

УДК 631.223.2:628.8

М. А. ПУЧКА

ТЕПЛОТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ОГРАЖДЕНИЙ И ИХ ВЛИЯНИЕ НА ФОРМИРОВАНИЕ МИКРОКЛИМАТА В КОРОВНИКАХ

Институт животноводства НАН Беларуси

(Поступила в редакцию 10.06.2005)

Введение. Микроклимат — это не только физическая, экологическая, но и экономическая категория, ибо создание нормируемых показателей среды обитания животных требует определенных затрат материальных, финансовых и трудовых ресурсов. Поэтому, как и любая экономическая категория, должна быть оптимизирована. При этом важно не только производить точную оценку состояния воздушной среды в животноводческих помещениях, но и использовать эти данные для прогнозирования влияния микроклимата в реконструируемых зданиях на продуктивность, прирост и сохранность животных в отдельные сезоны [1].

На животноводческих фермах и комплексах в результате внедрения элементов промышленной технологии выращивания и использования молочного скота значительно усложнились взаимодействия организма животных с внешней средой. Поэтому решающая роль в повышении резистентности организма, увеличении продуктивности и улучшении воспроизводительных функций животных отводится созданию оптимального микроклимата [2, 3].

Цель работы — изучить технологические и теплотехнические характеристики конструкций производственных зданий (коровников) и определить оптимальные параметры микроклимата на животноводческих фермах и комплексах.

Объекты и методы исследования. Обследование ферм и комплексов в хозяйствах Смолевичского района Минской области были проведены в 2004—2005 гг. Этот район выбран не только как средний по показателям наличия поголовья, типовых, реконструированных ферм и комплексов, но как один из ведущих в республике по продуктивности дойного стада. Всего в районе на фермах и комплексах содержится 27 тыс. крупного рогатого скота, в том числе около 9 тыс. коров, 16 тыс. свиней. Продуктивность коров в 2004 г. составила 5014 кг молока. В хозяйствах района имеется 82 фермы крупного рогатого скота, в том числе 39 молочно-товарных ферм.

Исследование проводилось по общепринятым методикам.

Результаты и их обсуждение. Коровники в основном построены по типовым проектам, имеют кирпичные или керамзитобетонные стены и железобетонные перекрытия. Коэффициент термического сопротивления наружных стен коровников составляет 0,62—0,93 м² °К/Вт, перекрытий — 0,87—1,06 м² °К/Вт.

В современных животноводческих помещениях с практически непроницаемыми ограждениями исключается аэрационный контакт с внешней средой, поэтому для поддержания нормируемого микроклимата требуются мощные и энергоемкие механические системы отопления и вентиляции. И если в таких зданиях отсутствует или не работает отопительно-вентиляционная система и нет каких-либо дублирующих систем естественного воздухообмена, то в результате значительных влаговыделений животных и технологических поступлений влаги внутренний воздух сильно насыщается. Натурными исследованиями в 32 животноводческих зданиях в 2003—2004 гг., построенных по типовым проектам, проведенными в различных областях Беларуси, установлено, что в зимний период относительная влажность воздуха в помещениях с неработающими системами микроклимата составляла 85—90%, достигая порой 96—98% и даже полного насыщения. Часто наблюдалось повышенное содержание аммиака с превышением предельно допустимых концентраций в 2—3 раза. При высокой относительной влажности воздуха происходила быстрая коррозия металлических элементов

технологического оборудования, выходили из строя различные электроприводы, а также ухудшались теплозащитные свойства ограждающих конструкций, что приводило к быстрому их разрушению. Увлажненные конденсатом внутренние поверхности ограждающих конструкций являлись благоприятной средой для развития различных микроорганизмов.

Во многих существующих в настоящее время животноводческих помещениях не обеспечивается надлежащий микроклимат. При наружной температуре $-15\text{ }^{\circ}\text{C}$ и ниже в зимний период на стенах и перекрытиях образуется иней. Повышение температуры наружного воздуха сопровождается капелью с потолка, перекрытий и оттаиванием стен.

Поддержание оптимального микроклимата в животноводческих помещениях в значительной мере зависит от теплозащитных свойств ограждений. При этом одним из наиболее важных показателей хороших условий содержания в стойловый период, наряду с температурным режимом ограждений, является отсутствие на них конденсата.

