

коровников, для их использования не нужно строить доильные залы, преддоильные и последоильные площадки и переходы. Удешевление строительства указанных помещений, меньшая выбраковка стада вследствие более раннего распознавания болезней животных, индивидуальная выдача концентрированных кормов с использованием роботов позволяют прогнозировать, что применение доильных роботов в будущем будет расширено.

### Заключение

1. Пропускная способность доильной установки выбирается исходя из количества дойных коров и планируемой продолжительности разового доения стада.
2. Продолжительность разового доения стада определяется исходя из системы содержания животных, кратности доения и организации труда.
3. При выборе количества мест в доильной установке необходимо учитывать величину технологической группы, размеры доильного зала и преддоильной площадки.

13.09.10.

### Литература

1. Рекомендации по модернизации и техническому перевооружению молочных ферм / Е.Е. Хазанов [и др.]. – М.: ФГНУ «Росинформагротех», 2007. – 126 с.
2. Дашков, В.Н. Содержание коров и реконструкция ферм / В.Н. Дашков, В.О. Китиков, Э.П. Сорокин. – Минск: Учебно-методический центр Минсельхозпрода, 2007. – 100 с.
3. Дашков, В.Н. Технология и оборудование для доения коров / В.Н. Дашков, В.О. Китиков, Э.П. Сорокин. – Минск: Учебно-методический центр Минсельхозпрода, 2007. – 175 с.
4. Сорокин, Э.П. Ремонт, совершенствование и реконструкция доильных установок / Э.П. Сорокин, С.А. Киршенков. – Минск: Учебно-методический центр Минсельхозпрода, 2009. – 150 с.

УДК 628.8:631.22.014

**В.Н. Гутман, Н.О. Шевчук,  
С.П. Рапович, А.А. Зубарик,  
И.В. Пуляева**

*(РУП «НПЦ НАН Беларуси  
по механизации сельского хозяйства»,  
г. Минск, Республика Беларусь)*

### ИССЛЕДОВАНИЕ ПРИТОЧНОЙ УТЕПЛЕННОЙ ШАХТЫ С РАС- ПРЕДЕЛИТЕЛЕМ ВОЗДУХА

### Введение

Одним из резервов интенсификации животноводства и птицеводства является нормализация состояния воздушной среды животноводческих и птицеводческих помещений. Оптимизация микроклимата позволяет достичь физиологического потенциала продуктивности животных и птицы. Нормальная воздушная среда способствует также долговечности зданий, увеличению сроков службы и надежности работы установленного оборудования.

До настоящего времени в большинстве производственных помещений параметры воздушной среды значительно отклоняются от уровней, установленных зоотехническими и санитарными требованиями. Ухудшение микроклимата сопровождается не только снижением жизнедеятельности и продуктивности животных, но и повышением расхода кормов на единицу продукции. В себестоимости продукции на долю кормов приходится 60–70% всех затрат.

Для создания регулируемого воздухообмена внутри помещения по периодам года и поддержания нормативных показателей микроклимата в системах вентиляции используются приточные и вытяжные устройства. Шахты с регулируемыми заслонками устанавливаются на крышах помещений вдоль конька и обеспечивают приток наружного воздуха в помещение разряжением, создаваемым вентиляционным оборудованием с движением воздуха «сверху вниз». Клапаны с регулируемыми форточками располагаются по периметру продольных стен и обеспечивают приток наружного воздуха с движением его в помещении «снизу вверх». В холодный период года из-за разности температур наружного и внутреннего воздуха на поверхности неутепленных шахт образуется конденсат, заслонки в полуприкрытом положении обеспечивают нормативную подачу наружного воздуха в помещение с неравномерным распределением воздуха по поперечному сечению на выходе из шахты.

