

УДК 631.3:636

UDC 631.3:636

05.20.01 Технологии и средства механизации сельского хозяйства (технические науки)

05.20.01 Technologies and means of mechanization of agriculture (technical sciences)

ОПТИМИЗАЦИЯ МИКРОКЛИМАТА В ЖИВОТНОВОДЧЕСКИХ ПОМЕЩЕНИЯХ

OPTIMIZATION OF MICROCLIMATE IN LIVESTOCK ROOMS

Сторожук Татьяна Александровна
к.т.н., доцент
Scopus Author ID: 443761
РИНЦ SPIN-код: 1864-1806
storojuk.t.a@gmail.com

Storozhuk Tatyana Alexandrovna
Candidate in Technical Sciences, docent
Scopus Author ID: 443761
RSCI SPIN-code: 1864-1806
storojuk.t.a@gmail.com

Кубанский государственный аграрный университет, Россия, 350044, Краснодар, Калинина, 13

Kuban State Agrarian University, Krasnodar, Russia

Синченко Алексей Петрович
Магистрант
sinchenko.aleksei.98@mail.ru
Кубанский государственный аграрный университет, Россия, 350044, Краснодар, Калинина, 13

Sinchenko Alexey Petrovich
Master student
sinchenko.aleksei.98@mail.ru
Kuban State Agrarian University, Krasnodar, Russia

В условиях промышленного производства продукции животноводства в одном ряду с вопросами по кормлению животных находятся вопросы по обеспечению оптимальных условий содержания каждой половозрастной группы скота. Оптимизация параметров микроклимата это также и вопросы экономичности производства, его рентабельности. При этом такие параметры микроклимата как температура, влажность, загазованность напрямую зависят от качества работы систем вентиляции. Снижение уровня шума при работе вентиляционных систем позволяет оптимизировать микроклимат, а также повышает эксплуатационную надежность применяемого оборудования

In the conditions of industrial production of livestock products, in line with the issues of animal feeding, there are issues of ensuring optimal conditions for keeping each sex and age group of livestock. Optimization of microclimate parameters is also a matter of production efficiency, its profitability. At the same time, such microclimate parameters as temperature, humidity, gas contamination directly depend on the quality of the ventilation systems. Noise reduction during operation ventilation systems allows optimize the microclimate, and increases the operational reliability of the equipment used

Ключевые слова: МИКРОКЛИМАТ, УРОВЕНЬ ШУМА, ЖИВОТНОВОДЧЕСКИЕ ПОМЕЩЕНИЯ

Keywords: MICROCLIMATE, NOISE LEVEL, LIVESTOCK BUILDINGS

<http://dx.doi.org/10.21515/1990-4665-181-022>

С учетом биологических и технологических особенностей промышленного производства продукции животноводства, осуществление любого трудоемкого процесса требует учета многих факторов. При проектировании систем микроклимата и их внедрении в производственную сферу в настоящее время необходимо учитывать не только физиологические особенности животных, но и экологическое состояние окружающей среды, т.к. организм животного находится в тесной взаимосвязи со средой обитания [1], [2], [3], [4]. Кроме того, в настоящее время одним из показателей, опре-

деляющим рентабельность производства, является показатель эффективно-го расхода энергии. Рост расхода энергии в сельскохозяйственном производстве связан с освобождением ручного труда и внедрением систем механизации и автоматизации, в том числе на животноводческих предприятиях [5], [6], в том числе на линиях по обеспечению оптимального микроклимата.

Цель исследования – на основании анализа существующих схем вентиляции обосновать выбор типа вентилятора с определением технологических и конструктивных параметров, обеспечивающих снижение уровня шума в соответствии с нормативными требованиями по параметрам оптимального микроклимата для содержания сельскохозяйственных животных в условиях сельскохозяйственных предприятий.

Методика исследований

В зависимости от объемно-планировочных решений помещений, вида и возраста содержащихся животных, принятого способа их содержания, поголовья, климатических условий и ряда других факторов определяется схема вентиляционно-отопительной системы, а также способ подачи свежего и удаления отработанного воздуха. На рисунке 1 представлена конструктивно-технологическая схема обеспечения микроклимата в свиноматнике-откормочнике, состоящая из приточных воздуховодов для подачи свежего воздуха и вытяжных шахт – для удаления отработанного воздуха. На основании расчетов определен способ обеспечения подачи воздуха в помещение: принудительный. Поэтому в воздуховоды приточный воздух подается вентиляторами. В данном случае целесообразно применение центробежных вентиляторов марки Ц4-70 №5.