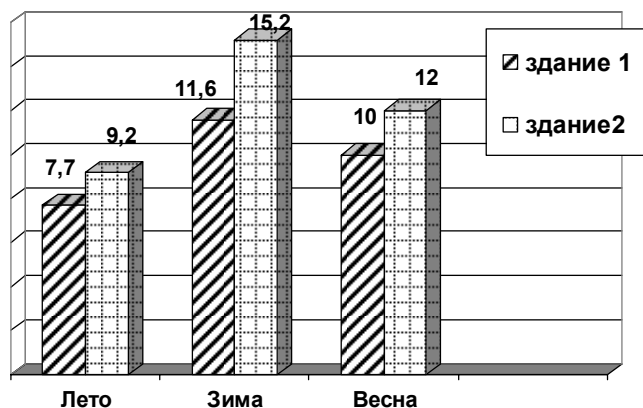
Нами проанализированы особенности формирования микроклимата в четырех типичных коровниках при беспривязном свободновыгульном содержании животных. Ни в одном из исследуемых помещений не удалось избежать зимой конденсирования влаги на внутренней поверхности ограждений. Низкие теплозащитные качества ограждающих конструкций коровников предопределили снижение их температуры в течение зимнего периода, при котором теплый воздух помещения конденсировался, соприкасаясь с холодной поверхностью ограждений. Наиболее обильный и густой конденсат выпадал на ограждениях коровника № 2, причем его выпадение отмечено во все зимние месяцы. В коровнике № 1 конденсация влаги приходила в январе (стен), январе-феврале (перекрытий), и его выпадение происходило в основном вдоль продольных стен (табл. 1).

Т а б л и ц а 1. Температура внутренней поверхности ограждений коровников

Период исследований	Стены наружные			Потолок		
	температура, $^{\circ}\text{C}$		конденсат	температура, $^{\circ}\text{C}$		конденсат
	поверхности	внутреннего воздуха	(+) – есть (–) – нет	поверхности	внутреннего воздуха	(+) – есть (–) – нет
<i>Коровник № 1</i>						
Ноябрь	9,6	10,7	–	10,5	11,9	–
Декабрь	9,7	10,8	–	11,0	12,3	–
Январь	4,6	7,9	+	5,5	8,6	+
Февраль	2,3	9,4	–	8,0	10,9	–
Март	11,0	12,5	–	12,9	13,8	–
Апрель	11,5	12,5	–	12,9	13,9	–
В среднем за период	9,1	10,6	–	10,1	11,9	–
<i>Коровник № 2</i>						
Ноябрь	10,1	10,9	–	10,8	12,2	–
Декабрь	6,9	9,3	+	7,5	10,8	+
Январь	1,4	5,5	+	1,4	6,1	+
Февраль	4,1	7,0	+	5,0	7,7	+
Март	10,6	12,0	–	11,9	13,0	–
Апрель	11,7	12,3	–	11,9	13,5	–
В среднем за период	7,5	9,5	–	8,1	10,6	–

Разница температур «воздух-ограждение» в коровнике № 1 составила: для стен в январе $3,3\text{ }^{\circ}\text{C}$, для перекрытия в январе — $3,1$ и в феврале — $2,9\text{ }^{\circ}\text{C}$. В диаметре около 4 м и возле вытяжных шахт в этом коровнике перекрытие оставалось сухим на протяжении всего периода исследования. В коровнике № 2 перепад температур «воздух-ограждение» самым большим был в январе: для стен — $4,1$, перекрытия — $4,7\text{ }^{\circ}\text{C}$. Средняя температура наружных стен зимой составила $4,1\text{ }^{\circ}\text{C}$, что меньше температуры внутреннего воздуха в этот период на $3,2\text{ }^{\circ}\text{C}$. Для потолка эта разница составила $3,6\text{ }^{\circ}\text{C}$.

Влажный воздух помещения, действуя путем диффузии на ограждающие конструкции, вызывал увеличение влажности строительного материала. Это приводило к возрастанию коэффициента теплопроводности и снижению термического сопротивления ограждений, так как вода, которая находилась в порах материала, обладала в 20 раз большей теплопроводностью,



Весовая влажность керамзитобетонных стен коровника, %

помещений. В дальнейшем эта тенденция сохранилась и в августе — весовая влажность материала стен обоих коровников не выходила за пределы требований РНТП, но во втором здании она все же была выше на 1,5%.