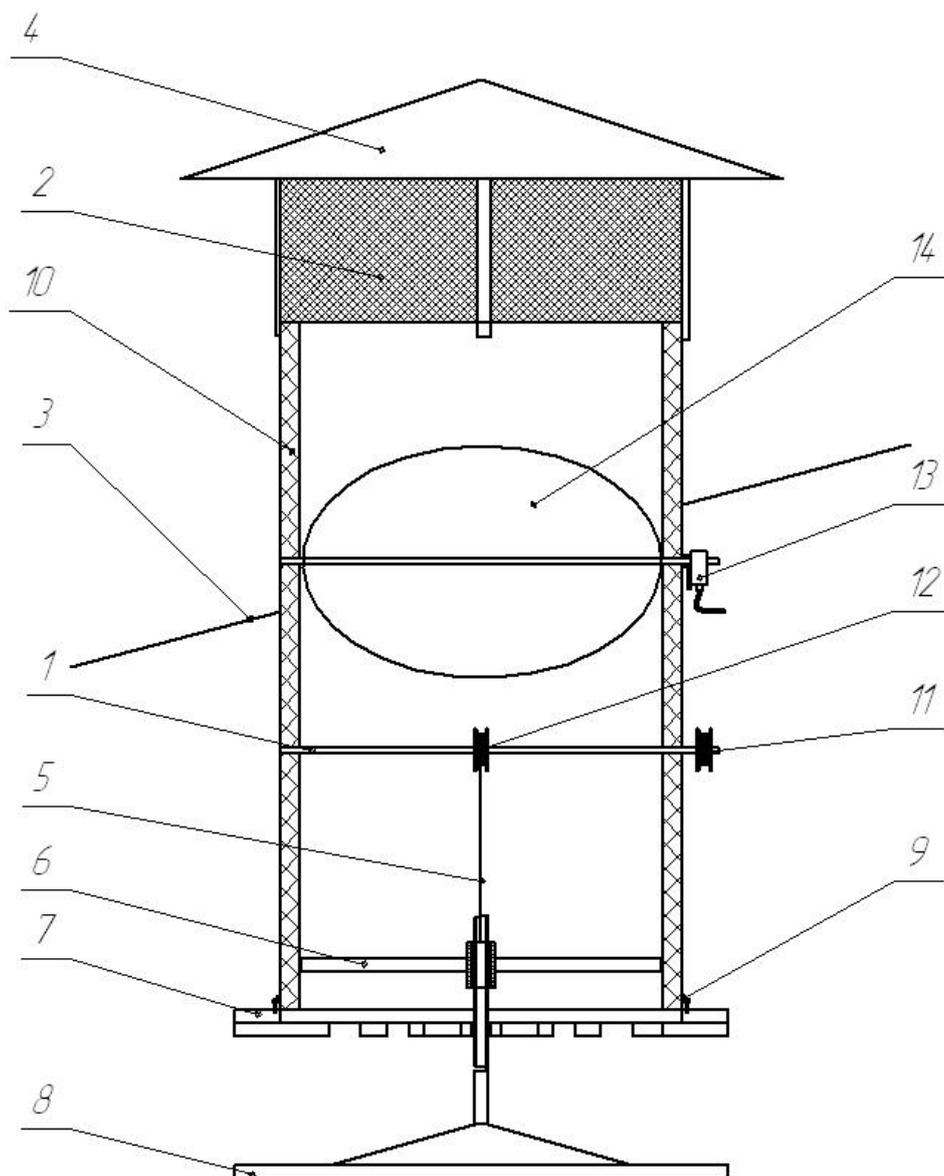
В настоящее время прикладывается много усилий, чтобы найти рациональные схемно-конструкторские решения приточных устройств на основе исследований регулировки распределения приточного воздуха и оценки новых технических решений в данной области. Однако результаты многих исследований не находят отражения в практических приемах конструирования, изготовления и испытаний приточных устройств, вследствие чего потребителям этих устройств приходится нести производственные издержки из-за нарушения режимов работы систем микроклимата.

Непрерывное улучшение технологии содержания животных и птицы вызывает необходимость внесения соответствующих изменений в системы обеспечения микроклимата путем совершенствования конструкции приточно-вытяжных устройств и средств автоматики.