В зимний период по приточным воздуховодам подается теплый воздух, т.к. схема микроклимата является комбинированной и

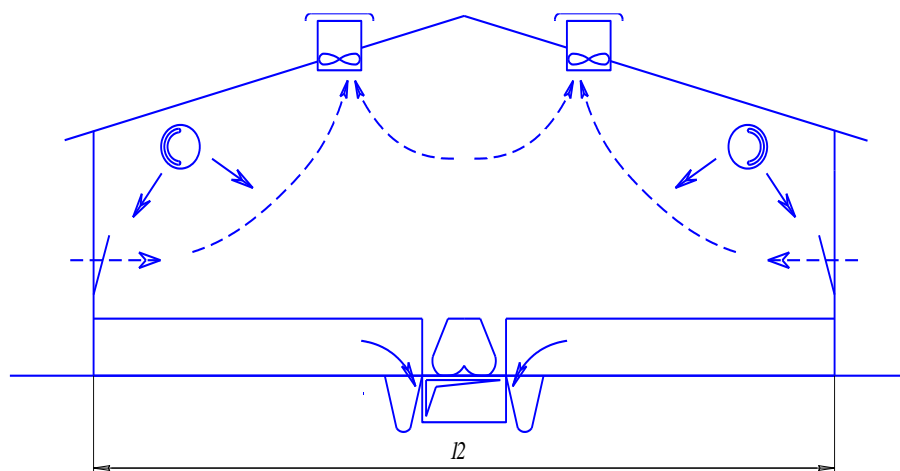


Рисунок 1 – Конструктивно-технологическая схема системы вентиляции и отопления свинарника

предусматривает использование электрокалориферов. При этом удаление отработанного воздуха выполняется вентиляторами через подпольные каналы также принудительно. При переходе на летний период возникает задача по удалению из помещений избыточного тепла, выделяемого животными, а также оборудованием и воздействием внешней среды [7]. Эта задача решается путем применения дополнительных вентиляторов, установленных в вытяжных шахтах, что позволяет увеличить воздухообмен в зоне содержания животных.

Анализ конструкций вентиляторов, применяемых в общеобменных системах вентиляции для животноводческих помещений, показал высокую эффективность радиальных вентиляторов. Забор воздуха и его подача с определенным напором осуществляются в данных конструкциях рабочим колесом лопастного типа, обеспечивающим перемещение воздушного потока между лопатками в улиткообразный корпус. Из корпуса вентилятора за счет центробежной силы воздушный поток выбрасывается через выпускной патрубок.

При работе радиальных вентиляторов необходимо наличие минимального зазора между рабочим колесом и корпусом. Установлена зависимость между воздушным зазором и коэффициентом быстроходности, ко-

торый определяется по частоте вращения рабочего колеса, при подаче $1 \text{ м}^3/\text{с}$ воздуха для создания номинального давления при максимальном КПД. Так при увеличении зазора коэффициент быстроходности уменьшается. Кроме того, необходимо учитывать, что на работу вентилятора влияет и конструкция воздуховода. Поэтому аэродинамические свойства вентиляторов необходимо измерять в производственных условиях, сопоставляя данные с испытаниями в стандартных условиях при температуре воздуха $+20^\circ\text{C}$, плотности воздуха $1,2 \text{ кг}/\text{м}^3$ и давлении $100 \text{ кН}/\text{м}^2$.

Монтаж центробежных вентиляторов больших габаритов требует применения специальных опор. При этом учитывается способ соединения с электроприводом. При использовании ременной передачи шкивы устанавливаются на валах консольно. Рабочее колесо вентилятора при такой передаче также целесообразно устанавливать консольно.

Необходимость в применении принудительной вентиляции определяется расчетным путем по минимально допустимому воздухообмену, температуре в помещении, влажности и теплотерям или избытку тепла. Максимальное расчетное значение воздухообмена позволяет выбрать вентилятор требуемой производительности. Количество воздуха, подаваемое вентилятором в единицу времени $V_{\text{вент}}$, $\text{м}^3/\text{ч}$, определяется для вентиляционной системы с учетом потерь воздуха по длине воздуховода по формуле

$$V_{\text{вент}} = kV_p, \quad (1)$$

где k – коэффициент потерь воздуха по длине воздуховода;

V_p – требуемое для воздухообмена количество воздуха, $\text{м}^3/\text{ч}$.

