90% металлоемкости вентиляционной системы, причем их стоимость сопоставима со стоимостью воздуховодов, выполненных из бетона, поэтому зачастую воздуховоды выполняют из пленочного материала, хотя срок их службы не превышает 3 лет [5, 6]. Кроме того, пленочные воздуховоды обычно используют в качестве теплообменников, а соответственно, по возможности увеличивают контактную поверхность. При этом энергозатраты на подогрев приточного воздуха снижаются на 44-62% и при наружной температуре до -15°C дополнительный подогрев воздуха не нужен [2, 7, 8]. Теплообменник обеспечивает конденсацию влаги из паров воздуха и за счет фазового перехода 250 г влаги на 1 корову подогревает приточный воздух на 5-8°C [2, 9]. Наряду с малой надежностью существенным недостатком пленочного воздуховода является высокая бактериальная обсемененность его поверхности и обмерзание. При монтаже теплообменников в специальных камерах уничтожение микрофлоры, окисление сероводорода и аммиака производят озонаторами коронного разряда напряжением 15-30 кВ по временной программе [10]. Ликвидация обмерзания достигается прекращением подачи воздуха или работой приточного воздуховодов в реверсном режиме, т.е. приточный канал работает как вытяжной [6, 10].

В качестве теплообменников используются также навозохранилища, расположенные под помещениями, где для подогрева приточного воздуха используется не только тепло грунта, но и навоза [2].

Несмотря на существенные недостатки пленочных теплообменников в последние годы интерес к ним возрастает, что связано с повышением стоимости энергоносителей, а соответственно, идет дальнейшее их совершенствование, и, в первую очередь, технические решения направлены на предотвращение обмерзания пленки. Для этого выход воздуховода соединяют со входом вентилятора, обеспечивая тем самым неоднократный проход воздуха по приточному воздуховоду [12, 3]. Однако при многократной перекачке воздуха энергозатраты на привод вентилято-

ров могут превысить тепловую энергию, полученную от теплообменника [13, 14]. Этот вопрос, как и вопрос рециркуляции воздуха, требует дополнительных исследований. Достаточно эффективным может быть техническое решение в котором при обмерзании теплообменника в автоматическом режиме уменьшается расход воздуха как на притоке, так и на вытяжке.

Разработанная нами система состоит из установленных на перекрытии 1 помещения 2, по крайней мере одной вытяжной трубы 3 и приточной трубы 4, причем последняя выполнена в виде двух расположенных друг над другом патрубков 5 и 6, соединенных между собой гофрированной оболочкой 7, причем вытяжная труба 3 снаружи помещения снабжена дефлектором 8, а в помещении 2 – регулятором расхода воздуха, выполненным в виде корпуса 9 с криволинейной образующей 10, параллельно оси 11 которой шарнирно закреплена пластина 12, а на неподвижном патрубке 5 приточной трубы 4 снаружи помещения 2 шарнирно установлен двуплечий рычаг 13 с клапаном 14 на одной и грузом 15 – на другой (рис.). Причем клапан 14 посредством тяги 16 кинематически связан посредством тяги с нижним патрубком 6, имеющим возможность осевого перемещения. Нижний конец патрубка 6 снабжен воздухоотражателем 17 в виде усеченного конуса, меньшее основание которого снабжено патрубком 18 и направлено вниз, а большее основание выполнено больше внешнего размера приточного патрубка 6, находящегося в помещении 2.

Система работает следующим образом. При разности давлений воздуха на входе и выходе вытяжной трубы 3 за счет высотного перепада, разности плотностей воздуха внутри и снаружи помещения 2 или работы дефлектора 8 от ветрового напора воздух из помещения 2 втягивается в регулятор расхода воздуха, проходя в корпус 9 через зазор между образующей 10 и закрепленной на оси 11 пластиной 12. Последняя, поворачиваясь по ходу движения воздушного потока на определенный угол (происходит уравнивание противодействующих крутящих моментов от давления воздуха на пластину 12 и массы вышеназванной пластины 12), изменяет зазор с образующей 10, обеспечивая тем самым заданный расход воздуха. Приточная труба 4, состоящая из патрубков 5 и 6, имеет меньший высотный перепад, чем вытяжная труба 3 и, соответственно, за-

