

АЭРАЦИЯ ПОМЕЩЕНИЯ ОБЛЕГЧЕННОЙ КОНСТРУКЦИИ ДЛЯ СОДЕРЖАНИЯ ДОЙНЫХ КОРОВ В ТЕПЛЫЙ ПЕРИОД ГОДА

АБРАМКИНА Дарья Викторовна, Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет

Целью статьи является проведение многовариативных расчетов аэрации в здании содержания дойных коров для выявления наиболее эффективного способа обеспечения нормируемого воздухообмена в помещении. По результатам исследований было получено, что расход приточного воздуха через наружные ворота вносит значительный вклад в общий воздухообмен помещения.

Введение. В теплый период года содержание дойных коров наиболее целесообразно в зданиях с ограждающими конструкциями облегченного типа [3]. Применение аэрации помещений для обеспечения требуемых параметров внутреннего микроклимата сельскохозяйственных помещений позволяет снизить эксплуатационные расходы, сохранить аэрационный состав и нативные свойства воздуха [1].

Основной задачей при определении конструкции и месторасположения аэрационных проемов, является поддержание нормируемого воздухообмена и комфортного теплового режима помещения. Одной из проблем, возникающей в летнее время, является перегрев коровника в дневное время суток. У молочных коров, испытывающих тепловой стресс, ухудшается аппетит, снижаются фертильность и продуктивность надоев [2]. Уменьшить риск возникновения теплового стресса позволяют организация эффективной вентиляции помещения, обеспечение повышенной подвижности воздуха и применение систем охлаждения и орошения.

При расчете аэрации коровника в теплый период года необходимо учитывать расход приточного воздуха, поступающего через открытые наружные ворота [4]. Аэрационные проемы в стенах открываются на всех фасадах, организуя дополнительное сквозное проветривание помещения [6]. Создание направленного воздушного потока позволяет увеличить конвективную теплоотдачу, тем самым обеспечивая охлаждающий эффект. При температуре внутреннего воздуха $t_{в} > 20$ °С рекомендуется применять осевые вентиляторы, располагающиеся вдоль стойл для отдыха и линий кормления.

Методика исследований. Расчет аэрации был проведен для коровника на 200 гол., находящегося в г. Дмитров. Габаритные размеры

здания – 18×57×9(н)м. Приточные аэрационные отверстия расположены по всей длине наружных стен. Размеры наружных ворот – 3×3 м. Удаление воздуха осуществляется через свето-аэрационный конек здания. Расстояние между приточными и вытяжными отверстиями составляет 5 м, между воротами и вытяжными отверстиями 7,5 м. Коэффициент угла раскрытия створок аэрационных проемов принимался равным 0,038. В рамках расчета были рассмотрены два случая: обеспечение подачи воздуха в помещение только через щелевое проветривание (угол раскрытия створки 3,5°), а также организация аэрации с помощью открытых наружных ворот и аэрационных проемов с тем же углом раскрытия. Расчет был проведен для температуры наружного воздуха обеспеченностью 0,95 ($t_{н}^{0,95} = 20$ °С) при максимальной из средних скоростей по румбам за июль ($v = 3,1$ м/с) и для средних температур и скоростей ветра в период с июня по август 2009–2019 гг. (рис. 1).

Располагаемое давление, которое включает в себя гравитационную и ветровую составляющие, теряется в приточных и вытяжных отверстиях. Часть располагаемого давления, расходуемая на приток или вытяжку, определяется через соотношение располагаемых давлений для приточных и вытяжных отверстий (1):

$$T = \frac{\Delta P_{пр}}{\Delta P_{выт}} = \left(\frac{\mu_{выт} A_{выт}}{\mu_{пр} A_{пр}} \right)^2 \cdot \frac{\rho_{выт}}{\rho_{пр}}, \quad (1)$$

где $\Delta P_{пр}$ – располагаемое давление для приточных отверстий, Па; $\Delta P_{выт}$ – располагаемое давление для вытяжных отверстий, Па; $\mu_{выт}$ – коэффициент расхода вытяжного отверстия, $\mu_{пр}$ – коэффициент расхода приточного отверстия, $A_{выт}$ – площадь вытяжного отвер-



ствия, м²; $A_{пр}$ – площадь вытяжного отверстия, м²; $\rho_{в\text{ыт}}$ – плотность внутреннего воздуха, кг/м³; $\rho_{н\text{ар}}$ – плотность наружного воздуха, кг/м³.