В настоящее время необходимость в поддержании воздухообмена на минимальном уровне практически возникает только при рассмотрении возможности отопления животноводческого помещения. Причины стремления к достижению минимального уровня воздухообмена и важное значение этого в экономии затрат энергии на отопление в широких кругах в настоящее время еще не известны. Учитывать это в процессе проектирова-

ния устройств микроклимата для животноводческих помещений было бы очень важно. Однако сегодня еще не созданы технические условия, обеспечивающие рациональную минимальную вентиляцию, а без этого соответствующая эксплуатация оборудования не может быть осуществлена. Вместе с тем согласно существующей практике проектирования вопрос конструкции вентиляционных установок, соответствующих летнему периоду времени, с учетом максимального воздухообмена и согласно установленным нормативам считают решенным. Формирование режимов вентилирования животноводческих помещений в зимний период входит в обязанности эксплуатационников, которые могут решить это только на основании собственного опыта.

Результаты исследований

Для создания зон повышенного давления воздуха, обеспечивающих его циркуляцию в зоне содержания животных и исключающих образование застойных зон, следует использовать приточные вентиляторы с подачей воздуха на 10...20% больше, чем вытяжных [8]. Однако, в зимнее время при использовании оборудования для отопления, интенсивность вентиляции необходимо свести до минимума, при котором будет поддерживаться необходимый уровень влажности и концентрации газов.

Эффективность работы вентилятора определяется значением коэффициента полезного действия (КПД), при котором вентилятор создает номинальное давление воздуха. Номинальное давление $H_{ном}$ определяется по формуле

$$\overline{H_{ном}} = 0,85\overline{H_0}, \quad (2)$$

где $\overline{H_0}$ – давление вентилятора в режиме холостого хода.

На животноводческих и птицеводческих предприятиях промышленного типа с высокой концентрацией поголовья на единицу производственной площади целесообразно применение принудительных вентиляционных

систем, оснащенных вентиляторами низкого (до 980 Па) и среднего (2940 Па) давления.

Максимальная подача вентилятора $\sqrt{V_{\max}}$, м³/с, рассчитывается по формуле

$$\sqrt{V_{\max}} = 2V_{\text{ном}}, \quad (3)$$

где $\sqrt{V_{\text{ном}}}$ – номинальный расход воздуха при работе вентилятора с максимальным КПД, м³/с.

На основании исследований установлена потребность животных и птицы в воздухообмене. На рисунке 2 представлена зависимость различных видов сельскохозяйственных птиц от воздухообмена.

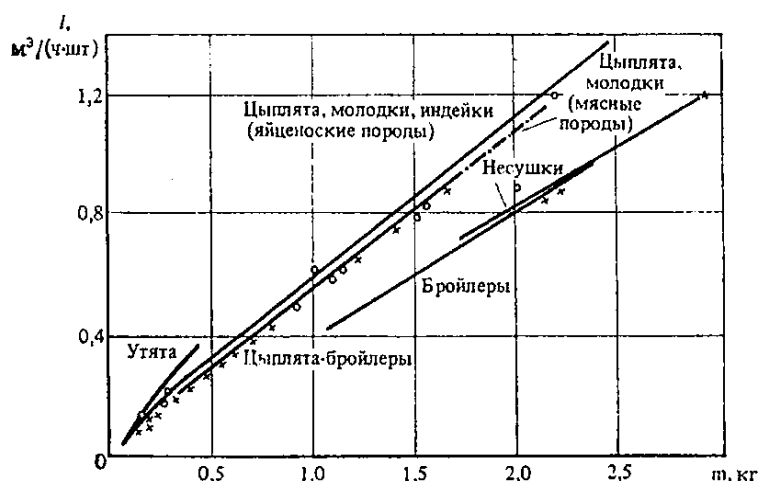


Рисунок 2 – Необходимый для домашней птицы воздухообмен

Из графика видим прямую зависимость потребности птицы в воздухообмене, которая возрастает прямо пропорционально массе птицы.

Подача воздуха принудительным способом приводит к созданию в системах вентиляции шума, что связано с вибрацией стенок воздуховодов за счет проведения по ним интенсивного потока воздуха и за счет передачи движения от привода вентилятора. В животноводческих помещениях уровень шума не должен превышать 40 дБ, что определяется по акустическому сигналу и частотному спектру, и зависит от типа применяемых вентиляторов, режима их работы, а также от качества монтажных работ по соединению вентиляторов с воздуховодами [8].