### **Исследование приточной утепленной шахты с распределителем воздуха**

Аэродинамические исследования проводились на одной из шести установленных утепленных приточных шахт с экспериментальными распределителями воздуха в секции на 600 голов свинарника-откормочника ОАО «Агрокомбинат «Восход» Могилевского района Могилевской области. При проведении исследований параметры микроклимата (скорость движения воздуха, температура и относительная влажность) в секции помещения поддерживались системой автоматического управления микроклиматом (САУМ) с плавным регулированием производительности вентиляционного оборудования (шесть вентиляторов ВО-7,1), а их численные значения измерялись при помощи прибора «Тесто-435».

Схемно-конструкторское решение приточной утепленной шахты с экспериментальным распределителем воздуха представлено на рисунке 25. Конструктивно корпус шахты состоит из набора утепленных секций с внутренним диаметром 900 мм и высотой 1000 мм, к которым крепятся: защитная решетка 2, зонт 4 и распределительное кольцо 7. Внутри секций корпуса размещаются заслонка 14 с электроповоротным мотором 13 и устройством для линейного перемещения распределительного диска приточного воздуха, в состав которого входят вал 1 со шкивами 11, 12 и трос с тягой 5.



- 1 – вал привода распределителя; 2 – защитная решетка; 3 – опорная пластина; 4 – зонт; 5 – трос распределителя; 6 – распорная пластина;  
 7 – распределительное кольцо с соплами; 8 – распределительный диск;  
 9 – крепеж распределителя; 10 – корпус шахты; 11–12 – шкивы привода распределителя;  
 13 – электроповоротное устройство; 14 – заслонка

**Рисунок 25 – Схема приточной утепленной шахты с экспериментальным кольцом и диском**

Программой испытаний предусматривалось:

- выявить связь между скоростью движения воздушных потоков на выходе приточно-распределительного кольца с 24 сегментами и различными режимами работы вентиляционного оборудования;
- определить производительность приточно-распределительного кольца шахты в планируемых режимах работы вентиляционного оборудования и заслонки подачи воздуха;
- определить потребляемую мощность при работе вытяжных вентиляторов на разных частотах.

В процессе испытаний заслонка в шахте устанавливалась электроповоротным устройством в трех положениях: закрыта, открыта на 50% и открыта на 100%. Вытяжные вентиляторы работали при различных режимах с частотами 20, 30, 40 и 50 Гц.

Переналадка положения заслонки и режимов работы вентиляторов проводилась в ручном режиме управления с блока оператора электроповоротным мотором, частотным преобразователем и сервоприводом, обеспечивающим линейное перемещение распределительных дисков 8 в шахтах.

При нахождении распределительного диска в верхнем положении (закрыто) образуются в распределительном кольце сопла, по которым в помещение поступает приточный воздух из шахты. Суммарная производительность воздухо-распределительного кольца с соплами  $Q_{\text{шп}}$  рассчитывается по формуле:

$$Q_{\text{шп}} = 3600 \cdot n \cdot V \cdot S, \quad (1)$$

где  $n$  – количество сопел в воздухо-распределительном кольце, шт. – 24;

$V$  – средняя скорость воздушного потока на выходе из сопла шахты, м/с;

$S$  – площадь поперечного сечения сопла, м<sup>2</sup>;  $S = 0,0035$ .

Скорость воздушных потоков на выходе из четырех диаметрально расположенных сопел кольцевого распределителя при разных частотах работы вентиляторов и положениях заслонок измерялась прибором «Тесто-435».

По результатам исследований основные аэродинамические и энергетические показатели приточной утепленной шахты с установленным распределительным диском в верхнем положении представлены на рисунках 26–28. На рисунках 29–31 представлены показатели приточной утепленной шахты при снятом с шахты диске, характеризующие изменения скорости приточного воздуха на выходе из сопел распределителя шахты, ее производительности и мощности электроприводов вентиляторов.

