Uralskogo seminara po mekhanike i protsessam upravleniya, Ekaterinburg. – 2002. – S. 212-214.

15. Yablonskiy, A.A. Kurs teoreticheskoy mekhaniki: statika, kinematika, dinamika: uchebnoe posobie dlya vuzov / A.A. Yablonskiy, V.M. Nikiforova. – 15-e izd., ster. – Moskva: KNORUS, 2010. – 608 s.

16. Pochvennaya karta Kemerovskoy oblasti [Elektronnyy resurs] // Resursnaya karta Kemerovskoy oblasti [sayt]. – Rezhim dostupa: http://r42.ru/attaches/1451/land.jpg (data obrashcheniya 01.06.2020 g.).

✦ ✦ ✦

УДК631.22:628.8

В.В. Садов, И.Я. Федоренко, Н.И. Капустин, И.Ю. Александров
V.V. Sadov, I.Ya. Fedorenko, N.I. Kapustin, I.Yu. Aleksandrov

МЕТОДИКА РАСЧЕТА ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТИ ПРИТОЧНО-ВЫТЯЖНЫХ УСТРОЙСТВ СИСТЕМЫ ЕСТЕСТВЕННОЙ ВЕНТИЛЯЦИИ ЖИВОТНОВОДЧЕСКИХ ПОМЕЩЕНИЙ

THE CALCULATION PROCEDURE OF THE EFFICIENCY OF SUPPLY AND EXHAUST DEVICES OF NATURAL VENTILATION SYSTEM OF LIVESTOCK HOUSES

Ключевые слова: *вентиляция естественная, приточные и вытяжные устройства, помещения животноводческие, номограмма.*

В настоящее время в животноводстве идет внедрение эффективных зарубежных технологий и оборудования. Вместе с тем недопустим простой перенос проектов зданий и систем обеспечения микроклимата, так как они не рассчитаны на климатические условия Сибири. Адаптация проектов к конкретной природно-климатической зоне позволит снизить энергозатраты на создание микроклимата во всех типах животноводческих помещений, а для помещений КРС решить проблему вентиляции без энергозатрат. Разработки Алтайского ГАУ по системам естественной вентиляции учитывают климатические особенности Сибири, современные конструкционные материалы (как при модернизации классических вентиляционных устройств, так и создании новых). Для быстроты и удобства определения суммарной площади сечения вентиляционных устройств на этапе проектирования, а также определении их производительности на этапе эксплуатации, разработана номограмма на основе расчета с корректировкой по результатам собственных исследований. Номограмма не учитывает влияния на производительность шахт скорости ветра. В этом и нет необходимости, так как в Алтайском крае снижение температуры наружного воздуха сопровождается снижением скорости ветра. Номограмма также позволяет провести проверку площади живого сечения воздуховыпускных отверстий вентиляционно – световых фонарей. Не всегда уделяется должного внимания четкому исполнению приточных и вытяжных каналов, что является основой для правильной работы системы. В качестве вытяжных устройств эффективно применение классических шахт, снабженных дефлектором. В качестве приточных устройств, реализующих локальный способ организации воздухообмена, эффективно применение коробов с отражателями, монтируемых в потолочном перекрытии и забирающих воздух из межкрышного пространства.

Keywords: *natural ventilation, supply and exhaust devices, livestock houses, nomogram.*

Currently, effective foreign technologies and equipment are introduced in animal husbandry. At the same time, it is unacceptable to simply transfer projects of buildings and microclimate systems since they are not designed for the climatic conditions of Siberia. The adaptation of projects to the specific natural and climatic zone will reduce energy costs for creating a microclimate in all types of livestock houses, and for cattle barns - solve the problem of ventilation without energy costs. The developments of the Altai State Agricultural University in the field of natural ventilation systems take into account the climatic features of Siberia, modern construction materials (both when upgrading classic ventilation devices and creating new ones). For quick and convenient determination of the total cross-sectional area of ventilation devices at the design stage, and the determination of their performance at the operational stage, a nomogram was developed based on the calculation with the adjustment based on the results of our own research. The nomogram does not take into account the impact of wind speed on airshaft efficiency. This is not necessary since in the Altai Region, a decrease in outdoor air temperature is accompanied by a decrease in wind speed. The nomogram also allows checking the area of the free cross-sectional area of the air outlets of ventilation and light lamps. Proper attention is not always paid to the precise design of the supply and exhaust channels which is the basis for proper operation of the system. As exhaust devices, the use of classic shafts equipped with a deflector

is effective. As supply devices that implement a local method of organizing air exchange, it is effective to use boxes with reflectors mounted in the ceiling and taking air from the inter-roof space.