висима от расхода воздуха в последней. Следовательно, наружный воздух втягивается в зазор между клапаном 14 и патрубком 5, движется до воздухоотражателя 17, ударяясь о который, выходит в зазор, образованный последним и патрубком 6. При низкой температуре наружного воздуха, соответствующей «точке росы», на внешней поверхности приточного патрубка 6, проходящего в помещении 2, происходит фазовый переход влаги из парообразного состояния в жидкое с выделением тепла в помещение 2 и снижением влагосодержания воздуха в помещении 2. Сконденсировавшаяся на внешней поверхности приточного патрубка 6 влага стекает в воздухоотражатель 17 и сливается через патрубок 18, например, в емкость. При температуре наружного воздуха ниже 0°C на внешней поверхности приточного патрубка 6 может происходить следующий фазовый переход, т.е. образуется лед, что сопровождается также выделением тепла, но без связывания влаги воздуха помещения 2. Масса приточного патрубка 6, проходящего в помещении 2, увеличивается, а так как она связана с воздухоотражателем 17, то от их суммарной массы через тягу 16 клапан 14, преодолевая противодействие груза 15 на шарнирно установленном рычаге 13, опускает вниз патрубок 6, растягивая гофрированную оболочку 7, уменьшает

зазор для прохода воздуха в приточный патрубок 5, находящийся над перекрытием 1, тем самым предотвращая переохладение помещения 2.

При оттаивании льда и сползании его с поверхности приточного патрубка 6 последний становится легче, и груз 15 через рычаг 13 воздействует на клапан 14, который, поднимаясь, увеличивает зазор между клапаном 14 и патрубком 5 для прохода воздуха и через тягу 16 поднимает патрубок 6, находящийся в помещении 2 ниже перекрытия 1, сжимая при этом гофрированную оболочку 7.

По результатам производственных испытаний отдельных элементов экспериментальной установки можно сделать следующие выводы.

1. Данное техническое решение может быть принято как для помещений с чердаком, так и с совмещением перекрытием. Проверка экспериментальных образцов регулирующих устройств на шахтах естественной вытяжки показала их высокую эффективность: погрешность регулирования расхода воздуха не превышала 30%.

2. Приточные элементы с автоматическим регулированием по температуре воздуха требуют дополнительной конструкторской проработки, так как проблема решена только принципиально, а соответственно, необходимы исследования в этом направлении.