Кроме указанных причин шума также влияние на его уровень оказывают некачественно выполненные монтажные работы, нарушения в работе подшипников при разбалансировке и др.

Оптимальный режим работы вентиляторов при снижении уровня шума обеспечивается ограничением окружной скорости. Для обеспечения номинального эксплуатационного режима работы вентиляторов при соблюдении требований по уровню шума окружная скорость вращения рабочего колеса должна соответствовать диапазону 25...30 м/с.

Для определения окружной скорости рабочего колеса вентилятора u , м/с, используется формула

$$u = \omega \sqrt{\frac{D}{2}}, \quad (5)$$

где ω – частота вращения рабочего колеса, с^{-1} ;

D – диаметр рабочего колеса, м.

Превышение диапазона окружной скорости рабочего колеса свидетельствует о необходимости снижения уровня шума.

Мерами предотвращающими возникновение шума и вибрации являются строгое соблюдение соосности валов двигателя и вентилятора при монтаже вентиляционных систем и использование для их соединения упругих муфт; контроль установки рабочего колеса вентилятора и его балансировка. При сборке вентиляторов также выполняют центровку вала рабочего колеса и входного патрубка, выставляют требуемый зазор рабочего колеса в рабочей камере, контролируют наличие биения. Кроме того, поверхности всех составных частей, контактирующих с воздухом, а именно вентилятора, включая рабочее колесо, и воздухопроводов обрабатывают специальными покрытиями. К снижению коэффициента трения в воздуховодах приводит также зачистка мелких крепежных деталей, находящихся в потоке воздуха.

При использовании вентиляторов с литыми рабочими колесами, корпусами и станинами уровень шума значительно снижается. Данный тип конструкций применяется в вентиляторах повышенной массы с дополнительной установкой под основания виброизолирующих амортизаторов. Установка пружинных амортизаторов под металлические рамы или плиты из железобетона позволяет обеспечить эксплуатационный режим работы вентиляторов с соблюдением уровня шума в пределах не выше 35 дБ, что соответствует требованиям по обеспечению условий содержания сельскохозяйственных животных.

Кроме того, дополнительный эффект в снижении шума вентиляторов дает, замена подшипников качения подшипниками скольжения.

Выводы

1. Вредное воздействие шума на организм животных снижается до нормативных значений при обеспечении оптимальных условий содержания животных с использованием вентиляционных систем, оснащенных вентиляторами, рамные конструкции которых оснащены виброизолирующими амортизаторами пружинного типа.

2. При выполнении монтажных работ и в процессе эксплуатации вентиляционных систем необходимо соблюдать, и своевременно устранять при нарушениях, требования по сборке вентиляционных узлов с применением звукопоглощающих материалов в местах соединения.

3. В случае превышения уровня шума при эксплуатации вентиляционных систем оснащенных амортизаторами и соответствующих техническим требованиям, необходимо провести замену подшипников.

Литература

1. Сторожук, Т.А. Устройство для обеззараживания навозных стоков [Текст]/ Т.А. Сторожук, А.Л. Кулакова, И.А. Потапенко, Ю.С. Сторожук // Патент на изобретение RU 2199199 С2, 27.02.2003. Заявка № 2001100329/13 от 04.01.2001.
2. Сторожук, Т.А. Устройство для обеззараживания навозных стоков [Текст]/ Т.А. Сторожук, А.Л. Кулакова, И.А. Потапенко, Ю.С. Сторожук, // Патент на изобретение RU 2208922 С1, 27.07.2003. Заявка № 2002102401/13 от 25.01.2002.
3. Сторожук, Т.А. Устройство для обеззараживания навозных стоков [Текст]/ Т.А. Сторожук, И.А. Потапенко, С.В. Сторожук, Н.В. Когденко// Патент на изобретение RU 2197805 С2, 10.02.2003. Заявка № 2000124654/13 от 27.09.2000.
4. Сторожук, Т.А. Устройство для обеззараживания навозных стоков [Текст]/ Т.А. Сторожук, И.А. Потапенко, С.В. Сторожук, А.Л. Кулакова // Патент на изобретение RU 2248112 С2, 20.03.2005. Заявка № 2000128866/12 от 17.11.2000.
5. Сторожук, Т.А. Определение эффективности приготовления кормов с использованием ЭВМ [Текст]// Т.А. Сторожук, М.С. Варфоломеев // В сборнике: Инновационная деятельность в модернизации АПК. Материалы Международной научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых: в 3 частях. 2017. С. 364-366.
6. Гаврилов, М.Д. Раздатчик-измельчитель рулонной заготовки/ Гаврилов М.Д., Туманова М.И., Сысоев Д.П., Фролов В.Ю. // В сборнике: Научное обеспечение агропромышленного комплекса. Сборник статей по материалам IX Всероссийской конференции молодых ученых. Ответственный за выпуск: А.Г. Кощаев. 2016. с. 330-331.
7. Сторожук, Т.А. Программное обеспечение для проектирования линий микроклимата [Текст] // Эффективное животноводство. 2021. № 3 (169). С. 136-137
8. Курочкин, В.В. Обоснование технологической линии микроклимата для телят в условиях малых ферм [Текст]/В.В. Курочкин, Т.А. Сторожук// В сборнике: Научное обеспечение агропромышленного комплекса. Сборник статей по материалам 74-й научно-практической конференции студентов по итогам НИР за 2018 год. Ответственный за выпуск: А. Г. Кощаев. 2019. С. 347-349.

