



УДК 631.2:628.8

Н.И. Капустин, В.В. Садов
N.I. Kapustin, V.V. Sadov

ПУТИ СОЗДАНИЯ РЕГУЛИРУЕМОЙ ВЕНТИЛЯЦИИ В ЖИВОТНОВОДЧЕСКИХ ПОМЕЩЕНИЯХ АЛТАЙСКОГО КРАЯ В ЗИМНИЙ ПЕРИОД

THE WAYS TO CREATE CONTROLLED VENTILATION IN LIVESTOCK BUILDINGS OF THE ALTAI REGION IN WINTER

Ключевые слова: технологии содержания животных, микроклимат, естественная вентиляция, автоматическое регулирование, ресурсосбережение.

При содержании животных в помещении в зимний период наблюдается проблема с созданием требуемого микроклимата, а именно с обеспечением притока свежего воздуха для животных по всему помещению без образования застойных зон. При отсутствии притока воздуха имеющиеся вытяжные системы также оказываются неработоспособными. Это приводит к образованию значительного количества вредодействующих газов: углекислый, сероводород, аммиак, водяные пары и др. Созданный микроклимат в помещении такими факторами значительно влияет на здоровье животных, продуктивность и наследственность. Решение проблемы находится в компетенции разносторонних требований, которые должны решаться совместно: архитектурно-планировочное решение, технология содержания, местность и др. Для установления функционирования системы обеспечения микроклимата необходимо учитывать следующие факторы: высотный перепад между входом приточного устройства и выходом вытяжного, скорость ветра, разность температур внутри и снаружи помещения. Предложенная приточная естественная вентиляция имеет конструктивную возможность изменять и стабилизировать расход воздуха в ручном или автоматическом режиме при непрогнозируемом характере изменения параметров наружного воздуха и перепаде давлений внутри и снаружи помещения; а также конструктивную возможность изменять скорость приточных струй в зоне нахождения животных в зависимости от температуры струй и возраста животных. Принятие половинчатых технологических и технических решений, не учитывающих существующие проблемы и не разрешающих выявленных противоречий, сопровождается перерасходом корма, снижением прироста живой массы, массовым заболеванием животных и значительным падежом молодняка. Причем и от выжив-

ших животных не следует ожидать высокой продуктивности и здорового потомства.

Keywords: livestock housing technologies, microclimate, natural ventilation, automatic control, resource saving.

When farm animals are housed indoors in the winter, there is a problem with the creation of the required microclimate, namely, with the supply of fresh air for animals throughout the room without the formation of stagnant zones. In the absence of air flow, the existing exhaust systems also prove to be inoperative. This leads to the formation of a significant amount of harmful gases: carbon dioxide, hydrogen sulfide, ammonia, water vapor, etc. The indoor microclimate created by such factors significantly affects animal health, productivity and heredity. The solution to the problem depends on different requirements that should be addressed jointly: architectural and planning solution, housing technology, geographic area, etc. For the functioning of the microclimate system, the following factors should be taken into account: height difference between the input of the supply device and the exhaust output, wind speed, difference of indoor and outdoor temperatures. The proposed fresh air natural ventilation has the constructive ability to change and stabilize the air flow in manual or automatic mode with the unpredictable nature of the change in the parameters of the outdoor air and the pressure drop inside and outside the room. It has the constructive ability to change the speed of the supply flows in the zone where the animals are located depending on the temperature of the air flows and the age of the animals. The adoption of compromise technological and technical solutions that do not take into account the existing problems and do not resolve the identified contradictions is accompanied by an over-consumption of feed, lower live weight gains, mass diseases of animals and significant mortality of young animals. Moreover, one should not expect high productivity and healthy offspring from the survived animals.

Капустин Николай Игнатьевич, к.т.н., пенсионер, Алтайский государственный аграрный университет. E-mail: sadov.80@mail.ru.

Садов Виктор Викторович, д.т.н., зав. каф. механизации производства и переработки сельскохозяйственной продукции, Алтайский государственный аграрный университет. Тел.: (3852) 203-272. E-mail: sadov.80@mail.ru.

Kapustin Nikolai Ignatyevich, Cand. Tech. Sci., retiree, Altai State Agricultural University. E-mail: sadov.80@mail.ru.