Садов Виктор Викторович, д.т.н., доцент, ФГБОУ ВО «Алтайский государственный аграрный университет», г. Барнаул, Российская Федерация, e-mail: sadov.80@mail.ru.
Федоренко Иван Ярославович, д.т.н., профессор, ФГБОУ ВО «Алтайский государственный аграрный университет», г. Барнаул, Российская Федерация, e-mail: IJFedorenko@mail.ru.
Капустин Николай Игнатьевич, к.т.н., ФГБОУ ВО «Алтайский государственный аграрный университет», г. Барнаул, Российская Федерация, e-mail: sadov.80@mail.ru.
Александров Игорь Юрьевич, к.т.н., доцент, ФГБОУ ВО «Алтайский государственный аграрный университет», г. Барнаул, Российская Федерация, e-mail: ig.aleksandrov@mail.ru.

Sadov Viktor Viktorovich, Dr. Tech. Sci., Assoc. Prof., Altai State Agricultural University, Barnaul, Russian Federation, e-mail: sadov.80@mail.ru.
Fedorenko Ivan Yaroslavovich, Dr. Tech. Sci., Prof., Altai State Agricultural University, Barnaul, Russian Federation, e-mail: ijfedorenko@mail.ru.
Kapustin Nikolai Ignatyevich, Cand. Tech. Sci., Altai State Agricultural University, Barnaul, Russian Federation, e-mail: sadov.80@mail.ru.
Aleksandrov Igor Yuryevich, Cand. Tech. Sci., Assoc. Prof., Altai State Agricultural University, Barnaul, Russian Federation, e-mail: ig.aleksandrov@mail.ru.

Введение

В Сибири до 1970 г. животноводческие помещения строились с чердаком. За расчетную максимально низкую температуру в зимний период в нормах проектирования была принята температура -40^{0}С. Это обусловливало большое термическое сопротивление стен и потолка. Толщина кирпичной стены составляла 0,8 м. Утеплению потолка уделялось особое внимание, так как теплопотери через последний, при равном термическом сопротивлении со стенами, достигают 80% от общих [1-3]. Широкое распространение для устройства и утепления потолка находило конструктивное решение из воздухопроницаемого несущего каркаса (к примеру, из досок, уложенных с зазором) с пористым утеплителем. Такое перекрытие позволяет сконденсированную в нем влагу, за счет капиллярности, выводить из помещения. При этом тепло фазового перехода от конденсации пара оставалось в помещении.

Для такого типа помещений (повсеместно известны под названием – рига) не рассматривался вопрос использования дополнительной энергии для обеспечения микроклимата, к тому же зачастую ее и не было. Следовательно не нужно удивляться пропагандируемому ныне способу холодного содержания телят в индивидуальных неотапливаемых домиках, выполненных из деревянного каркаса, закрытого соломой (это та же рига, но в миниатюре) [4]. Солома – это эффективный и самый дешевый местный пористый утеплитель.

При повышении в 70-е годы нормативной температуры до -30^{0}С проектировщики и строители снизили термическое сопротивление ограждений, удешевляя этим начальные затраты. Кроме того, в это же время началось активное применение при проектировании зданий с совмещенным перекрытием, что также снижало стоимость строительства. То, что это приводит к повышению эксплуатационных затрат в зимний период было очевидно, но экономически оправдывалось при плановой экономике. Цена 1 кВт/ч электроэнергии для производства была 1 коп., при закупочной цене на молоко 24 коп. за 1 л.