References

1. Storozhuk, T.A. Ustroystvo dlya obezzarazhivaniya navoznykh stokov [Tekst]/ T.A. Storozhuk, A.L. Kulakova, I.A. Potapenko, YU.S. Storozhuk // Patent na izobreteniyе RU 2199199 С2, 27.02.2003. Zayavka № 2001100329/13 ot 04.01.2001
2. Storozhuk, T.A. Ustroystvo dlya obezzarazhivaniya navoznykh stokov [Tekst]/ T.A. Storozhuk, A.L. Kulakova, I.A. Potapenko, YU.S. Storozhuk, // Patent na izobreteniyе RU 2208922 С1, 27.07.2003. Zayavka № 2002102401/13 ot 25.01.2002.
3. Storozhuk, T.A. Ustroystvo dlya obezzarazhivaniya navoznykh stokov [Tekst]/ T.A. Storozhuk, I.A. Potapenko, S.V. Storozhuk, N.V. Kogdenko// Patent na izobreteniyе RU 2197805 С2, 10.02.2003. Zayavka № 2000124654/13 ot 27.09.2000.
4. Storozhuk, T.A. Ustroystvo dlya obezzarazhivaniya navoznykh stokov [Tekst]/ T.A. Storozhuk, I.A. Potapenko, S.V. Storozhuk, A.L. Kulakova // Patent na izobreteniyе RU 2248112 С2, 20.03.2005. Zayavka № 2000128866/12 ot 17.11.2000.
5. Storozhuk, T.A. Opredeleniye effektivnosti prigotovleniya kormov s ispol'zovaniyem EVM [Tekst]// T.A. Storozhuk, M.S. Varfolomeyev // V sbornike: Innovatsionnaya deyatel'nost' v modernizatsii APK. Materialy Mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii studentov, aspirantov i molodykh uchenykh: v 3 chastyakh. 2017. S. 364-366.
6. Gavrilov, M.D. Razdatchik-izmel'chitel' rulonnoy zagotovki/ Gavrilov M.D., Tumanova M.I., Sysoyev D.P., Frolov V.YU. // V sbornike: Nauchnoye obespecheniye ag-

ropromyshlennogo kompleksa. Sbornik statey po materialam IX Vserossiyskoy konferentsii molodykh uchenykh. Otvetstvennyy za vypusk: A.G. Koshchayev. 2016. s. 330-331.

7. Storozhuk, T.A. Programmnoye obespecheniye dlya proyektirovaniya liniy mikroklimata [Tekst] // Effektivnoye zhitovnovodstvo. 2021. № 3 (169). S. 136-137

8. Kurochkin, V.V. Obosnovaniye tekhnologicheskoy linii mikroklimata dlya telyat v usloviyakh malykh ferm [Tekst] /V.V. Kurochkin, T.A. Storozhuk// V sbornike: Nauchnoye obespecheniye agropromyshlennogo kompleksa. Sbornik statey po materialam 74-y nauchno-prakticheskoy konferentsii studentov po itogam NIR za 2018 god. Otvetstvennyy za vypusk: A. G. Koshchayev. 2019. S. 347-349.