Sadov Viktor Viktorovich, Dr. Tech. Sci., Head, Chair of Agricultural Production and Processing Mechanization, Altai State Agricultural University. Ph.: (3852) 203-272. E-mail: sadov.80@mail.ru.

Введение

Наряду с кормами и генетическим потенциалом животных значительную роль на их продуктивность, здоровье и сохранность оказывает в зимний период микроклимат в животноводческом помещении. При большой концентрации животных в помещении образуется значительное количество вредодействующих газов, которые необходимо своевременно удалять, заменяя свежим воздухом. Для этого все параметры: температура, влажность воздуха, скорость его движения и газовый состав необходимо создать в соответствии с установленными нормами для соответствующего вида и возраста животных.

Часто это не выполняется из-за рассогласования архитектурно-планировочных решений зданий с инженерными для принятой технологии содержания и климатических особенностей местности, что ведет не только к нанесению вреда животным и обслуживающему персоналу, но и к повышенному расходу ресурсов всех видов (корм, электроэнергия и т. д.) [1-3].

Цель исследования – разработка ресурсосберегающих путей решения по созданию оптимальных параметров микроклимата в животноводческом помещении.

Объекты и методы исследований

Большинство типовых проектов телятников и коровников за длительный период эксплуатации не имеют работоспособных систем подачи воздуха в зону содержания животных. Без притока воздуха возникают в целом проблемы с работой си-

стемы вентиляции. Если не брать в расчет неорганизованную естественную подачу воздуха через неплотности в воротах и окнах, то без притока воздуха отсутствует и вытяжка. Даже при использовании мобильных кормораздатчиков и при многократном открывании ворот проблема решается только частично, причем такой способ вентилирования зачастую приносит больше вреда, чем пользы. При низких температурах нарушается герметичность ворот, торцы здания переохлаждаются, что ведет к замерзанию воды в крайних поилках и транспортеров в навозных каналах. Открытие ворот ведет к прорыву больших объемов наружного воздуха с одновременным увеличением скорости движения воздуха в вытяжных шахтах. При этом холодный наружный воздух настигается на пол и движется к центру, насыщаясь влагой и аммиаком с поверхности навозных каналов и настилов, охлаждая зону лежания животных, а в зону дыхания воздух доходит насыщенный аммиаком и сероводородом [4].

В настоящее время широко используются как «традиционный», так и «холодный» способ выращивания молодняка и коров. Возраст и различные технологии содержания накладывают особые требования на выбор системы вентиляции. В первую очередь необходимо определиться с организацией воздухообмена (рис. 1).

При невыполнении этого требования наблюдается картина, сложившаяся во многих хозяйствах края. На примере ОАО «Раздольное» Топчихинского района рассмотрим проблемы, связанные с системой вентиляции, более подробно.

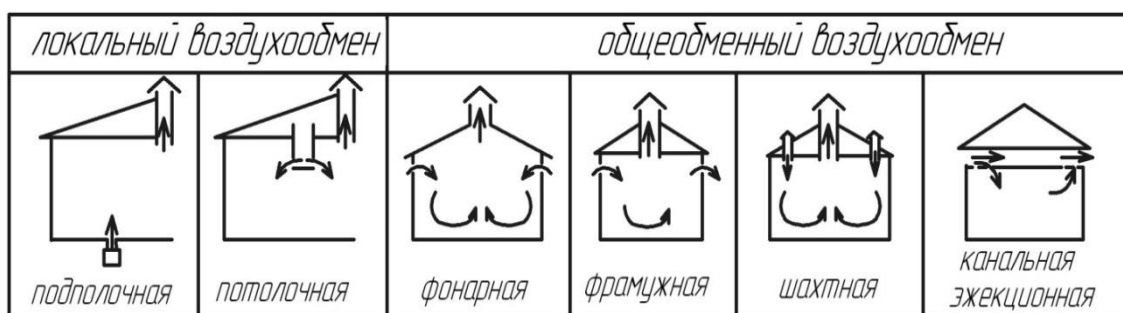


Рис. 1. Варианты объемно-планировочных решений при создании микроклимата в помещении [5]

Результаты исследования

При «холодном методе» содержания как в индивидуальных, так и групповых клетках применить наиболее рациональную организацию воздухообмена «снизу – вверх» возможно только в период строительства здания под ранее заданную технологию, чего в настоящее время сложно ожидать.