Цель работы – снижение энергозатрат на обеспечение микроклимата в помещениях для животных.

Объекты и методы исследований

Удорожание энергоресурсов при рыночной экономике сделало проблемой высокие энергозатраты на обеспечение микроклимата. Противоречие состоит в том, что при проектировании ориентируются на снижение начальных капиталовложений только строительной части помещения в общей структуре затрат. Действительно она занимает до 75%. Но это удешевление приводит к различным нарушениям микроклимата, причем недочеты обнаруживаются только в процессе эксплуатации и зачастую в экстремальных условиях. Элитный скот, оборудование с самыми лучшими характеристиками в условиях неудовлетворительного микроклимата не только не могут реализовать своего потенциала, но зачастую уступают гораздо худшим аналогам,

пороча этим как эффективные технологические и технические решения, так и высокопродуктивных животных.

Обоснование удешевления строительной части происходит со ссылкой на европейские проекты, но климат Сибири не соответствует европейскому. Поэтому сплошь и рядом обнаруживается несоответствие микроклимата помещений физиологических особенностям животного. Результатом является или низкая продуктивность животных, или высокая себестоимость продукции, ведущая к ее неконкурентоспособности на рынке.

Результаты исследования

В период с 2011 по 2016 гг. сотрудниками Алтайского ГАУ велись разработка и испытание систем естественной вентиляции для животноводческих помещений. Основным устройством в системе вентиляции является вытяжная шахта. Конструктивно шахты хорошо проработаны, и методика их расчета изложена в общедоступной литературе [5], однако любого рода расчеты трудно воспринимаются производственниками. Более удобно пользоваться таблицами и графическим материалом, где имеется наглядность. Нами разработана номограмма для практических расчетов конструктивных параметров вытяжной шахты и их количества при заданном воздухообмене (рис. 1).

Номограмма построена на основе расчета с корректировкой по результатам собственных исследований. Она позволяет графическим методом определить как суммарную площадь сечения вентиляционных устройств ($F_{отв}$, м^2), так и проверить производительность *(W*, м^3/ч) имеющихся.

Исходными данными для вычислений по номограмме являются: $H_ш$ – высота вентиляционных шахт, м; Δt – разность температур наружного и внутреннего воздуха, ^{o}С; W – воздухообмен помещения, м^3/ч; V – скорость воздуха в сечении вентиляционной шахты, м/с. При необходимости проверить производительность существующих шахт исходными данными являются $H_ш$ – высота шахты, м; $F_{отв}$ – площадь сечения шахты, м^2 и Δt – разность температур, ^{o}С.

Проверка производительности осуществляется для температуры наружного воздуха характерной для переходного периода, -8^{o}С. Окна закрыты, а ворота открывают только при мобильной раздаче корма. Температура в помещении в это время составляет около 15^{o}С, т.е. разность температур составляет 23^o.

На оси $H_ш$ из точки А (высота шахты в примере принята 6м) проводим вверх линию до пересечения с наклонной линией соответствующей разности температур 23^{o}С, точка Б. Из точки Б проводим горизонтальную прямую до пересечения с лучом соответствующим площади анализируемой шахты (точка В). Например, при размере основания шахты 1,0×1,0 м (с учетом установленного в шахте клапана) примем площадь живого сечения 1,0 м^2 (точка В). Из точки В опускаем прямую на ось *W* расхода воздуха, для данного примера получаем производительность вытяжной шахты 5500 м^3/ч. При этом, при необходимости, на оси V отмечаем точку, соответствующую скорости воздуха в оси потока в шахте.

Исходя из поголовья животных, их живой массы и заданного расхода воздуха, при принятой организации воздухообмена, находим количество вытяжных шахт. Например, при общеобменной вентиляции для коровника на 200 голов с живой массой каждой 500 кг и нормируемым воздухообменом 60 м^3/ч на 1 ц живой массы воздухообмен помещения для переходного периода составит 60000 м^3/ч.