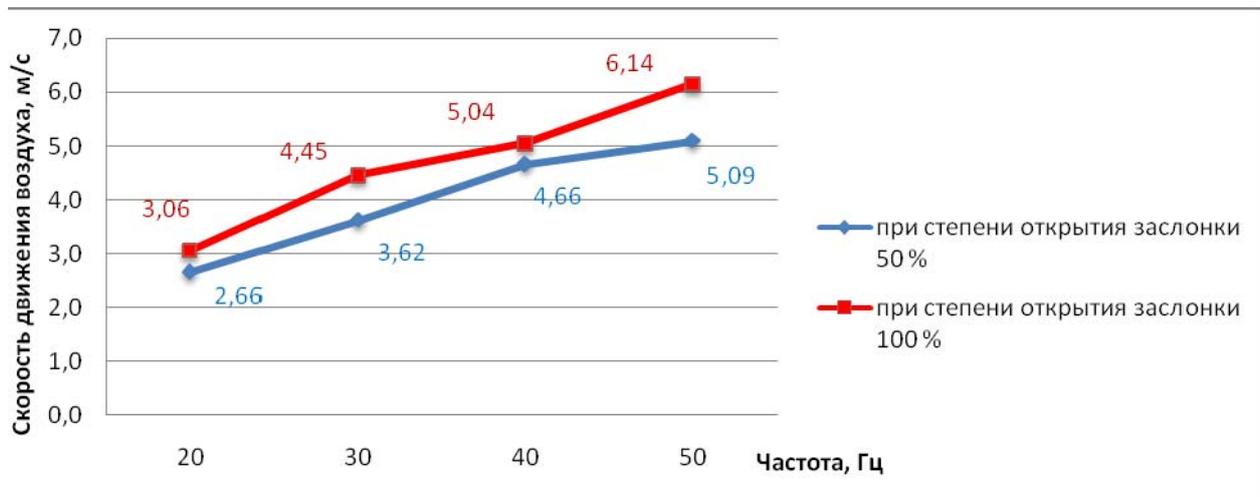
Вытяжные вентиляторы в режимах работы от 20 до 50 Гц с интервалом в 10 Гц создают разрежение в секции помещения и шахте, обеспечивающее забор наружного воздуха через щель между диском заслонки и внутренней поверхностью шахты с последующей подачей его через сопло распределительного кольца в зону размещения животных. Конструктивно щель задается на этапах разработки и изготовления шахты и в закрытом положении заслонки обеспечивает объем приточного воздуха в планируемых режимах от 62,4 м<sup>3</sup>/ч до 150,5 м<sup>3</sup>/ч со скоростью движения от 0,29 м/с до 0,7 м/с.

Объем подаваемого шахтой наружного воздуха в режимах работы вытяжных вентиляторов по периодам года регулируется углом поворота заслонки от 0° до 180° с движением воздуха до 70% по наружной поверхности диска заслонки. В холодный и переходный периоды года подача приточного наружного воздуха регулируется заслонкой в диапазоне от 0° до 90° и в теплый период – от 90° до 180°.

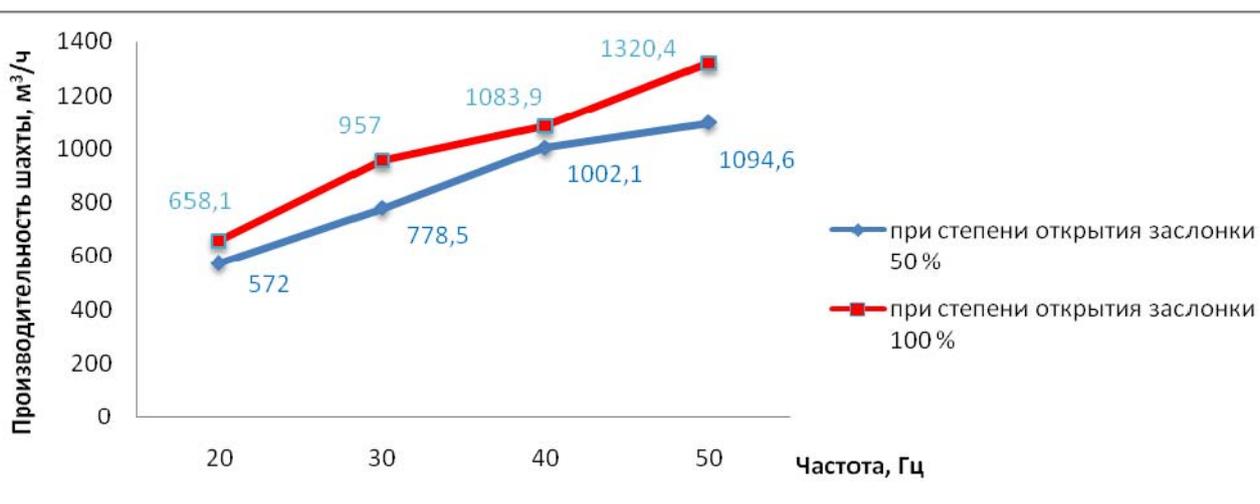
При постоянном сечении сопел в распределителе воздуха и открытии заслонки на 50% (90°) (рисунок 26, 27) производительность шахты в режимах работы вентиляторов от 20 Гц до 50 Гц изменяется от 572 м<sup>3</sup>/ч до 1004,6 м<sup>3</sup>/ч со скоростью от 2,66 м/с до 5,09 м/с подаваемого приточного наружного воздуха,