Наличие стенок в индивидуальных клетках телятников не позволяет использовать вариант «сверху – вниз» ввиду громоздкости вытяжных шахт, нижнее основание которых должно при этом варианте располагаться практически на уровне пола. Вариант «снизу – вниз» неприменим по причине высоких затрат на устройство подпольного приточного канала и вытяжных шахт опущенных до пола. Для реконструируемых помещений целесообразно организовать воздухообмен «сверху – вверх» [6, 7].

Выбор приточных и вытяжных устройств вентиляционной системы, реализующих способ организации воздухообмена «сверху – вверх», определен технологией содержания – «холодный метод», который предполагает содержание животных как без помещений, так и в помещениях, но без дополнительных энергозатрат на создание микроклимата, т. е. естественной вентиляцией. Однако для этого необходимо неукоснительно выдерживать не только рекомендации по устройству клеток, но и кормлению. Если они не выдерживаются, то экономия от энергозатрат обернется большими убытками от снижения прироста живой массы, падежа животных, а также расходов на лекарства.

Технология «холодного метода содержания» в помещениях на подстилке не является панацеей от всех проблем, необходимо оценить, что это за подстилка – сменяемая или несменяемая, т. е. какова высота слоя подстилки и обеспечивается ли в ней процесс с выделением тепла? Что за подстилающий слой под подстилкой, имеются ли дренажные каналы и т. п. Кроме этого следует максимально возможно снизить потери тепла здания, особенно перекрытия, на долю которого приходится до 80% потерь тепла и при достаточном его утеплении. Причем особое внимание необходимо уделять зданиям с совмещенным перекрытием, так как качество утепления перекрытия можно проконтролировать только в процессе производства работ – к чему обычно относится недокладывание утеплителя. Неплотности в воротах и отсутствие тамбуров ведут к сквознякам

в зоне лежания животных, переохлаждают торцевые части помещений и создают неорганизованный, неуправляемый воздухообмен. В зимний период эксплуатации создается проблема в высоких энергозатратах животных и, соответственно, кормов при снижении резистентности. Что ведет к проблемам? Проблемы созданы неразрешенными противоречиями. В основе «холодного метода» заложено дыхание животного воздухом по параметрам, близким к наружному, и отсутствие сквозняков. Но поставив животное в помещение для снижения его энергозатрат, что логично, но, не сделав в нем вентиляцию, мы создали противоречие не только по газовому составу воздуха, но и по влажности. Это привело к снижению усвояемости корма, снижению термического сопротивления шерстного покрова, активному размножению болезнетворной микрофлоры и т.д. со всеми вытекающими последствиями. Не разрешив созданных противоречий, не решим проблемы.

Для естественной конвекции при организации воздухообмена «сверху – вверх» плотность приточного воздуха должна превышать плотность воздуха помещения и струи приточного воздуха опустятся вниз на животных, вытесняя менее плотный воздух от жизнедеятельности животных с высокой влажностью и вредодействующими газами, растворенными в паре. Для работы естественной вентиляции необходима разность давлений внутри и снаружи помещения.

В здании с совмещенным перекрытием в качестве вытяжной вентиляции применяют как вытяжные шахты, так и вентиляционно-световые фонари, возможна их комбинация. Существует множество конструктивных особенностей отдельных элементов, и выбор какого-либо зависит от конкретных задач. В любом варианте они должны быть качественно выполнены.

В данном конкретном случае с ОАО «Раздольное» в телятнике отсутствуют окна, соответственно, одной из задач является создание естественного освещения, другой – установление газового режима в соответствии с предусмотренной технологией (холодного метода) содержания.

Первая задача была решена устройством светового фонаря.

Вторую задачу в принципе также решали верно, но конструктивно безграмотно. Была попытка реализовать комбинированную систему вытяжной вентиляции, не проанализировав в целом ситуацию.