Следует учитывать то, что за счет инфильтрации и эксфильтрации через неплотности в стенах, окнах и воротах, а также открывании последних происходит до 30% необходимого воздухообмена, т.е. около 20000 м^3/ч. При производительности одной шахты 5500 м^3/ч общее количество шахт для удаления 40000 м^3/ч воздуха составит 7 штук. Но такая производительность возможна только при наличии организованного притока. В противном случае режим работы вытяжных шахт «опрокинется», т.е. половина из них будет работать на приток, такие шахты персонал начинает закрывать. И это происходит до тех пор, пока не останется одна открытая шахта, или и ее закроют, не поняв ситуации. Открыть зачастую «забывают» до лета.

В зимний период, т.е. при температуре наружного воздуха ниже -8^{o}С необходимо или уменьшить площадь живого сечения каждой шахты, или закрыть часть шахт полностью. Обычно применяют более простой второй вариант и поступают так, как изложено выше, т.е. «забывают» открыть.

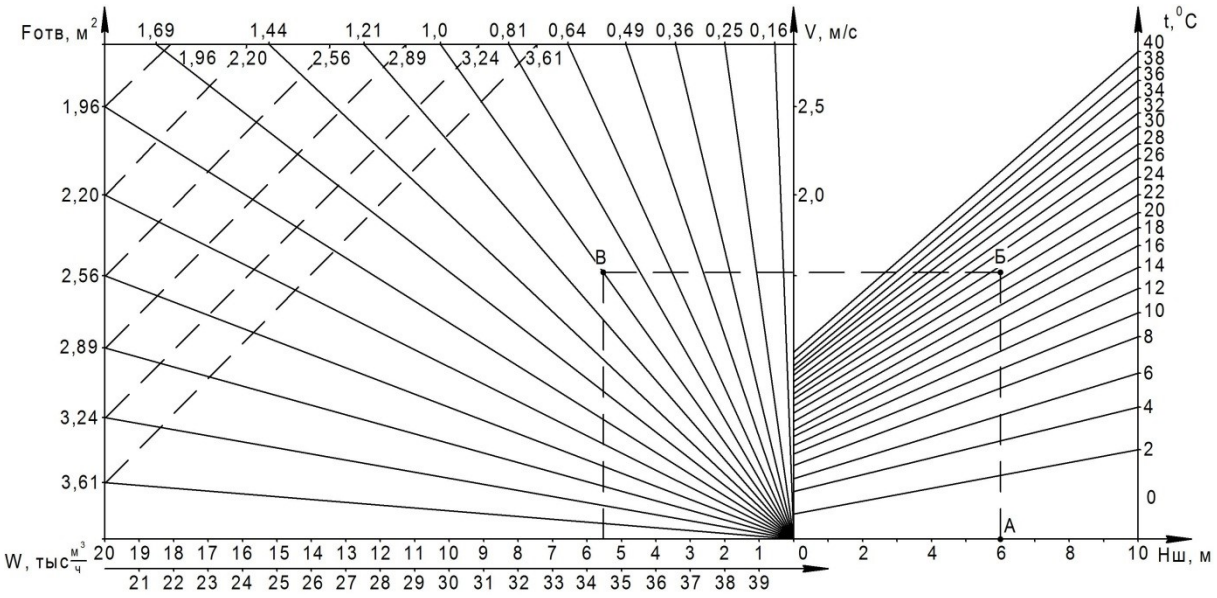


Рис. 1. Номограмма для определения производительности вытяжных шахт

Проверим количество шахт, достаточное для работы в зимний период при экстремально низкой температуре наружного воздуха (-40°С). В неотапливаемых помещениях температура снижается до +1-2°С, соответственно разность температур принимаем 40°. Проведя аналогично первому примеру построение на номограмме и взяв для зимнего периода нормируемый воздухообмен для общеобменной вентиляции на 1 ц живой массы 15 м³/ч получим суммарный воздухообмен 15000 м³/ч. С учетом неорганизованного воздухообмена (инфильтрация, эксфильтрация) 10000 м³/ч, получим необходимое количество шахт – 2 шт. Альтернативой является уменьшение живого сечения каждой шахты в 3-4 раза, и это более эффективно для создания равномерных температурно – влажностных и газовых полей.

