

ОТЗЫВ

официального оппонента, доктора сельскохозяйственных наук, главного научного сотрудника – заведующего отделом микроклимата и производственных процессов ФНЦ «ВНИТИП» РАН Скляра Алексея Владимировича на диссертационную работу Пуган Алексея Александровича на тему «Повышение энергоэффективности вентиляционного оборудования для свиноводства при отрицательных наружных температурах», представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 4.3.1. Технологии, машины и оборудование для агропромышленного комплекса.

Актуальность темы диссертации

Рост числа свиноводческих комплексов в последнее время привёл к тому, что значительно увеличилось потребление газа и других энергоресурсов в свиноводстве. Надо отметить, что свиноводство, является довольно энергоёмким направлением и значительная часть энергоресурсов тратится на создание оптимального микроклимата для животных.

На рынке вентиляционного оборудования представлено российское и иностранное оборудование, и исследованию вопроса энергосбережения посвящено значительно количество научных трудов. Но, вопрос стабильной работы и эксплуатации вентиляционного оборудования, в условиях низких наружных температур, не решён в полной мере до сих пор. И, как следствие, использование энергосберегающего оборудования на свиноводческих комплексах не носит массового характера, а скорее экспериментальное, точечное применение.

Таким образом, выбор научного подхода и формирование математической модели работы энергосберегающего оборудования в условиях низких наружных температур имеет важное значение для повышения эффективности такого оборудования и его массового внедрения на свиноводческих комплексах.

Научная новизна, обоснованность и достоверность научных положений, выводов и итоговых рекомендаций диссертационной работы

Научная новизна работы заключается, в разработке методики и математической модели расчета работы рекуператора и его регенерации в условиях низких наружных температур и возможного инееобразования в вытяжном канале. Предложенная методика ориентирована для расчёта энергосберегающего оборудования на свиноводческих комплексах.

Представленные в работе научные положения, предложения и выводы получены на основании анализа результатов экспериментальных исследований и систематизации знаний по исследуемой проблеме на основе фундаментальных законов и положений по теории теплопередачи, термодинамики, теоретических законов теплотехники, математического и физического моделирования. На основе выполненных аналитических и экспериментальных исследований даны рекомендации по разработке рекуператоров с возможностью работы оборудования при инееобразовании в вытяжном канале.

Обоснованность и достоверность научных положений, выводов и рекомендаций, сформулированных в диссертации, обусловлены посредством сопоставления расчетных и экспериментальных результатов работы рекуператора, с использованием современного программного обеспечения и методов численного моделирования.

Изложенные соискателем научные и практические рекомендации, положения и выводы являются новыми и полностью вытекают из содержания диссертации, они аргументированы и подтверждаются большим объемом теоретических и экспериментальных данных, полученных в ходе исследований, проведенных соискателем.

В первом выводе заключения диссертации автором констатируется результат проделанной работы по разработке методики и математической модели работы рекуператора в условиях обмерзания вытяжного канала и его регенерация, подробно описанные во второй главе диссертации.

Во втором выводе обобщаются возможности, разработанной автором математической модели, которая позволяет: - прогнозировать количество теплоты, передаваемой от вытяжного воздуха приточному; - прогнозировать количество инея, образующегося в вытяжном канале и длительность режима регенерации; - прогнозировать производительность рекуператора при обмерзании вытяжного канала. Такое обобщение стало возможным в результате учета большого количества влияющих факторов и рассмотрения изменения процессов в рекуператоре в зависимости от времени его работы в режиме «рекуперация – регенерация».

Третий вывод посвящен оценке достоверности расчетов по разработанной математической модели в сравнении с результатами экспериментальных данных для режимов «сухой» работы, «с образованием конденсата» и режима «с образованием

инея». Данные результаты описаны автором в четвёртой главе и показывают хорошую достоверность результатов, полученных по разработанной модели.

В четвертом выводе приводятся расчетные значения коэффициента эффективности утилизации теплоты, для работы рекуператора при различных режимах работы: «сухой», «с образованием конденсата» и «с образованием инея», которые получены автором по результатам исследований.

Пятый вывод касается расчётной экономии теплоты, которую удалось получить на основе сравнения результатов математической модели тепловлажностного баланса и экспериментальных данных. Приведенные данные обосновываются результатами анализа в четвёртой главе и подтверждают эффективность рекуперации теплоты в вентиляционных системах.

В шестом и седьмом выводах показано практическое назначение разработки и перспективы ее применения.

Восьмой вывод посвящен изложенным в четвертой главе рекомендациям для конструирования и организации работы рекуператора в условиях отрицательных наружных температур. Рекомендации были сделаны с учетом проведённых автором исследований и полученных результатов.

Представленные в заключении диссертации выводы обоснованы и сомнений не вызывают.

Ценность выполненной работы для науки и практики

Ценность выполненной работы для науки заключается в предложенной математической модели и методике расчета работы рекуператора и его регенерации в условиях отрицательных наружных температур при возможном инеобразованием в вытяжном канале рекуператора.

Практическая ценность работы представлена разработанной методикой расчета энергоэффективной производительности рекуператора при отрицательных наружных температурах, рекомендациям по его конструкционным особенностям для последующего расчета общей ресурсосберегающей системы вентиляции и воздухообмена в животноводческих комплексах.

Ценность полученных результатов исследований и разработанных решений обосновывается их практическим применением в ООО «Куединский мясокомбинат», ООО «Кампоферма», ООО «Агровент-М», что подтверждается соответствующими актами.