Как ранее отмечено, естественная вентиляция работает за счет разности давлений внутри и снаружи помещения. Разность давлений создается как управляемыми, так и неуправляемыми непрогнозируемыми основными факторами:

- 1) высотным перепадом между входом приточного устройства и выходом вытяжного – управляемый фактор;
- 2) скоростью ветра – неуправляемый фактор;
- 3) разностью температур внутри и снаружи помещения – неуправляемый фактор.

Другие факторы, такие как влажность воздуха и т. п. в расчетах обычно не учитывают.

Эффективность использования приведенных факторов зависит от конструкции приточных и вытяжных устройств и качества их исполнения.

Шахты естественной вытяжки зачастую «бу-тафорские». Короба шахт негерметичны, не утеплены, сечение занижено, жалюзи нет, не говоря о дефлекторах. Зонт над шахтой только от дождя, но не для вентиляции.

Нет приточных устройств.

Для технологии на глубокой несменяемой подстилке мы можем сформулировать следующие задачи, которые должна решать приточная естественная вентиляция.

1. Иметь конструктивную возможность изменять и стабилизировать расход воздуха в ручном или автоматическом режиме при непрогнозируемом характере изменения параметров наружного воздуха и перепаде давлений внутри и снаружи помещения.

2. Иметь конструктивную возможность изменять скорость приточных струй в зоне нахождения животных в зависимости от температуры струй и возраста животных.

Для технологии на сменяемой подстилке появляется еще одна задача.

3. Обеспечить температуру в зоне нахождения животных за счет дополнительного источника энергии или рекуперации тепловой энергии помещения.

Принятие половинчатых технологических и технических решений, не учитывающих существующие проблемы и не разрешающих выявленных противоречий, сопровождается перерасходом корма, снижением прироста живой массы, массовым заболеванием животных и значительным падежом молодняка. Причем и от выживших

животных не следует ожидать высокой продуктивности и здорового потомства.

Предлагаемое приточное устройство состоит из короба, установленного в стене здания на высоте 2,0-2,5 м. Оно может иметь конструкцию, изображенную на рисунках 2 или 3 [8-10]. На верхней части короба на шарнире прикреплен клапан в виде самозакрывающейся створки. Внутри помещения воздух подается через отражатель и рассеивается. На другом торце короба, расположенном снаружи здания, установлен автоматический регулятор расхода воздуха, содержащий груз (рис. 2).

При разности давлений внутри и снаружи помещения, создаваемых вытяжными шахтами или ветровым напором, наружный воздух поступает в полость короба под определенным давлением и выходит через щелевой зазор между отражателем и коробом на П-образном участке. Скорость струй и их дальнобойность нестабильны, что создает рассеянный поток диаметром до 6 м. Максимальная скорость струй в щелевом зазоре с наветренной стороны может достигать 15 м/с. Скорость приточных струй в зоне нахождения животных регламентирована нормами и зависит как от возраста животных, так и от температуры приточных струй. В период настройки высотой щелевого зазора регулируют не только расход воздуха, но и дальнобойность струй. Практика показала, что при высоте установки отражателя 2,0-2,5 м щелевой зазор для телят 2-месячного возраста составляет 10 мм, а для взрослых животных – 30 мм. Стабильность скорости струй в щелевом зазоре, в заданном диапазоне, обеспечивается настройкой автоматического регулятора расхода воздуха путем изменения положения груза на шпильке относительно оси шарнира. При удалении груза от оси шарнира увеличивается противодействующий крутящий момент на шарнире, к которому жестко прикреплен клапан и, соответственно, диапазон регулирования увеличится, но чувствительность (качество) регулирования уменьшится. Увеличение угла между шпилькой и клапаном ведет к тому же результату. При необходимости полностью закрыть короб (например, сильный порывистый ветер, длительное открытие ворот, экстремально низкая температура наружного воздуха, отсутствие животных в зоне работы приточного устройства и т. п.) оператор за кольцо тянет гибкой тягой (шнур, трос) входящий в помещение клапан.

