ГРНТИ 67.53.25
УДК 697.921.47

ВНЕДРЕНИЕ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНЫХ ВЕНТИЛЯЦИОННЫХ СИСТЕМ КАК ОДНО ИЗ УСЛОВИЙ УСТОЙЧИВОГО РАЗВИТИЯ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОГО ПРЕДПРИЯТИЯ

Н.В. Лобикова, О.М. Лобикова, С.Д. Галюжин
Белорусско-Российский университет, г. Могилев, Республика Беларусь

Аннотация. Обоснована необходимость уменьшения потерь тепловой энергии при вентиляции зданий сельскохозяйственного назначения. Разработана методика оценки эффективности применения рекуператоров в системах вентиляции животноводческих зданий. Методика учитывает как утилизацию тепловой энергии в рекуператоре, так и затраты электроэнергии для преодоления аэродинамического сопротивления вентиляционной системы, обусловленные установкой рекуператора. Показана перспективность применения современных систем вентиляции, содержащих рекуператор, в животноводческих зданиях.

Ключевые слова: система вентиляции; строительство; рекуператор; энергосбережение; сельскохозяйственное предприятие, устойчивое развитие.

IMPLEMENTATION OF ENERGY EFFICIENT VENTILATION SYSTEMS AS ONE OF THE SUSTAINABLE DEVELOPMENT CONDITIONS OF AGRICULTURAL ENTERPRISE

N.V. Lobikova, O.M. Lobikova, S.D. Galyuzhin
Belarussian-Russian University, Mogilev, Republic of Belarus

Abstract. The necessity of reducing heat energy losses during ventilation of agricultural buildings has been substantiated. A method for evaluating the effectiveness of the use of heat exchangers in the ventilation systems of livestock buildings has been developed. The method takes into account both the utilization of heat energy in the heat exchanger and the energy costs to overcome the aerodynamic resistance of the ventilation system caused by the installation of the heat exchanger. The prospects of the use of modern ventilation systems containing a heat exchanger in livestock buildings are shown.

Keywords: ventilation system; building; recuperator; energy saving; agricultural enterprise, sustainable development.

Электронная библиотека Белорусско-Российского университета
http://e.biblio.bru.by/

Активные процессы глобализации экономики неизбежно вызывают интенсивное развитие конкурентной среды во всех сферах деятельности человека, в том числе и в аграрном секторе экономики. При этом остро встают вопросы конкурентоспособности продукции отечественного производителя. Для повышения конкурентоспособности продукции необходимо достижение ею не только высоких качественных показателей, соответствующих мировым стандартам, но и соответствующих показателей стоимости, что неизменно вызывает требование снижения затрат на производство. Одновременно нельзя упускать тот фактор, что белорусская деревня служит основой продовольст-венной безопасности страны [1]. Поэтому вопросы устойчивого развития сельского хозяйства страны являются особенно актуальными.

Одним из главных приоритетов аграрной политики в соответствии с Концепцией Национальной стратегии устойчивого социально-экономического развития Республики Беларусь до 2030 года названа экологизация сельскохозяйственного производства [2]. Необходимо понимать экологизацию не только как область развития органического земледелия и создания высокоэффективных и не нарушающих экосистему препаратов для сельского хозяйства, но также внедрение в практику применения при строительстве и реконструкции сельскохозяйственных предприятий современных энергоэффективных, экологичных технологий.

Важный фактор организации животноводческого производства – обеспечение в производственном помещении необходимых для содержания животных и комфортной и эффективной трудовой деятельности человека параметров микроклимата [3]. Среди основных характеристик качества воздуха в животноводческом помещении можно выделить его физические параметры, химический и биологический составы [4]. Для организации требуемого микроклимата необходимо наличие эффективно действующей системы вентиляции.

При промышленном содержании животных вопросы обеспечения требуемых показателей микроклимата еще больше обостряются из-за содержания большого количества особей в ограниченном пространстве. При этом нарушение показателей микроклимата животноводческого помещения сказывается на продуктивности и интенсивном росте животного и, как следствие, негативно влияет на показатели эффективности производства.

В животноводческом помещении в связи с высокой плотностью содержания животных на единице площади возникают проблемы роста концентрации вредных газов, таких как сероводород, аммиак, углекислый газ, и необходимости их удаления из помещения. Решение данной проблемы путем вентиляции животноводческого помещения приводит к потерям энергоресурсов на компенсацию удаляемого вместе с загрязненным воздухом тепла [3]. Подобная ситуация при дейст-

Электронная библиотека Белорусско-Российского университета
http://e.biblio.bru.by/

вующих ценах на энергоносители является расточительной и приводит к снижению показателей эффективности сельскохозяйственного производства.