Номограмма не учитывает влияния на производительность шахт скорости ветра. В этом и нет необходимости, так как в Алтайском крае снижение температуры наружного воздуха сопровождается снижением скорости ветра. Номограмма также позволяет провести проверку площади живого сечения воздуховыпускных отверстий вентиляционно-световых фонарей, но имеется неопределенность с расчетом соотношения расхода на притоке и вытяжке. В качестве вытяжных устройств в животноводческих зданиях приняты шахты классического по форме исполнения [6, 7] (рис. 2). Но стенки шахт в настоящее время выполняют из сотового поликарбоната, который в отличие от дерева и оцинкованного железа не поддается коррозии и гниению.

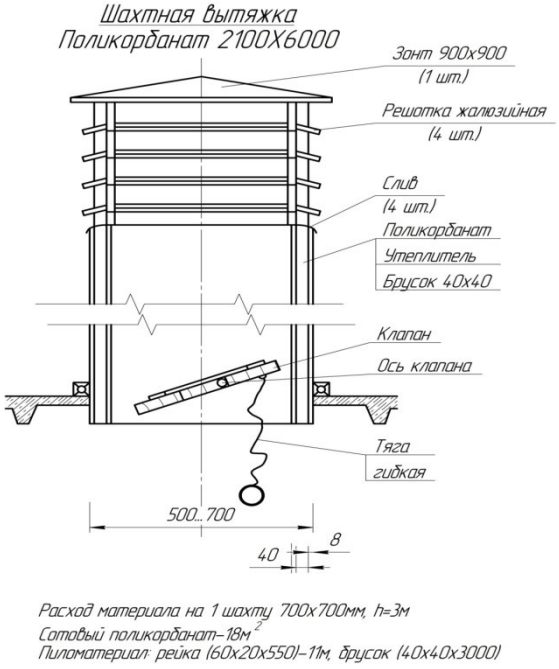


Рис. 2. Шахта вытяжная (вариант классического исполнения)

При применении жалюзийных решеток не следует забывать о необходимом разрыве между зонтом (крышкой) и верхним основанием шахты, составляющим 60% от ширины последней, а также герметичности и утеплении стенок шахты. Уменьшение расстояния между зонтом и верхним основанием шахты не позволяет реализовать возможную производительность шахт.

Зонт желательно выполнять четырехскатным, с напуском по 0,1 м с каждой стороны шахты и углом наклона сторон наружу 5-7°. Ширина реек жалюзийной решетки из пиломатериала обычно составляет 0,06 м при толщине 0,02 м. Рейки устанавливаются под углом 3-5°, достаточным для стока воды от дождя. Рейки устанавливаются в пазы, выбранные в вертикальных стойках с шагом 0,06 м и последующим их креплением через стойку саморезом. Угол наклона сторон зонта и реек решеток не только предотвращают попадание воды в шахту и, соответственно, в помещение, но в период ветра обеспечивают уменьшение давления над верхним основанием шахты. Поэтому правильно выполненная вентиляционная шахта производит вытяжку воздуха при температуре наружного воздуха и более высокой, чем температура воздуха в помещении не только за счет высотного перепада между основаниями шахты и разницы плотностей воздуха в зависимости от влагосодержания, но и за счет эжекции. Верхнее основание шахты под жалюзийными решетками и места прохода через кровлю необходимо снабдить сливами из металла, оцинкованного или с полимерным покрытием. Следует учитывать, что общая расчетная производительность вытяжных шахт не должна превышать производительность приточных устройств более чем на 30%. В противном случае часть вытяжных шахт будут работать на приток, т.е. «опрокинется» режим их работы. Для повышения устойчивости от опрокидывания режима работы вытяжные шахты целесообразно снабжать дефлектором [8] (рис. 3).