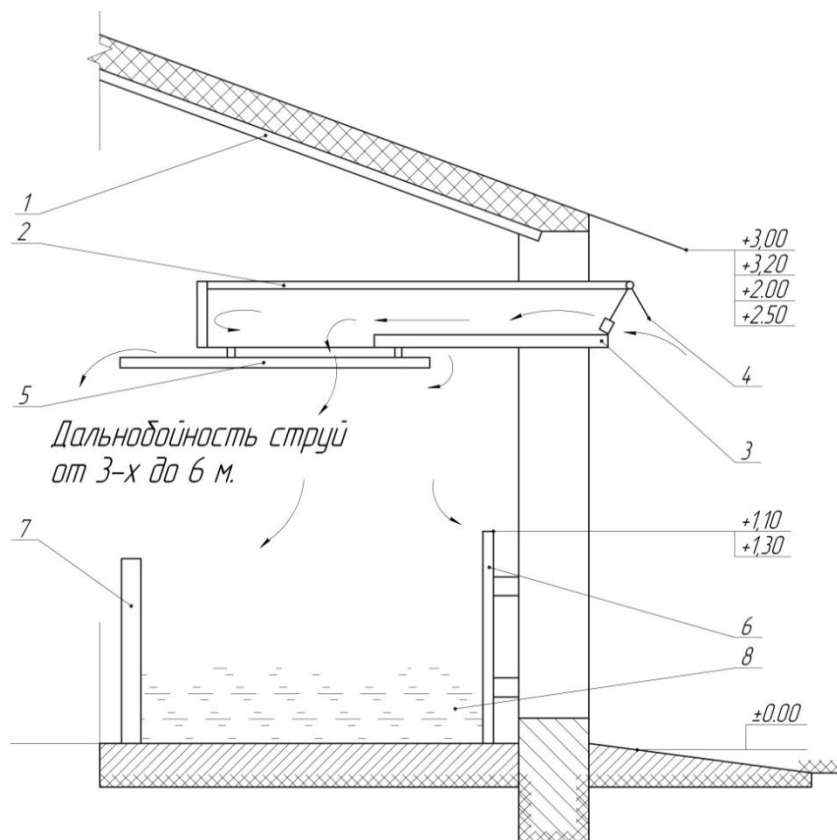


Рис. 2. Приточное устройство для телятника с горизонтальным отражателем:
 1 – перекрытие; 2 – короб; 3 – противовес грузовой; 4 – заслонка (клапан); 5 – отражатель;
 6 – экран; 7 – стойка ограждения; 8 – подстилка

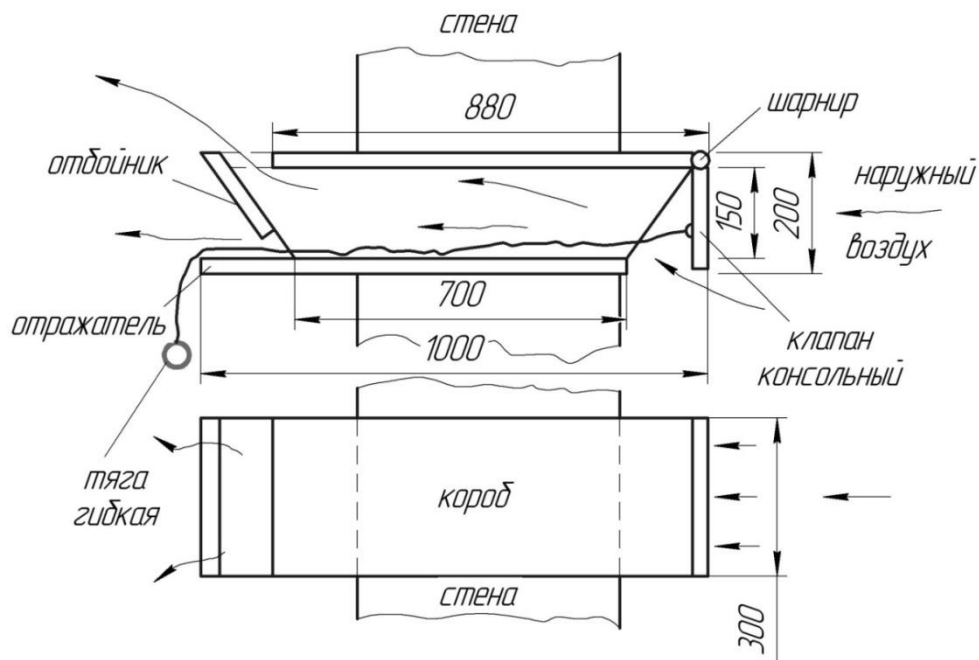


Рис. 3. Приточное устройство с ручным закрытием клапана и наклонным отражателем

Дальнобойность струй, выходящих из щелевого зазора в регулируемом режиме, составляет около 3 м друг от друга, соответственно, устройства могут располагаться на удалении 6 м. При-

