

*А. В. АРХИПЦЕВ, И. Ю. ИГНАТКИН, М. Г. КУРЯЧИЙ*

## **ЭФФЕКТИВНЫЙ ОХЛАДИТЕЛЬ НОВОЙ КОНСТРУКЦИИ ДЛЯ СВИНОВОДЧЕСКИХ ФЕРМ**

**Ключевые слова:** микроклимат, свиноводство, система мелкодисперсного распыла воды, системы с увлажняющими матами, форсунка высокого давления, энергоэффективность.

**Аннотация.** Проведен анализ систем охлаждения приточного воздуха в системах отопления и вентиляции свиноводческих ферм и комплексов в аспектах технологической и энергетической эффективности. Рассмотрен подвесной водоиспарительный охладитель новой конструкции.

Одним из важнейших условий эффективной работы свиноводческого комплекса является микроклимат, в котором выращиваются животные.

Данный факт обуславливается тем, что биологически заложено отсутствие потовых желез у свиней, а следовательно, они крайне чувствительны к скорости движения воздуха, изменению его температуры, влажности и загрязненности. Это проявляется в снижении репродуктивной функции в организмах животных (снижается осеменяемость свиноматок), также снижению набора привесов.

Отечественными исследователями установлено, что при повышении температуры в помещении для откорма свиней до 30 °С у животных наблюдается снижение среднесуточных приростов с 930 до 550 г. [1]

Не сложно подсчитать, что для свиноводческого комплекса с постановочным поголовьем на откорме 35 000 голов ежемесячные убытки от потери привесов свиней из-за повышенной температуры составят:

$$35\ 000 \cdot (930-550) \cdot 30 \cdot 90 : 1\ 000 = 35\ 910\ 000 \text{ руб./мес.}$$

где 35 000 – единовременная постановка, голов;

930 среднесуточный прирост свиней на откорме при реализации генетического потенциала животных, г.;

550 – среднесуточный прирост свиней на откорме при повышении температуры до 30 °С;

30 – количество дней в месяце;

90 – стоимость 1 кг свинины в живом весе, руб.;

Ежемесячные убытки от потери многоплодия свиноматок из-за повышенной температуры приведут к снижению валового выхода продукции на 15–30 % [2].

Таким образом, обеспечение оптимальных параметров микроклимата является обязательным условием успешного животноводства.

В настоящее время существуют различные методы охлаждения воздуха на свиноводческих предприятиях, которые можно разделить на несколько типов: система с использованием форсунок, система с увлажняемыми матами, сплит-системы.

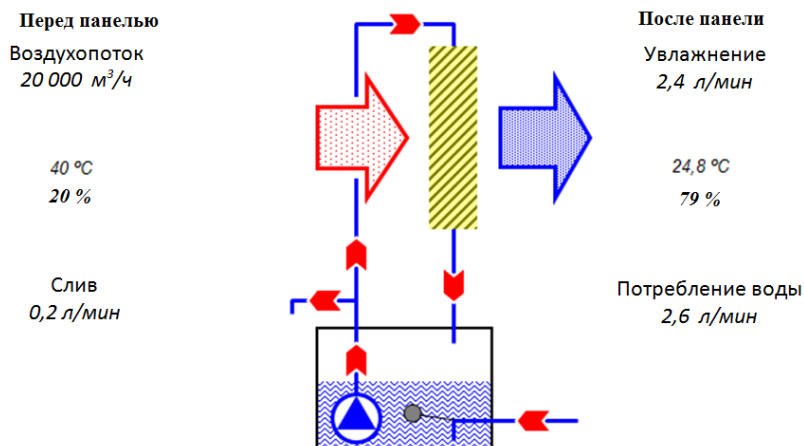


Рисунок 1 – Принципиальная схема работы

Система с использованием форсунок высокого давления способна охладить воздух в помещении до 3 °С, однако система довольно сложна в конструкции и обслуживании, а также дорогостоящая. Система с использованием форсунок низкого давления малоэффективна, так как 3 °С – желаемый результат охлаждения, 1 °С – фактический, но она самая дешевая из предлагаемых [1, с. 22].

Сравнивая имеющиеся системы, мы можем отметить следующую градацию: система распыления воды в зоне щелевого пола с ис-

пользованием форсунок низкого давления 2 Бар (получается дождик с большими, обозримо большими каплями воды); следующие по цене идут системы с кассетами и с форсунками высокого давления – их цены соизмеримы, немного варьируют от комплектности.