Дефлектор для вытяжной шахты состоит из диффузора, который меньшим основанием крепится к верхнему основанию шахты. Над большим основанием диффузора с зазором жестко закреплен зонт, предотвращающий попадание атмосферных осадков в шахту. Боковые грани диффузора, составляющие обечайку, выполнены в виде криволинейных плоскостей и имеют общие ребра. На каждой из граней перпендикулярно им и основаниям закреплены, по крайней мере, три пластины-делители, две из которых расположены по ребрам, а, по крайней мере, одна непосредственно на грани (в данной конструкции одна пластина-делитель расположена в середине грани). Количество пластин-делителей зависит от габаритов дефлектора. Рекомендуемое расстояние между ними не более 0,4 м.

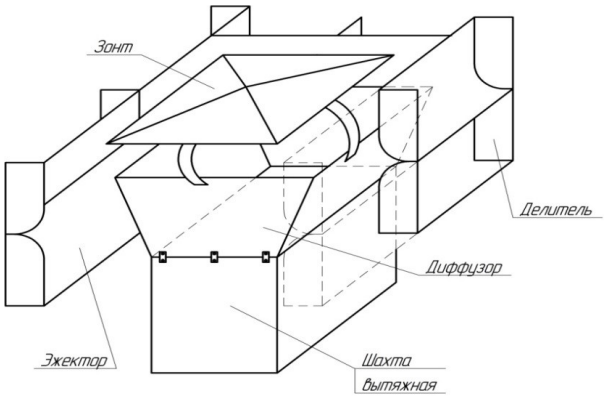


Рис. 3. Дефлектор для вытяжной шахты

Работа дефлектора происходит следующим образом. При набегании на грань обечайки потока воздуха последний, посредством вертикально установленной пластины-делителя, изменяет свое направление с горизонтального на вертикальное. При этом по линии соединения оснований конусов происходит разделение направления потоков на противоположное относительно один другого. В нижней части обечайки поток отклоняется вниз, а в верхней – вверх. Этим создается разряжение как над, так и под дефлектором, обеспечивающее дополнительные причины к движению воздуха в шахте. В отличие от общепринятых на промышленных предприятиях цилиндрических дефлекторов «Цаги», предлагаемый эффективнее использует обечайку за счет установки отклоняющих поток воздуха пластин. (Для размерного ряда дефлекторов (шахты с верхним основанием от 300×300 до 1000×1000мм) нами выполнена рабочая документацией на изготовление).

Создавая разряжение, вытяжные шахты обеспечивают условие для поступления воздуха в помещение. При неорганизованном воздухообмене воздух поступает за счет инфильтрации и в период открытия дверей и ворот, что в большинстве случаев вредно. Польза от открытия ворот может быть только при отсутствии приточных устройств.

Проще решать вопрос вентиляции в здании с чердаком, так как имеется возможность забирать воздух из межкрышного пространства, поступающий только снаружи и нагреваемый за счет контактной передачи тепла через потолок из помещения, а также тепла солнечной радиации через кровлю.