няв это как радиус окружности, мы определяем площадь, обслуживаемую одним приточным устройством, 28,3 м². При определении расположения устройств следует учитывать влияние ин-

фильтрации со стороны ворот помещения, как бы хорошо они не были сделаны, даже при наличии тамбуров. При наличии тамбура первое приточное устройство с наветренной стороны монтируют на удалении 4-6 м от поперечной стены, а при отсутствии тамбура – на удалении 10-12 м.

Учитывая наличие изолированных клеток в центре помещения и дальнобойность струй 3 м, можно предположить, что в центральной части помещения параметры микроклимата будут неудовлетворительными. Необходимо устройство механической приточной вентиляции с организацией воздухообмена «сверху – вверх». При этом следует учесть, что высота расположения приточных воздуховодов не должна превышать 2 м, а скорость приточных струй в зоне нахождения животных – 0,1 м/с. Диаметр и материал воздуховода, а также тип вентилятора определяются расчетом.

Выводы

1. Нормативные параметры микроклимата в животноводческих помещениях должны выдерживаться как при «холодном методе» содержания, так и при «традиционном». В этих случаях основными негативными параметрами воздействия на животных в совокупности оказывают температура, влажность и газовый состав воздуха.

2. Для обеспечения нормативных величин данных факторов необходимо согласование архитектурно-планировочных и инженерных решений, а также принятой технологии содержания с учетом климатических особенностей данной местности.

3. Для повышения эффективности работы системы естественной вентиляции необходима установка приточных коробов, обеспечивающих независимость естественной вентиляции от энергоисточников при высоком качестве регулирования.

Библиографический список

1. Методические рекомендации по технологическому проектированию ферм и комплексов крупного рогатого скота / РД-АПК 1.10.01.02.-10. – Москва: МСХ РФ, 2011. – 108 с.

2. Позин, Г. М. Системы вентиляции современных помещений для содержания крупного рогатого скота / Г. М. Позин [и др.]. – Текст: непосредственный // Инженерные системы. – 2009. – № 2. – С. 34-41.

3. Behens G. Freie Lueftung in der Milchproduktion, ein Beispiel fuer energiesparende und gesunde Haltung / G. Behens // Tierzucht. – 1984. – Nr. 1. – S. 32-34.

4. Рымкевич, А. А. Системный анализ оптимизации общеобменной вентиляции и кондиционирования воздуха / А. А. Рымкевич. – Москва: Стройиздат, 1990. – 300 с.

5. Федоренко, И. Я. Обоснование объемно-планировочных и технических решений молочно-товарной фермы для условий Сибири с использованием классификационной матрицы / И. Я. Федоренко, Н. И. Капустин, В. В. Садов. – Текст: непосредственный // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. – 2016. – № 11 (145). – С. 140-146.

6. Капустин, Н. И. Обоснование элементов приточно-вытяжной естественной вентиляции животноводческих помещений с автоматическим регулированием / Н. И. Капустин, В. Н. Капустин, И. Н. Бырдин. – Текст: непосредственный // Вестник АГАУ. – 2009. – № 7 (57). – С. 58-61.

7. Капустин, Н. И. Основы разработки конструкций стабилизаторов расхода воздуха / Н. И. Капустин, В. Н. Капустин. – Текст: непосредственный // Вестник АГАУ. – 2004. – № 2 (14). – С. 220-225.

8. Патент RU № 2277206 Российская Федерация, МПК F24F 11/04. 13/08 Устройство для регулирования расхода воздуха; заявка № 2004135681; заявл. 06.12.2004; опубл. 27.05.2006 г., бюл. № 15 / Капустин Н. И., Федоренко И. Я., Демин В. А., Капустин В. Н.; заявитель и патентообладатель Н. И. Капустин. – Текст: непосредственный.