При этом необходимо придерживаться принципа: сумма частей располагаемого давления, теряемых в приточных и вытяжных проемах, должна быть равна расчетной разности давлений.

В случае с открытыми воротами располагаемое давление для приточных отверстий учитывает поступающий через ворота воздух при расчете соотношений располагаемых давлений (2):

$$\Delta P_{пр} = \frac{T}{1+T} (\Delta P_{расч.отв} + \Delta P_{расч.вор}), \quad (2)$$

где $\Delta P_{расч.отв}$ – расчетная разность давлений для приточных отверстий, Па; $\Delta P_{расч.вор}$ – расчетная разность давлений для ворот, Па.

Исходя из этого располагаемое давление для вытяжных отверстий (3) определяют следующим образом:

$$\Delta P_{в\text{ыт}} = \Delta P_{расч.отв} + \Delta P_{расч.вор} - \Delta P_{в\text{р}}. \quad (3)$$

Суммарный расход приточного воздуха через приточные отверстия и ворота рассчитывается на общее располагаемое давление для приточных отверстий (4):

$$G_{пр} = \sqrt{\Delta P_{пр}} (3600\mu_{пр}A_{пр}\sqrt{2\rho_{нар}} + 3600\mu_{вор}A_{вор}\sqrt{2\rho_{нар}}), \quad (4)$$

где $\mu_{вор}$ – коэффициент расхода ворот. Для вытяжных отверстий:

$$G_{пр} = 3600\mu_{в\text{ыт}}A_{в\text{ыт}}\sqrt{2\Delta P_{в\text{ыт}}\rho_{в\text{ыт}}}. \quad (5)$$

Результаты исследований. При параметрах наружного воздуха $t_n^{0,95} = 20$ °С и $v = 3,1$ м/с расход воздуха с притоком через ворота составил 27260 кг/ч, расход воздуха при использовании целевого проветривания – 13650 кг/ч.

По результатам проведенных расчетов было выявлено, что при использовании только целевого проветривания в теплый период года невоз-

можно обеспечить нормируемый воздухообмен в помещении (рис. 2).

Открытие наружных ворот позволяет увеличить воздухообмен в помещении до 50 %. Однако при снижении скорости ветра, которая наблюдалась в 2013 г., расход воздуха может так же быть ниже минимальных значений по зооигиеническим нормативным требованиям [6].

В случае полностью открытых аэрационных проемов суммарный расход воздуха составил 358400 кг/ч. При этом 62 % приточного воздуха поступает в помещение через отверстия в наружных стенах, а 38 % – через наружные ворота. Осуществление такого воздухообмена при помощи механической вентиляции потребовало бы значительных расходов энергии, поэтому применение аэрации в теплый период года является экономически обоснованным мероприятием. Кроме того, высокий воздухообмен позволяет снизить выделения углекислого газа в коровнике, тем самым улучшая качество внутреннего микроклимата в помещении [7].

Заключение. При невозможности обеспечения регулирования степени открытия аэрационных проемов в теплый период года рекомендуется осуществлять дополнительное проветривание помещения через наружные ворота.

Для регионов с высокой температурой наружного воздуха и низкими скоростями ветра необходимо предусматривать сквозную аэрацию за счет полностью открытых аэрационных проемов, что позволит обеспечить высокую подвижность воздуха в рабочей зоне по длине всего помещения содержания дойных коров, исключая при этом возможность формирования застойных зон.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Абрамкина Д.В. Естественная ионизация помещений // Сб. трудов XX Междунар. межвуз. науч.-практ. конф. студентов, магистрантов, аспирантов и молодых ученых. – М., 2017. – С. 911–917.
2. Буряков Н.П., Бурякова М.А., Алешин Д.Е. Тепловой стресс и особенности кормления молочного скота // Российский ветеринарный журнал. Сельскохозяйственные животные. – 2016. – № 3. – С. 5–13.

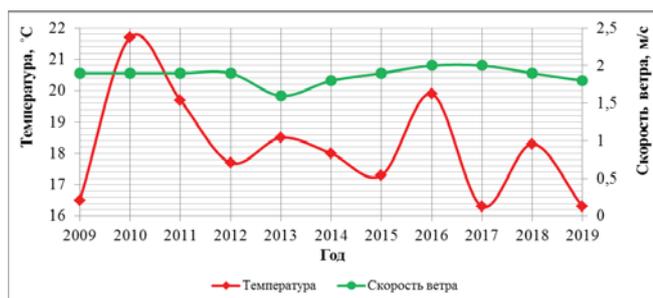


Рис. 1. Средние температуры наружного воздуха и скорости ветра в летнее время по данным метеостанции № 27419 в г. Дмитров



Рис. 2. Результаты расчетов аэрации в теплый период года



3. Медведский В.А., Догель А.С. какой коровник лучше? // Животноводство России. – 2016. – № 4. – С. 19–21.