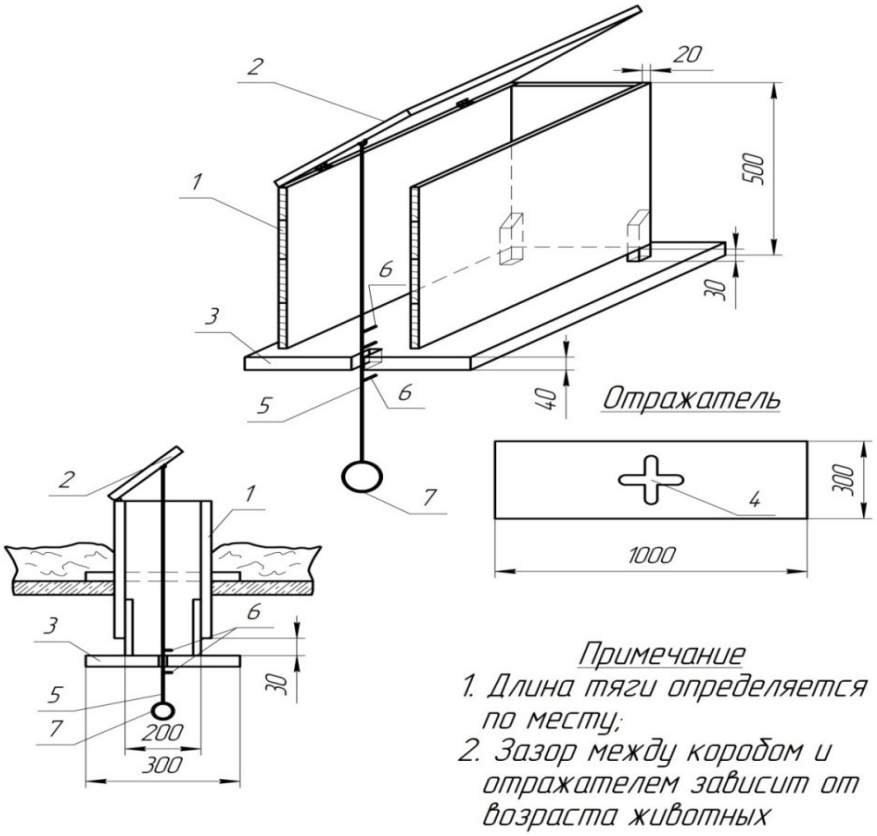


Рис. 5. Приточное устройство для помещения с чердаком

Для повышения эффективности использовании воздуха межкрышного пространства применено приточное устройство, устанавливаемое в потолке [9] (рис. 5).

Радиус действия одного устройства не менее 3 м. Устройство состоит из короба 1, верхнее основание которого снабжено шарнирно закрепленной крышкой 2, а к нижнему основанию с зазором также шарнирно прикреплен отражатель 3 с крестообразной прорезью 4 в центре. Полость короба 1, через которую проходит тяга 5, одним концом шарнирно прикрепленная к крышке 2 и имеющая перпендикулярно расположенные упоры 6 на участке перемещения в прорези 4, обеспечивает сообщение межкрышного пространства с помещением. Другой конец вышеназванной тяги 5, находящийся в помещении, для удобства управления снабжен ручкой в виде кольца 7.

В переходные периоды года (весна, осень) возможен максимальный воздухообмен. В зимний период отражатель закрывается и остается зазор между ним и нижним основанием короба. При экстремально низких температурах наружного воздуха крышка прикрывается.

Учитывая, что приток воздуха из межкрышного пространства происходит только при наличии некоторого разрежения в помещении, создаваемого вытяжными шахтами, посредством регулирования расхода воздуха через вытяжные шахты обеспечивается и корректировка расхода воздуха, забираемого из межкрышного пространства. По аналогии возможно организовать приток наружного воздуха и в помещение с совмещенным перекрытием через короба, установленные в продольных стенах [9].

Выводы

1. Анализ литературных источников и собственные исследования позволяют считать, что для условий Сибири целесообразно использование для содержания животных зданий с чердаком. В зданиях с чердаком при содержании КРС отпадает необходимость в дополнительных энергозатратах на обеспечение микроклимата.

2. В качестве вытяжных устройств эффективно применение классических шахт, снабженных дефлектором. В качестве приточных устройств, реализующих локальный способ организации воздухообмена, эффективно применение коробов с отражателями, монтируемых в потолочном перекрытии и забирающих воздух из межкрышного пространства.

3. Разработанная монограмма позволяет быстро определить суммарную площадь сечения вентиляционных устройств на этапе проек-

тирования, а также их производительность на этапе эксплуатации.

Библиографический список

1. Капустин, Н. И. Стабилизация расхода воздуха при естественной вентиляции животноводческих помещений: автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата технических наук / Капустин Н. И. – Челябинск, 1987. – 18 с.

2. Садов, В. В. Пути создания регулируемой вентиляции в животноводческих помещениях Алтайского края в зимний период / В. В. Садов, Н. И. Капустин. – Текст: непосредственный // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. – 2019. – № 9 (179). – С. 173-179.

3. Mueller, H.-J., Moeller B. Application of Natural Ventilation in Cattle Barns // Proceedings of Clima 2007 WellBeing Indoors. Helsinki, Finland [elektronnyy resurs]. – Rezhim dostupa: http://www.inive.org/members_area/medias/pdf/Inive%5Cclima2007%5CA09%5CA09P1406.pdf.