при 100% (180°) открытия заслонки – от 658,1 м<sup>3</sup>/ч до 1320,4 м<sup>3</sup>/ч со скоростью от 3,06 м/с до 6,14 м/с соответственно. Наибольшее препятствие движению потока воздуха в шахте создается заслонкой в диапазоне регулирования от 0° до 90°, а неравномерность подачи его на выходе из сопел распределителя достигает 40%.

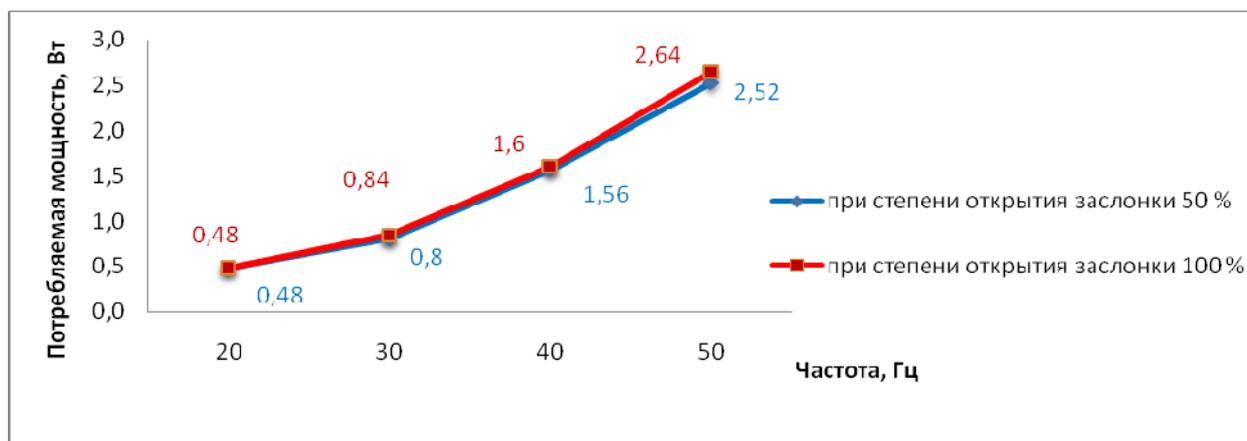
Аэродинамические показатели приточной шахты с распределительным кольцом и снятым диском (рисунок 29, 30) характеризуются следующими данными. В тех же режимах работы вентиляционного оборудования производительность шахты при открытии заслонки на 50% возрастает от 2345,6 м<sup>3</sup>/ч до 5086,8 м<sup>3</sup>/ч при изменении скорости движения воздуха от 0,83 м/с до 1,8 м/с; при 100%-ном открытии заслонки – от 2289,1 м<sup>3</sup>/ч до 4352,0 м<sup>3</sup>/ч со скоростью движения от 0,81 м/с до 1,54 м/с соответственно.