Системы с увлажняющими матами могут быть двух типов: с расположением вдоль фасадной стены и с выносными модулями. Они способны охлаждать воздух на 15 °С (в зависимости от параметров наружного воздуха этот показатель колеблется от 12 до 17 °С)

За счет разрежения, создаваемого вытяжными вентиляторами, воздух подается в охладитель. На выходе из него мы получаем охлажденный воздух. Относительная влажность воздуха на выходе не превышает 70–75 % и является допустимым значением для содержания свиней.



Рисунок 2 – Системы с увлажняющими матами (расположение вдоль фасадной стены)

Принцип работы основан на том, что вода поглощает тепло воздуха на испарение. Примером может послужить факт, когда горячий воздух перемещается над морем, морская вода поглощает тепло из него и испаряется, воздух охлаждается. Или когда человек выходит из моря после купания – эффект тот же.

Конструкции систем с увлажняющими матами не адаптированы к российскому климату, т. к. начали первыми использоваться в жарких европейских странах с мягкими зимами, а, следовательно, в России требуется для них дополнительное обслуживание на утепление в зимний период.

Идеально утеплить огромные по площади панели охлаждения трудно, особенно если система вентиляции работает под разрежением (давление в помещении на 20 Па меньше, чем на улице), любая неплотность – источник сквозняка, и такое решение приемлемо не для всех климатических зон РФ.

В зонах с континентальным климатом, когда летом 30–40 °С, а зимой 30–40 °С только со знаком минус, обеспечить хорошее утепление таких проемов затруднительно.

Разработана такая конструкция водоиспарительного охладителя, которая лишена всех вышеперечисленных недостатков.

Система обладает всеми достоинствами водоиспарительного охлаждения. За счет большой поверхности испарения обеспечивает высокую степень насыщения воздуха «сухой» влагой, без отрыва капельной влаги и, как следствие, высокую степень охлаждения [2, с.



20].

Рисунок 3 – Системы с увлажняющими матами (выносные модули)

Охладитель удобен и прост в эксплуатации. Есть возможность монтажа в существующие шахты приточного воздуха и смены кассет. Не требует дополнительных затрат на обслуживание и легко «перестраивается» на зимний период. В этом случае мы прекращаем подачу воды в охладитель и охлаждения воздуха происходить не будет. Увлажняемые кассеты осаждают часть механических загрязнений воздуха, повышая тем самым качество вентиляции.

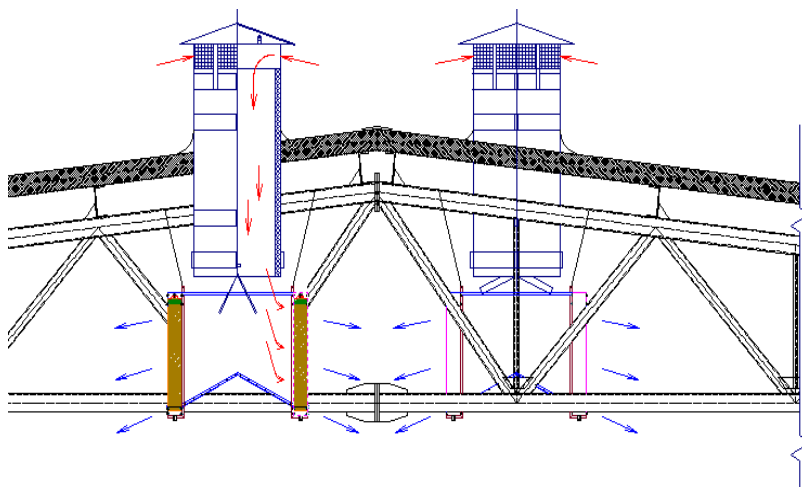
Производительность охладителя во многом зависит от параметров наружного воздуха. В противовес всем существующим систе-

мам, описанным выше, охладитель способен понизить температуру воздуха на 15 °С с минимальными затратами и без потерь тепла зимой.

Для оценки энергетической эффективности рассмотрим корпус откорма свиней размерами 90 x 24 м, высота до нижнего пояса фермы 2,5 м. Постановочное поголовье животных – 2 300 голов. Согласно выполненным расчетам при температуре наружного воздуха +32 °С и для обеспечения температуры в помещении +22 °С потребуется обеспечить удельный объемный воздухообмен на килограмм живой массы 1,45 (м<sup>3</sup>/кг)/ч.

В данном корпусе на откорме находится 2 300 свиней. Удельный объемный воздухообмен на килограмм живой массы в час составляет 1,45 м<sup>3</sup>/кг/ч. Максимальная масса одной свиньи 110 кг. Производительность подвесных охладителей водоиспарительного типа 20 000 м<sup>3</sup>/час.