4. Рябцев, П. Опыт круглогодового выращивания телят в индивидуальных клетках на открытом воздухе / П. Рябцев, Л. Мархотский. – Текст: непосредственный // Молочное и мясное скотоводство. – 1983. – № 3. – С. 27-29.

5. Справочник проектировщика. Внутренние санитарно-технические устройства. Ч. II. Вентиляция и кондиционирование воздуха / под редакцией И. Г. Староверова. – Москва: Стройиздат, 1992. – 509 с. – Текст: непосредственный.

6. Коротков, Е. Н. Вентиляция животноводческих помещений / Е. Н. Коротков. – Москва: Агропромиздат, 1987. – 186 с. – Текст: непосредственный.

7. Капустин В. Н. Результаты исследований взаимосвязи работы элементов регулирования расхода воздуха в шахте естественной вентиляции / В. Н. Капустин. – Текст: непосредственный // Вестник АГАУ. – 2010. – № 6 (68). – С. 87-90.

8. Карелин, А. И. Применение естественной вентиляции в животноводческих помещениях с использованием дефлекторов / А. И. Карелин, В. В. Шведов, В. А. Филатов. – Текст: непосредственный // Сборник научных трудов МВА. – 1987. – С. 42. – Текст: непосредственный

9. Рекомендации по улучшению микроклимата в животноводческих помещениях / Г. К. Волков, А. А. Кизеров [и др.]. – Челябинск, 1985. – 182 с. – Текст: непосредственный.

References

1. Kapustin, N.I. Stabilizatsiya raskhoda vozdukha pri estestvennoy ventilyatsii zhivotnovodcheskikh pomeshcheniy: avtoref. … dis. kand. tekhn. nauk / N.I. Kapustin. – Chelyabinsk, 1987. – 18 s.

2. Sadov, V.V. Puti sozdaniya reguliruemoy ventilyatsii v zhivotnovodcheskikh pomeshcheniyakh Altayskogo kraya v zimniy period / V.V. Sadov, N.I. Kapustin // Vestnik Altayskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. – 2019. – No. 9 (179). – S. 173-179.

3. Mueller, H.-J., Moeller B. Application of Natural Ventilation in Cattle Barns // Proceedings of Clima 2007 WellBeing Indoors. Helsinki, Finland [elektronnyy resurs]. – Rezhim dostupa: http://www.inive.org/members_area/medias/pdf/Inive%5Cclima2007%5CA09%5CA09P1406.pdf.

4. Ryabtsev, P. Opyt kruglogodovogo vyrashchivaniya telyat v individualnykh kletkakh na otkrytom vozdukhe / P. Ryabtsev, L. Markhotskiy // Molochnoe i myasnoe skotovodstvo. – 1983. – No. 3. – S. 27-29.

5. Spravochnik proektirovshchika. Vnutrennie sanitarno-tekhnicheskie ustroystva. Ch. II. Ventilyatsiya i konditsionirovanie vozdukha / pod red. I.G. Staroverova. – Moskva: Stroyizdat, 1992. – 509 s.

6. Korotkov, E.N. Ventilyatsiya zhivotnovodcheskikh pomeshcheniy / E.N. Korotkov. – Moskva: Agropromizdat, 1987. – 186 s.

7. Kapustin V.N. Rezultaty issledovaniy vzaimosvyazi raboty elementov regulirovaniya raskhoda vozdukha v shakhte estestvennoy ventilyatsii / V.N. Kapustin // Vestnik Altayskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. – 2010. – No. 6 (68). – S. 87-90.

8. Karelin A.I. Primenenie estestvennoy ventilyatsii v zhivotnovodcheskikh pomeshcheniyakh s ispolzovaniem deflektorov: Sb. nauch. tr. MVA / A.I. Karelin, V.V. Shvedov, V.A. Filatov. – 1987. – 42 s.

9. Volkov G.K. Rekomendatsii po uluchsheniyu mikroklimata v zhivotnovodcheskikh pomeshcheniyakh / G.K. Volkov, A.A. Kizerov i dr. – Chelyabinsk, 1985. – 182 s.