9. Патент RU № 2386903 Российская Федерация, МПК F24F 7/04. 13/10 Устройство для регулирования расхода воздуха; заявка № 200814864/06; заявл. 09.12.2008; опубл. 20.04.2010 г., бюл. № 11 / Капустин Н. И., Федоренко И. Я., Демин В. А., Капустин В. Н. [и др.]; заявитель и патентообладатель Н. И. Капустин. – Текст: непосредственный.

10. Пат. RU № 2403505 Российская Федерация, МПК F24F 11/04. Устройство для подачи воздуха в помещение; заявка № 2009118173/06; заявл. 13.05.2009; опубл. 10.11.2010 г., бюл. № 31 / Капустин Н. И., Федоренко И. Я., Капустин В. Н. [и др.]; Заявитель и патентообладатель Н. И. Капустин – Текст: непосредственный.

References

1. Metodicheskie rekomendatsii po tekhnologicheskomu proektirovaniyu ferm i kompleksov krupnogo rogatogo skota / RD-APK 1.10.01.02.-10. – Moskva: MSKh RF, 2011. – 108 s.
2. Pozin G.M. Sistemy ventilyatsii sovremennykh pomeshcheniy dlya sodержaniya krupnogo rogatogo skota / G.M. Pozin i [dr.] // Inzhenernye sistemy. – 2009. – No. 2. – S. 34-41.
3. Behens G. Freie Lueftung in der Milchproduktion, ein Beispiel fuer energiesparende und gesunde Haltung / G. Behens // Tierzucht. – 1984. – Nr. 1. – S. 32-34.
4. Rymkevich, A.A. Sistemnyy analiz optimizatsii obshcheobmennoy ventilyatsii i konditsionirovaniya vozdukha. – Moskva: Stroyizdat, 1990. – 300 s.
5. Fedorenko I.Ya. Obosnovanie obemno-planirovochnykh i tekhnicheskikh resheniy molochnotovarnoy fermy dlya usloviy Sibiri s ispolzovaniem klassifikatsionnoy matritsy / I.Ya. Fedorenko, N.I. Kapustin, V.V. Sadov // Vestnik Altayskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. – 2016. – No. 11 (145). – S. 140-146.
6. Kapustin N.I. Obosnovanie elementov pritochno-vytyazhnoy estestvennoy ventilyatsii zhivotnovodcheskikh pomeshcheniy s avtomaticheskim regulirovaniem / N.I. Kapustin, V.N. Kapustin, I.N. Byrdin // Vestnik Altayskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. – 2009. – No. 7 (57). – S. 58-61.
7. Kapustin N.I. Osnovy razrabotki konstruktivnykh stabilizatorov raskhoda vozdukha / N.I. Kapustin, V.N. Kapustin // Vestnik Altayskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. – 2004. – No. 2 (14). – S. 220-225.
8. Pat. RU No. 2277206 Rossiyskaya Federatsiya, MPK F24F 11/04. 13/08 Ustroystvo dlya regulirovaniya raskhoda vozdukha / N.I. Kapustin, I.Ya. Fedorenko, V.A. Demin, V.N. Kapustin; Zayavitel i patentoobladatel N.I. Kapustin. – Zayavka No. 2004135681; zayavl. 06.12.2004; opubl. 27.05.2006 g., Byul. No. 15.
9. Pat. RU No. 2386903 Rossiyskaya Federatsiya, MPK F24F 7/04. 13/10 Ustroystvo dlya regulirovaniya raskhoda vozdukha / N.I. Kapustin, I.Ya. Fedorenko, V.A. Demin, V.N. Kapustin i dr.; Zayavitel i patentoobladatel N.I. Kapustin. – Zayavka No. 200814864/06; zayavl. 09.12.2008; opubl. 20.04.2010 g., Byul. No. 11.
10. Pat. RU No. 2403505 Rossiyskaya Federatsiya, MPK F24F 11/04. Ustroystvo dlya podachi vozdukha v pomeshchenie / N.I. Kapustin, I.Ya. Fedorenko, V.N. Kapustin i dr.; Zayavitel i patentoobladatel N.I. Kapustin. – Zayavka No. 2009118173/06; zayavl. 13.05.2009; opubl. 10.11.2010 g., Byul. No. 31.