4. Новиков Н.Н. Моделирование воздушных потоков и расчет элементов аэрационных систем микроклимата животноводческих помещений // Вестник ВНИИМЖ. – 2011. – № 4 (4). – С. 34–42.

5. РД-АПК 1.10.01.03-12 Методические рекомендации по технологическому проектированию ферм крупного рогатого скота крестьянских (фермерских) хозяйств. – М.: ФГБНУ «Росинформагротех», 2012. – 167 с.

6. Ходанович Б. «Холодные» коровники: уроки сырой зимы и жаркого лета // Животноводство России. – 2011. – № 2. – С. 37–39.

7. Muller H.J., Moller B. Application of natural ventilation in cattle barns // Proceedings of Clima 2007. Well being indoors. – Режим доступа: http://www.inive.org/members_area/medias/pdf/Inive%5Cclima2007%5CA09%5CA09P1406.pdf.

Абрамкина Дарья Викторовна, канд. техн. наук, доцент кафедры «Теплогазоснабжение и вентиляция», Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет. Россия. 129337, г. Москва, Ярославское шоссе, 26. Тел.: (495) 781-80-07.

Ключевые слова: аэрация; коровник; вентиляция; воздухообмен; коэффициент расхода.

AERATION OF THE PREMISES OF THE DAIRY COWS KEEPING IN THE LIGHT WEIGHT DESIGN IN THE WARM PERIOD OF THE YEAR

Abramkina Darya Viktorovna, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor of the chair "Heat and Gas Supply and Ventilation", National Research Moscow State University of Civil Engineering, Russia.

Keywords: aeration; cowshed; ventilation; air exchange; flow rate.

The purpose of the article is to conduct multivariate calculations of aeration in a building at dairy cows keeping in order to identify the most effective way of ensuring normal air exchange in the stall house. According to the results of studies, it was found out that the supply air flow through the external gate makes a significant contribution to the overall air exchange of the stall house.

УДК 697.921.2

РАСЧЕТ АЭРАЦИИ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОГО ЗДАНИЯ МОЛОЧНОГО ПРОИЗВОДСТВА В ХОЛОДНЫЙ ПЕРИОД ГОДА

АГАХАНОВА Каминат Мурадовна, Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет

Представлены результаты многовариативных расчетов систем аэрации, проведенных для «холодного коровника» на 200 голов в зимний период года при различных температурах наружного воздуха. Определен требуемый угол раскрытия створки аэрационного проема, позволяющий обеспечить нормируемый расход воздуха в помещении содержания крупного рогатого скота.

Введение. В сельскохозяйственных зданиях молочного производства для осуществления вентиляции помещений содержания скота зачастую предусматривают системы аэрации. Основными элементами данных систем являются: вентиляционные проемы, расположенные по всей длине наружных стен и необходимые для обеспечения притока наружного воздуха, а также аэрационные фонари, через которые осуществляются вытяжка и естественное освещение помещения. Особенности конструкции, размеры и месторасположение перечисленных элементов определяют эффективность работы систем вентиляции в течение рассматриваемого периода эксплуатации [5].

Сочетание температуры, относительной влажности и подвижности внутреннего воздуха в помещении влияет на процессы терморегуляции организма животного и, как следствие, на его продуктивность [1]. В холодный период года нормируемая температура внутреннего воздуха в коровниках составляет 10 °С при температуре

наружного воздуха до –25 °С и 3 °С при более низких температурах наружного воздуха, относительная влажность 40–75% [6]. При понижении температуры ниже рекомендованного значения существует опасность замерзания систем поения и уборки навоза, переохлаждения и болезни коров, особенно находящихся в лежачем положении [4].

Проектирование «холодных коровников», в которых аэрация помещения осуществляется на протяжении всего года, является наиболее сложной инженерной задачей. В зимний период система естественной вентиляции должна не только обеспечивать требуемый воздухообмен в помещении, но и исключить возможность появления сквозняков [7].

Помещения для содержания скота, выполненные из облегченных конструкций, позволяют содержать животных в естественных климатических условиях, что позволяет значительно повысить качество молока [2]. Как показывают результаты исследований [3], температура