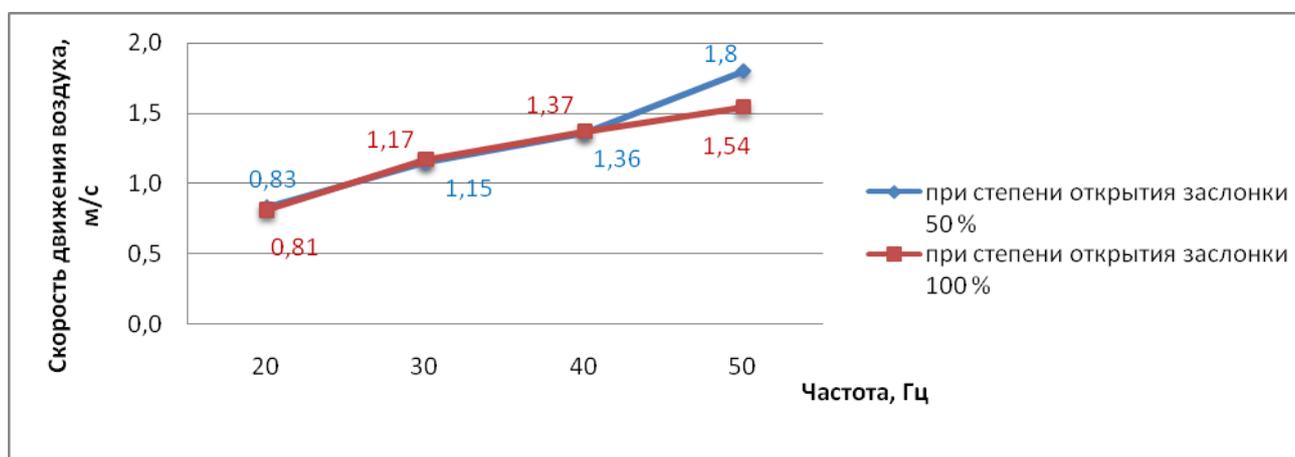
**Рисунок 26 – Зависимость скорости движения воздуха в приточной утепленной шахте при различных режимах работы с распределительным кольцом и диском**



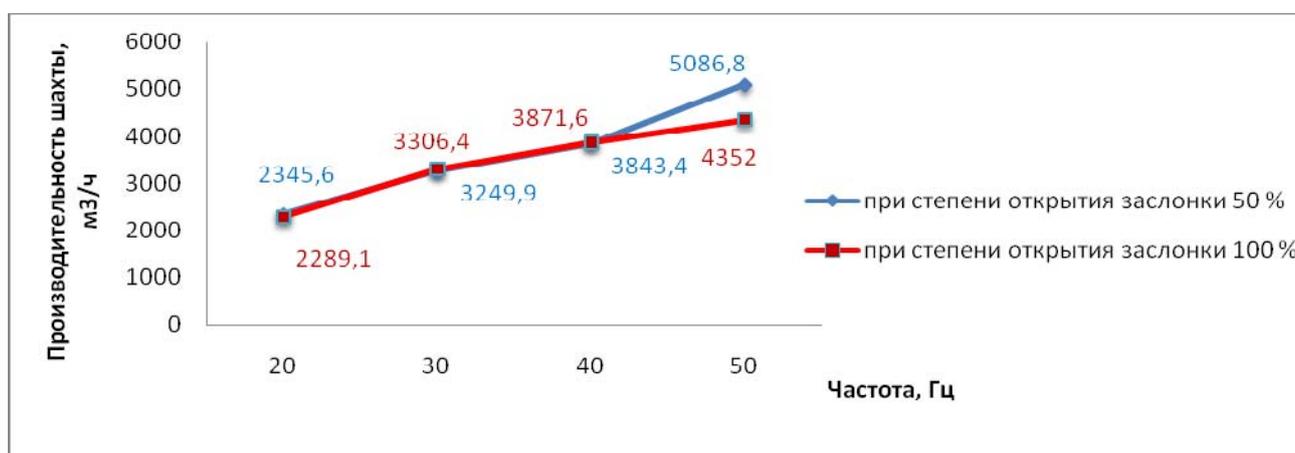
**Рисунок 27 – Зависимость производительности приточной утепленной шахты при различных режимах работы с распределительным кольцом и диском**