Требуемое количество охладителей будет равно:



$$2300 \cdot 1,45 \cdot 110 : 20\,000 = 18 \text{ шт.}$$

Рисунок 4 – Схема установки подвесного охладителя

Для обеспечения технологического процесса необходимо установить 2 насоса «Джилекс» производительностью 170 л/мин, напором 9 м, установленная электрическая мощность составит  $4 \cdot 0,4 = 1,6$  кВт. Целлюлозные кассеты очень гигроскопичны, по этой причине насосы включаются периодически. Часовое энергопотребление с учетом коэффициента использования (0,75) получится 1,2 кВт · час.

При установке сплит-системы хладопроизводительность 282 кВт, установленная электрическая мощность такой системы приблизительно 110 кВт, среднее энергопотребление без инверторов 95,9 кВт · час, с инверторами 67,7 кВт · час. При температуре +32 °С оборудование будет работать на полную мощность, часовое энергопотребление составит 110 кВт · час, что в 91,5 раз больше.

В сравнении с остальными системами этот показатель не такой впечатляющий. Система охлаждения с увлажняемыми матами, расположенными вдоль фасадных стен, имеет такое же энергопотребление; система распыления воды с использованием форсунок высокого давления требует установки плунжерного насоса мощностью 2,2 кВт с коэффициентом использования при температуре +32 °С равным 1, что в 1,8 раз больше, чем у предлагаемой системы; распыление воды с помощью форсунок низкого давления использует напор водопроводной сети и дополнительно нагружит насосные станции в среднем на 1 кВт, что на 20 % меньше, чем у предлагаемой системы.

При использовании подвесных охладителей в отопительный период общие потери тепла меньше в среднем на 10 % за счет снижения потерь через ограждающие конструкции.

Установленная тепловая мощность отопительного оборудования для описанной секции откорма в Тамбовской области составит 463 кВт.

Структура тепловых потерь:

- 70–80 % – потери тепла с вентилируемым воздухом;
- 30–20 % – потери через ограждающие конструкции.

Продолжительность отопительного периода Тамбовской области составляет 201 сутки при средней температуре -3,7 °С (согласно СНиП 23-01-99\* «Строительная климатология»). Энергопотребление при этом составит 274 кВт · час за весь отопительный период  $274 \cdot 24 \cdot 217 = 1,42$  ГВт · час, что обойдется в 1,14 млн руб. в год, десятипроцентная экономия составит 114 тыс. руб./год с корпуса.

Из всего вышеизложенного следует, что предложенная система является наиболее эффективной с технологической и энергетической точек зрения, простой по конструкции и в обслуживании.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Ильин И. В., Игнаткин И. Ю., Курячий М. Г. Влияние параметров микроклимата на продуктивность свиней // Перспективное свиноводство: теория и практика. № 3. 2011. С. 21–25.
2. Pigprogress, Volum 21, N 3. 2005. 35 с.

## EFFECTIVE COOLER OF NEW DESIGN FOR PIG FARMS

**Keywords:** *climate, energy efficiency, nozzle of high pressure, pig-breeding, systems with moisturizing mats, the system of fine-dispersed water spraying.*

**Annotation.** *Article contains the analysis of the cooling supply in air heating and ventilation systems of pig farms and complexes in the aspects of technology and energy efficiency. A new suspended water evaporating cooler is considered*

---

**АРХИПЦЕВ АЛЕКСАНДР ВАЛЕРЬЕВИЧ** – доцент кафедры автоматизации и механизации животноводства, Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К. А.Тимирязева, Россия, Москва, (a.v.arkhiptsev@yandex.ru).

**ARHIPTSEV ALEXANDER VALERYEVICH** – docent of the chair of automation and mechanization of farming, Russian state Agricultural University – Moscow Agricultural Academy named after K. A.Timiryazev, Russia, Moscow, (avarkhiptsev@yandex.ru).

**ИГНАТКИН ИВАН ЮРЬЕВИЧ** – доцент кафедры «Сопrotивление материалов и детали машин», Московский государственный агроинженерный университет имени В. П. Горячкина, Россия, Москва, (ignatkinivan@gmail.com).

**IGNATKIN IVAN YURIEVICH** – docent of the chair of the strength of materials and machine parts, Moscow State Agro-Engineering University named after V. P. Goryachkin, Russia, Moscow, (ignatkinivan@gmail.com).

**КУРЯЧИЙ МАКСИМ ГЕННАДЬЕВИЧ** – доцент кафедры технологии и механизации животноводства, Московский государственный агроинженерный университет имени В. П. Горячкина, Россия, Москва, (kmg-79@mail.ru).

**KURYACHY MAXIM GENNADYEVICH** – docent of the chair of technology and mechanization of farming, State Agro-Engineering University named after V. P. Goryachkin, Russia, Moscow, (kmg-79@mail.ru).

---