Оценка содержания диссертационной работы

Диссертационная работа представлена в рукописи на 177 страницах и состоит из введения, четырёх глав, содержащих 80 рисунков, 21 таблицу, заключения, списка литературы (включает 113 наименований, в том числе 18 - на иностранном языке) и 1 приложения с 4 актами.

Во введении отражена краткая характеристика работы, обоснована ее актуальность, указаны объект, предмет и методы исследований, их научная новизна и практическая значимость для повышения энергоэффективности вентиляционного оборудования.

В первой главе «Состояние вопроса, постановка задачи исследования» представлен анализ и обзор литературных источников, рассматривающих известные методики построения математических моделей и математические модели работы рекуператоров в условиях низких наружных температур, так же проведён анализ моделей рекуператоров и способов борьбы с обмерзанием рекуператоров, сделаны выводы по работе и сформулированы задачи научных исследований.

Во второй главе «Математическое моделирование процесса теплообмена» предложена математическая модель работы рекуператора, учитывающая расчёт режимов работы с учётом «сухой» работы, режима «с образованием конденсата» и режима «с образованием инея», а также расчёт режима регенерации рекуператора. Математическая модель основана на известном представлении протекающих процессов, использует известные аналитические зависимости из теории теплотехники. По результатам проделанной работы сформулированы выводы, достоверность которых не вызывает сомнений.

В третьей главе «Результаты расчёта математической модели» содержатся результаты исследований для работы рекуператора с учётом режимов: «сухой» работы, «с образованием конденсата», «с образованием инея», а также результаты расчёта режима регенерации рекуператора. По результатам проведённых расчётных исследований сделан анализ эффективности работы системы вентиляции с рекуперацией по коэффициенту эффективности утилизации теплоты и производительности рекуператора. Максимальное расчётное значение коэффициента эффективности утилизации теплоты, на режиме «с образованием конденсата», составило 0,53. По результатам проделанной работы сформулированы выводы, которые обобщают возможности предложенной математической модели, доводы и

достоверность этих выводов не вызывает сомнений.

В четвертой главе «Испытания рекуператора тепла» приводится методика экспериментальных исследований и условия испытаний рекуператора. Описываются результаты замеров микроклимата в помещении, где установлен рекуператор при работе: в летний, переходный и зимний периоды. Представлен анализ результатов испытаний рекуператора, оценка экономии теплоты при использовании рекуператора в системе вентиляции. Сформулированы рекомендации по конструированию и проектированию рекуператора, работающего в условиях отрицательных температур. Максимальное фактическое значение коэффициента эффективности утилизации теплоты, на режиме «с образованием конденсата», составило 0,51.

Подтверждение публикации результатов диссертационной работы и соответствие автореферата содержанию диссертации

По результатам исследований были подготовлены доклады, которые обсуждены на научно-практических конференциях. Опубликовано 8 научных работ, в том числе 4 статьи в изданиях, включенных в перечень ВАК РФ, в которых отражены основные научные результаты.

Обзор и анализ опубликованных материалов позволяют утверждать, что публикации в научной печати достаточно полно отражают содержание и основные результаты диссертации.

Автореферат диссертации представлен на 19 страницах и включает в себя общую характеристику работы, основное содержание работы, заключение, рекомендации и перспективы дальнейшей разработки темы и список работ, опубликованных по теме диссертации. Основные положения, научные результаты, выводы и содержание автореферата в основном соответствуют содержанию и направленности диссертационной работы.

Замечания по диссертационной работе.

По диссертационной работе необходимо отметить следующие недостатки:

1. В работе не рассматривается возможность применения предложенной математической модели и методики для расчёта систем отопления и вентиляции помещений содержания КРС или птицы, что увеличило бы ее практическую ценность.

2. В работе не раскрыто, будет ли сохраняться правомерность предложенного подхода для рекуператоров другого конструктивного исполнения (с большей или меньшей производительностью, с горизонтальным расположением теплообменного

модуля и т.д.).

3. При проведении испытаний не указывается, делался ли замер количества влаги, которая образуется при таянии инея. При этом, в расчётах принималось допущение, что вся влага должна испариться на режиме регенерации. Как это проверялось?

4. Не уделено внимание в работе такому явлению, как загрязнение вытяжного канала. Как это явление отразится на эффективности рекуператора в процессе эксплуатации.

5. В тексте диссертационной работы и автореферате имеются грамматические и орфографические ошибки, опечатки.

6. Не все рисунки с графиками в тексте диссертации имеют отчетливое индивидуальное обозначение каждой кривой, отображающей исследуемый параметр, в отличие от цветных графиков, приведенных в автореферате. Это усложняет восприятие.

7. В главе 2, на странице 40 вместо ссылки на источник [1] – необходимо указать [27], в главе 4, на странице 151 вместо ссылки на источник [69] – необходимо указать [65].

8. По оформлению:

- в главе 3, на странице 119, в описании к рисунку 3.27 для температуры $-16,4\text{ }^{\circ}\text{C}$ вместо зоны «с образованием конденсата» необходимо указать «с образованием инея»,
- в главе 4, на странице 127 ссылки на рисунки должны быть не 4.2, а 4.3.

Вместе с тем, приведенные замечания не снижают научной ценности выполненных автором исследований, часть из них носит дискуссионный характер и направлена на улучшение представления полученных результатов исследования.

Автор диссертации показал умение формулировать проблему, комплексно искать пути ее решения, применяя современные методы научных исследований, развил методологию проведения теоретических и экспериментальных исследований по данному направлению, получил положительные результаты, которые внедрены на производственных площадках. Стиль изложения диссертации соответствуют современным требованиям.

Заключение по диссертации

Диссертационная работа Путан Алексея Александровича «Повышение