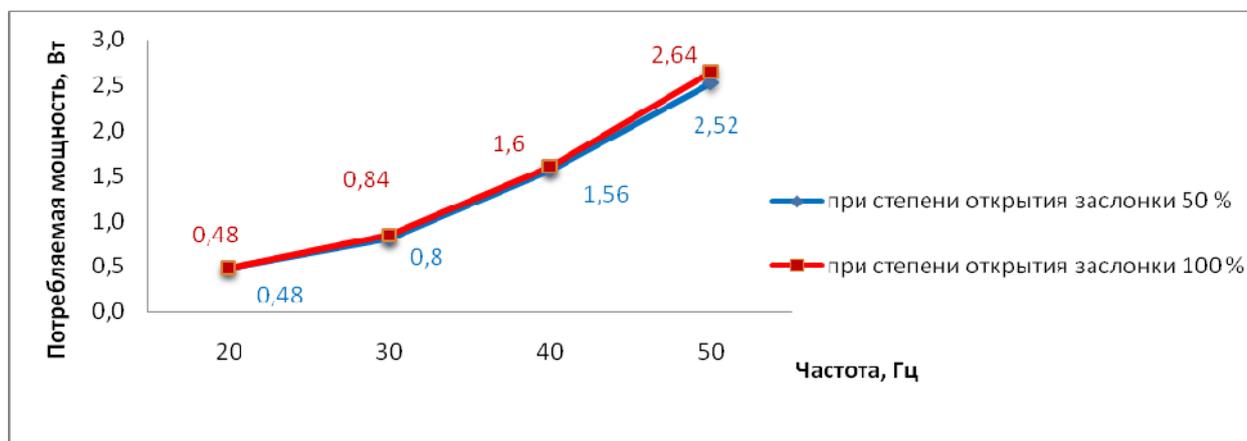
**Рисунок 28 – Зависимость потребляемой мощности электроприводов вентиляторов при различных режимах работы с распределительным кольцом и диском**



**Рисунок 29 – Зависимость скорости движения воздуха в приточной утепленной шахте при различных режимах работы с распределительным кольцом и снятым диском**



**Рисунок 30 – Зависимость производительности приточной утепленной шахты при различных режимах работы с распределительным кольцом и снятым диском**



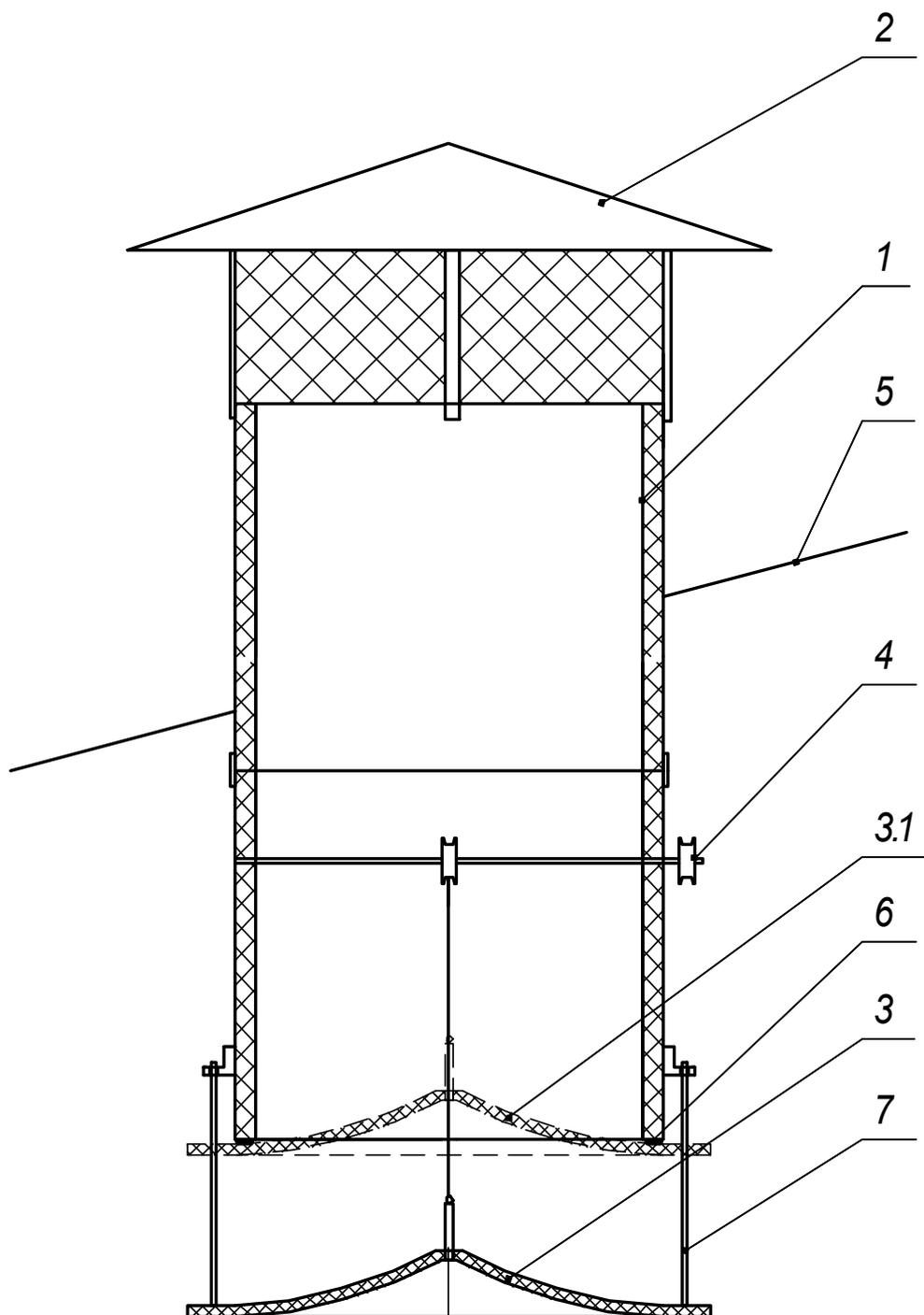
**Рисунок 31 – Зависимость потребляемой мощности электроприводов вентиляторов при различных режимах работы с распределительным кольцом и снятым диском**