Более интенсивно насыщение стен влагой происходило с северной стороны. Весовая влажность керамзитобетона, взятого с этой стороны, составила в коровнике № 2 зимой — 17,9, весной — 12,5, летом — 9,7%. Весовая влажность стены южной стороны соответственно была — 12,5, 11,5 и 8,7%. Стены коровника № 1 по этим же сезонам имели следующую весовую влажность: северная сторона — 10,9, 10,7, 8,1%; южная — 11,3, 9,3 и 7,3%. Распределение уровня весовой влажности материала изменялось обратно пропорционально глубине стены. Максимальное ее значение отмечалось на глубине 0...10 см от внутренней поверхности. Таким образом, происходило ухудшение теплотехнических качеств наружных стен, о чем свидетельствует уменьшение термического сопротивления указанных ограждений.

Наиболее существенное снижение термического сопротивления стеновых панелей произошло в коровнике № 2 к концу зимы, когда оно уменьшилось, по сравнению с расчетным показателем, на 10,4%. В весенний период фактическое сопротивление теплопередаче было меньше расчетного на 7,5%. В первом коровнике увеличение весовой влажности материала привело к отклонению показателей сопротивления от его расчетного значения зимой на 6,8, весной — на 5,1% (табл. 2).

Т а б л и ц а 2. Теплофизические показатели керамзитобетонных стеновых панелей

Коровник	Сопротивление теплопередаче, м ² °К/Вт		
	расчетное по проекту	фактическое	
		зима	весна
№ 1	0,673	0,627	0,639
№ 2	0,673	0,603	0,623

Ухудшение теплозащитных качеств ограждения приводило к изменению теплового баланса, увеличению теплопотерь через ограждения, а следовательно, к ухудшению температурно-влажностного режима зданий.

Ограждающие конструкции коровников № 3 и № 4, по сравнению с коровниками № 1 и № 2, имели значительно больший (стен в 1,9, перекрытия в 1,4 раза) коэффициент сопротивления теплопередаче. Вследствие этого температура внутренней поверхности стен и перекрытий почти всегда была выше точки росы (табл. 3).

Незначительное выпадение конденсата наблюдалось в коровнике № 4 в феврале, когда перепад температур «воздух-ограждение» составил 3,1 °С.

Более высокая температура стен отмечалась на высоте 1,5 м и от пола. Самыми холодными стены и перекрытия были зимой: в коровнике № 3 — 9,7 и 10,7 °С соответственно, в коровнике № 4 — 7,3 и 7,1 °С.

Анализ полученных данных позволяет сделать вывод о том, что сопротивление теплопередаче ограждающих конструкций зданий для содержания молочного скота в размере: для стен — 0,68, для перекрытия — 0,93 м² °К/Вт, является малоприменимым в природно-климатических условиях Беларуси, так как способствует формированию неблагоприятного температурно-влажностного режима. Более оптимальной оказалась величина сопротивления теплопередаче стен и перекрытий коровников № 3 и № 4 (1,26 и 1,30 м² °К/Вт соответственно).

чем воздух. Она увеличивала размеры контактных площадей между частицами материала, что также увеличивало его теплопроводность. На рисунке показано изменение весовой влажности керамзитобетонных стен коровников.

Самая высокая весовая влажность стеновых панелей отмечена в коровнике № 2 зимой (февраль) — 15,2%, что в 1,5 раза превышает предельно допустимую норму. Насыщение влагой стен коровника № 1 в этот период было меньше на 3,6%. Весной (апрель) происходило снижение весовой влажности стен из керамзитобетона вследствие повышения температуры и уменьшения относительной влажности воздуха

Т а б л и ц а 3. Температура внутренней поверхности ограждений коровников, °С

Период исследований	Стены наружные			Потолок		
	температура		конденсат	температура		конденсат
	поверхности	внутреннего воздуха	(+) — есть (-) — нет	поверхности	внутреннего воздуха	(+) — есть (-) — нет
<i>Коровник № 3</i>						
Ноябрь	11,5	12,5	—	13,1	13,6	—
Декабрь	11,1	12,0	—	12,2	12,7	—
Январь	9,4	10,8	—	10,8	11,5	—
Февраль	8,6	9,4	—	9,2	10,2	—
Март	11,0	11,8	—	11,9	12,7	—
Апрель	13,5	14,5	—	14,9	15,6	—
В среднем за период	10,9	11,8	—	12,0	12,7	—
<i>Коровник № 4</i>						
Ноябрь	9,6	10,4	—	10,4	11,2	—
Декабрь	10,1	10,8	—	10,4	11,4	—
Январь	6,5	7,8	—	6,9	8,4	—
Февраль	5,1	6,6	—	4,1	7,2	+
Март	9,2	9,7	—	9,7	10,8	—
Апрель	11,2	12,4	—	11,8	13,3	—
В среднем за период	8,6	9,6	—	8,9	10,4	—