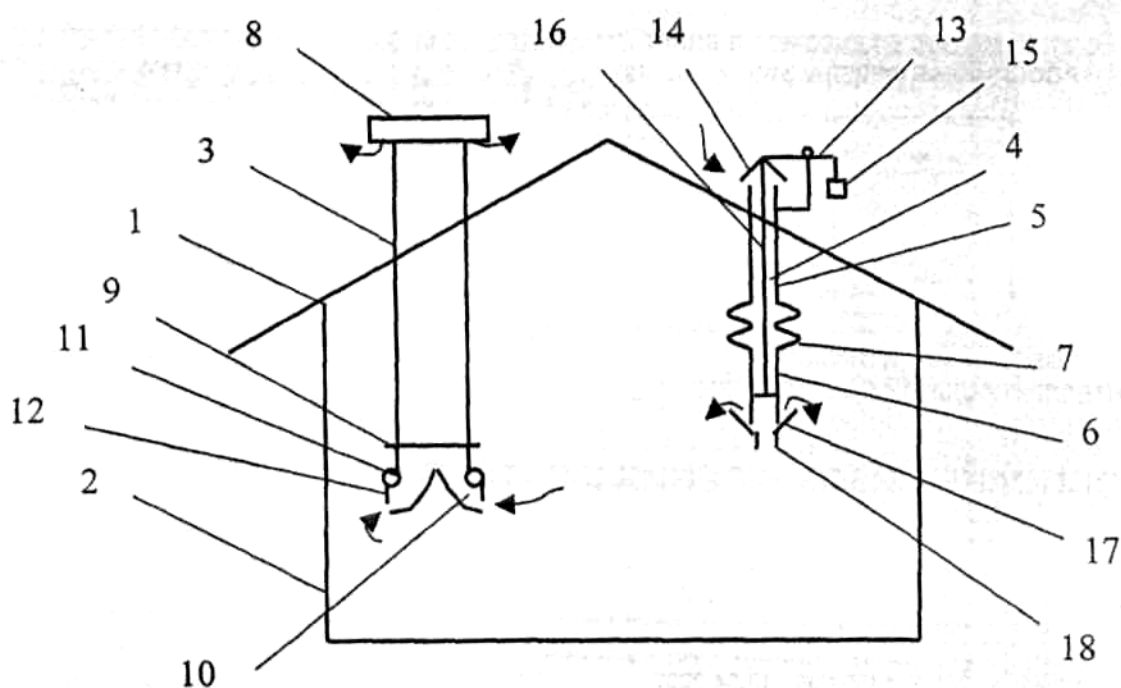


Рис. Система естественной вентиляции

**Библиографический список**

1. Проничев Н.П. Системная оценка технологии привязного содержания скота / Н.П. Проничев, Г.В. Науменко, Т.С. Смекалов // Механизация и электрификация сельского хозяйства. – 1996. – № 9. – С. 9-11.
2. Бастрон А.В. Энергосберегающая система воздухообмена животноводческих помещений / А.В. Бастрон, Н.В. Кулаков, Таюрский // Механизация и электрификация сельского хозяйства. – 1996. – № 2. – С. 8-10.
3. Епишев Е.Н. Система обогрева порослят-сосунов в минимально отапливаемых помещениях / Е.Н. Епишев // Техника в сельском хозяйстве. – 2007. – № 1. – С. 27-30.
4. Спасов В.П. Автоматизированная система микроклимата в животноводческих помещениях / В.П. Спасов, Н.Ф. Георгиевский, Н.С. Шевелев и др. // Механизация и электрификация сельского хозяйства. – 1996. – № 5. – С. 22-24.
5. Ковылкин Н.А. Совершенствование перфорированных воздухопроводов / Н.А. Ковылкин // Техника в сельском хозяйстве. – 1990. – № 1. – С.49-50.
6. Лебедев Д.П. Теплоутилизационные установки на базе полимерных теплообменников / Д.П. Лебедев, М.П. Шаталов, Е.А. Самсонова // Техника в сельском хозяйстве. – 2007. – № 4. – С. 9-11.
7. Адомовски Р. Использование вторичной теплоты вентиляционного воздуха для обогрева помещений в животноводстве / Р. Адомовски, Д. Адомовски // Механизация и электрификация сельского хозяйства. – 2004. – № 6. – С. 16-17.
8. Сняжков А.А. Отопительно-вентиляционная система помещений для супоро-

рых свиноматок / А.А. Сняжков, А.Г. Цубанов // Механизация и электрификация сельского хозяйства. – 1990. – № 1. – С. 23-24.

9. Позин Г.М. Исследование приточного устройства системы естественной вентиляции животноводческого помещения / Г.М. Позин, А.Н. Самсонов // Техника в сельском хозяйстве. – 2007. – № 5. – С. 12-15.

10. Расстригин В.Н. Система микроклимата с теплоутилизатором и озонатором воздуха / В.Н. Расстригин, А.В. Тихомиров, Д.А. Тихомиров и др. // Техника в сельском хозяйстве. – 2005. – № 4. – С.10-13.

11. Тесленко И.И. Использование температурного компенсатора для создания микроклимата в телятнике / И.И. Тесленко, А.А. Петухов, И.И. Тесленко // Механизация и электрификация сельского хозяйства. – 2005. – № 12. – С. 21.

12. Пат. 2330216. Российская Федерация. МПК<sup>7</sup> F24F 12/00. Система вентиляции воздуха / Н.И. Капустин, В.А. Демин. – 2006 13855/06 заявл. 31.10.2006; опубл. 27.07.2008. Бюл. № 21.

13. Пат. 2277206 Российская Федерация. МПК<sup>7</sup> F24F 11/04, 13/08. Устройство для регулирования расхода воздуха / Н.И. Капустин, И.Я. Федоренко, В.А. Демин, В.Н. Капустин. – 2004 135681/06; заявл. 06.12.2004; опубл. 27.05.2006. Бюл. № 15.

14. Пат. 2337277 Российская Федерация, МПК<sup>7</sup> F24F 7/04,13/10. Система вентиляции производственного помещения / Н.И. Капустин, В.А. Демин, В.Н. Капустин. – 2007 114857/06, заявл. 19.04.2007; опубл. 27.10.2008 Бюл. № 30.



УДК 629.114.2.032

**Д.П. Бокин,  
С.А. Коростелёв,  
К.С. Нечаев**

**ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОБЛАСТИ НАЧАЛА РАЗРУШЕНИЯ  
РЕЗИНОВОГО ЭЛЕМЕНТА РЕЗИНОМЕТАЛЛИЧЕСКОГО ШАРНИРА  
ГУСЕНИЧНОГО ДВИЖИТЕЛЯ**

**Ключевые слова:** гусеничный движитель, резинометаллический шарнир, резиновый элемент, напряженно-дефор-

мированное состояние, динамическая нагрузка, долговечность.