Проблема может быть решена установкой в систему вентиляции рекуператора. Рекуператор (отлат. *Recuperator* – получающий обратно, возвращающий) – теплообменник, позволяющий передать тепло от удаляемого в окружающую среду загрязненного воздуха к приточному воздуху, поступающему из атмосферы. В нем теплообмен между приточным и удаляемым воздухом осуществляется непрерывно через разделяющую их стенку. В качестве примера рассмотрим систему вентиляции животноводческого помещения, в котором подачи приточного воздуха $L_{пр}$ и удаляемого из помещения воздуха $L_{уд}$ равны и составляют $50 \cdot 10^3$ м^3/ч = 13,89м^3/с [4]. Если вентиляционная система эксплуатируется в зимний период при температурах приточного воздуха $T_{пр}$ = -20 ^{0}С = 253,15 К и удаляемого воздуха $T_{уд}$ = 18 ^{0}С = 291,15 К, то внутренняя удельная (отнесенная к единице времени) энергия приточного $e_{пр}$ и удаляемого $e_{уд}$ воздуха составит $e_{пр} = 4{,}57 \cdot 10^6$ Дж/с $\approx 1{,}1 \cdot 10^{-3}$ Гкал/с; $e_{уд} = 5{,}03 \cdot 10^6$ Дж/с $\approx 1{,}2 \cdot 10^{-3}$ Гкал/с [4]. Получаем, что при разнице удельных энергий $\Delta e = e_{уд} - e_{пр} = 0{,}1 \cdot 10^{-3}$ Гкал/с ежесекундно в окружающую среду выбрасывается $0{,}1 \cdot 10^{-3}$ Гкал. За восьмичасовую смену ($28{,}8 \cdot 10^3$ с) при постоянно работающей вентиляции потери составят $\Delta e_{см}$ = 2,88 Гкал. При действующих ценах на энергоносители потери за смену из-за нерационального построения системы вентиляции будут составлять 234,5 BYN [4]. За месяц (при необходимости круглосуточного поддержания требуемых параметров микроклимата в животноводческом помещении) такие потери составят 21105 BYN.

В качестве примера рассмотрим эффективность установки широко применяемого в Европе рекуператора типа Klingenburg. Основные температурные показатели данного рекуператора взяты из технической характеристики [5] и приведены в таблице 1.

Таблица 1 – Основные температурные показатели рекуператора Klingenburg

Точка измерения температуры	Температура воздуха, ^{0}С (К)	
	Приток	Удаление
Вход	-20 (253,15)	+18 (291,15)
Выход	+4 (277,15)	-6 (267,15)

Внутренняя удельная энергия приточного $e_{пр.рк}$ и удаляемого $e_{уд.рк}$ воздуха после прохождения рекуператора составит $e_{пр.рк} = 5{,}0 \cdot 10^6$ Дж/с $\approx 1{,}2 \cdot 10^{-3}$ Гкал/с и $e_{уд.рк} = 4{,}82 \cdot 10^6$ Дж/с $\approx 1{,}15 \cdot 10^{-3}$ Гкал/с. Тогда $\Delta e_{рк} = e_{уд.рк} - e_{пр.рк} = 0{,}05 \cdot 10^{-3}$ Гкал/с [4]. За 8-часовую смену при постоянно работающей вентиляции с рекуператором будет выбрасываться $\Delta e_{рк \cdot см}$ =1,44 Гкал, т. е. потери тепловой энергии будут в 2 раза меньше, чем без рекуператора.

Электронная библиотека Белорусско-Российского университета
http://e.biblio.bru.by/

При этом при установке рекуператора увеличивается аэродинамическое сопротивление вентиляционной установки. Потери давления Δp на пневмолиниях притока и удаления в рекуператоре примерно равны и составляют $\Delta p_{пр}=\Delta p_{уд}=300$ Па [4]. Мощность потерь в рекуператоре $P_{пот}$ с учетом, что $L_{пр} = L_{уд}$ [6] составит $P_{пот} = 8334$ Дж/с = 8,334 кВт [4].За смену ($28{,}8\cdot10^3$с) потери составят 66,7 кВт·ч. При расчетах потерь электрической энергии при установке рекуператора с учетом КПД вентилятора 85…88 % [7] затраты электрической энергии будут больше и составят 77,1 кВт·ч за 8-часовую смену. При стоимости 1 кВт·ч электроэнергии в промышленности в 2018 году, равной 0,24048 BYN, на преодоление аэродинамических сопротивлений в рекуператоре будет дополнительно затрачиваться 18,54 BYN [4].