Расчет теплового баланса коровников вели исходя из средней температуры самого холодного месяца года (январь). Для Беларуси она составляет $-10,3$ °С, при этом температура воздуха в помещении принимали равной $+10$ °С, уровень воздухообмена — 8 м³/ч на 1 ц живой массы.

Дефицит тепла, даже при таком незначительном воздухообмене, по коровнику № 2 составил $1756,6$ кДж, или $87,7$ кДж на одно животное. Воздухообмен из расчета 8 м³/ч на 1 ц живой массы коров не позволял поддержать оптимальный микроклимат в помещении. Однако увеличение интенсивности приводило к увеличению дефицита тепла, и, следовательно, к снижению температуры воздуха в коровниках.

Удельный вес теплопотерь через ограждения изменялся от $54,5\%$ (при $t_n -25$ °С) до $40,4\%$ (при $t_n +5$ °С).

Тепловой баланс коровников № 3 и № 4 был положительный. При этом теплопотери через ограждения составили $191302,7$ кДж/ч ($45,1\%$), или на $7,2\%$ меньше аналогичных потерь тепла в первом и втором помещениях. Это было достигнуто благодаря лучшим теплоизоляционным свойствам ограждающих конструкций этих коровников. При температуре наружного воздуха 25 °С недостаток тепла в них составлял $211117,9$ кДж/ч. При повышении температуры наружного воздуха удельный вес теплопотерь через ограждения снижался за счет возрастания потерь тепла на испарение влаги.

Заключение. Результаты наших исследований, а также проведенные расчеты показали, что для обеспечения благоприятного микроклимата на молочно-товарных комплексах по производству молока в климатических условия Беларуси необходимо повысить сопротивление теплопередаче стен до $1,78$, перекрытий — до $2,25$ м² °К/Вт.

Мы установили, что повышение тепловой экономичности коровников путем увеличения общего сопротивления теплопередаче позволило снизить приведенные затраты на $8-14\%$, расход энергоресурсов на $2-19\%$. Экономия электроэнергии составила $5,8-7,6$ тыс. кВт/ч в расчете на 1 коровник (200 голов), топлива $0,7-2,4$ т у. т., заболеваемость животных снизилась на $4-8,5\%$, сервис-период — на $6-9,6\%$. Молочная продуктивность коров была выше на $6,6-8,1\%$.

Таким образом, теплотехнические характеристики ограждающих конструкций (для стен $R_0 - 0,68$, перекрытий $R_0 - 0,93$ м² °К/Вт) не обеспечивают оптимальные параметры микроклимата в коровниках при беспривязном свободновыгульном содержании животных. Повышение теплозащиты ограждений до $1,26-1,30$ м² способствует формированию микроклимата, соответствующего нормативам РНТП.

Литература

1. Шкляр А. Х. Климатические ресурсы Белоруссии и использование их в сельском хозяйстве. Мн., 1973.
2. Плященко С. И., Трофимов А. Ф. Содержание коров на фермах и комплексах. Мн., 1985.
3. Интенсивная технология производства молока / А. Ф. Трофимов, А. А. Алешин, М. Г. Залеская и др. Мн., 1991.

PUTCHKA M. A.

HEAT ENGINEERING CHARACTERISTICS OF FENCES AND THEIR INFLUENCE ONTO MICROCLIMATE FORMING IN COW-SHEDS

Summary

It should be take into account at projecting and building of new farms, reconstruction of existing milk producing farms and complexes that heat engineering characteristics of fences (for walls — $R_0 = 0,68$, for floor — $R_0 = 0,93 \text{ m}^2 \text{ K/W}$) do not guarantees optimal parameters of microclimate in cow-sheds at stock keeping without a leash. Enhancing of heat protection of fences up to $1,26\text{--}1,30 \text{ m}^2$ promotes to formation of microclimate corresponding to norms.