### Заключение

1. Установлено, что наружный воздух в шахте распределяется по обеим сторонам диска заслонки с разными объемами и скоростями на выходе из шахты. Неравномерность по длине окружности шахты по этим показателям достигает 40%. Самое высокое сопротивление движению воздуха в шахте оказывает заслонка в диапазоне регулирования от 0° до 90° и минимальное – от 90° до 180°, в результате производительность шахты снижается до 35%.

2. На рисунке 32 представлена рациональная схема утепленной приточной шахты с углом подачи и распределителем приточного воздуха, обеспечивающими во все периоды года дифференцированный воздухообмен, необходимую дальнобойность приточных струй, равномерное, без образования застойных зон, распределение приточного воздуха в местах обитания животных. Конструктивно распределитель приточного воздуха имеет сферически симметричную форму с плавным переходом поверхности к горизонтальной плоскости, прилегающей к торцу нижней секции корпуса шахты с эластичным резиновым кольцом в закрытом положении. Управление линейным перемещением распределителя воздуха может быть автономным, с использованием сервомотора, и централизованным – в зависимости от температуры наружного и внутреннего воздуха.

3. Потребляемая мощность вытяжными электровентиляторами в режимах работы с частотой от 20 Гц до 40 Гц изменяется от 0,4 кВт до 1,6 кВт, а при частоте 50 Гц составляет 2,64 кВт.



1 – корпус; 2 – крыша; 3 – распределитель (положение открыто); 3.1 – распределитель (положение закрыто); 4 – шкив; 5 – опорный лист; 6 – уплотнительное кольцо;  
7 – направляющие

**Рисунок 32 – Схема утепленной приточной шахты с распределителем воздуха**

*16.07.10.*

### Литература

1. Бронфман, Л.И. Микроклимат помещений в промышленном животноводстве и птицеводстве / Л.И. Бронфман. – Кишинев: Штиинца, 1984. – 208 с.
2. Пчелкин, Ю.Н. Устройства и оборудование для регулирования микроклимата в животноводческих помещениях / Ю.Н. Пчелкин, А.И. Сорокин. – М.: Россельхозиздат, 1977. – 216 с.