При этом в самом рекуператоре возникают потери мощности. Связано это со следующими обстоятельствами. С точки зрения аэродинамики рекуператор представляет собой аэродинамическое сопротивление, при преодолении которого из-за увеличенного внутреннего трения в воздухе происходит нагрев этого воздуха. Данное явление учтено производителем рекуператора в температурных показателях таблицы 1. Из-за наличия данных потерь 10,4 кВт·ч электрической энергии за смену в обоих вентиляторах будет превращаться в тепловую энергию. При этом будут нагреваться электродвигатель вентилятора, рабочее колесо и корпус вентилятора, а также воздух в вентиляторе. Удаляемый воздух будет дополнительно нагреваться до рекуператора и примерно половину данной тепловой энергии отдавать приточному воздуху. На пневмолинии притока вентилятор установлен после рекуператора, поэтому все тепло от приточного вентилятора будет отдаваться приточному воздуху (при соответствующем утеплении стенок корпуса вентилятора). То есть около ¾ тепловой энергии, образующейся от работы вентиляторов, будет отдаваться приточному воздуху, поступающему в животноводческое помещение. С учетом того, что 1 Гкал=$1{,}16\cdot10^3$ кВт·ч, получим, что за смену приточному воздуху будет дополнительно отдано $6{,}72\cdot10^{-3}$ Гкал тепла, а в стоимостном выражении – 0,547 BYN. Тогда действительные потери на преодоление аэродинамических сопротивлений в рекуператоре будут равны примерно 18 BYN [4].

Соответственно, потери энергии в стоимостном выражении при использовании вентиляции без рекуператора за 8-часовую смену составят 234,5 BYN, а при установке рекуператора – 135,25 BYN.

Таким образом, при установке рекуператора экономия на приобретение тепловой энергии, расходуемой на отопление цеха, за 8-часовую смену будет составлять 99,25 BYN. В холодный период года в месяц при круглосуточной работе экономия будет достигать 17865 BYN.

Электронная библиотека Белорусско-Российского университета
http://e.biblio.bru.by/

При оценке эффективности установки рекуператора учли удорожание вентиляционной установки (таблица 2).

Таблица 2 – Оценка эффективности установки рекуператора

Статья расходов, показатель	Значение показателя
Стоимость рекуператора Klingenburg	8400 Евро / 20220 BYN
Затраты на усложнение корпуса установки	170 Евро / 409 BYN
Экономия на отопление за месяц при применении рекуператора	7417 Евро / 17865 BYN
Срок окупаемости	1,16 месяца

Срок окупаемости проекта рассчитан исходя из того, что все время (1,16 месяца) будут низкие температуры атмосферного воздуха, что характерно для районов России и Беларуси. При более высоких температурах воздуха в зимнее время срок окупаемости проекта будет в пределах одного отопительного сезона.

Разработанная методика оценки эффективности применения рекуператоров в системах вентиляции животноводческого помещения в стоимостном выражении учитывает потери энергии из-за увеличения аэродинамического сопротивления вентиляционной системы при установке рекуператора. В холодное время года установка рекуператора позволяет достичь экономии при круглосуточной работе более 17,8 тыс. BYN в месяц (более 7 тыс. евро). Потому при строительстве и реконструкции зданий целесообразно проектировать системы вентиляции с устройствами рекуперации тепла.

Повышение эффективности инвестиций в строительство на селе проявляется по разным направлениям. Это решающее условие обеспечения устойчивых темпов расширенного воспроизводства, материальная основа ускорения научно-технического прогресса, одно из основных условий повышения производительности труда в сельскохозяйственном производстве [8]. Значительный рост эффективности инвестиций в сельское строительство оказывает воздействие на повышение результативности использования всего ресурсного потенциала отрасли и позволит обеспечить повышение конкурентоспособности продукции.

Список литературы

1. Лобикова О.М., Лобикова Н.В., Галюжин С.Д. Обеспечение продовольственной безопасности как фактор, определяющий будущее цивилизации // Современные проблемы и тенденции развития экономики и управления: сб. научн. трудов по материалам международной научно-практ. конф. – Брянск: Изд-во ФГБОУВО «Брянский государственный инженерно-технологический университет», 2017. – С. 104-109.

2. Национальная стратегия устойчивого социально-экономического развития Республики Беларусь на период до 2030 года. – Минск: Изд-во ГНУ «НИЭИ Мин. экономики Респ. Беларусь», 2015. – № 4 (214). – 100 с.

Электронная библиотека Белорусско-Российского университета
http://e.biblio.bru.by/

3. Игнаткин И.Ю. Оптимизация эффективности утилизации теплоты воздухо-воздушного рекуператора // Вестник Федерального государственного образовательного учреждения высшего профессионального учреждения образования «Московский государственный агроинженерный университет им. В.П. Горячкина» – М.: Изд-во Российский государственный аграрный университет – МСХА им. К.А. Тимирязева, 2018. – № 1. – С. 34-39.

4. Галюжин С.Д. Целесообразность использования современных энергосберегающих систем вентиляции при строительстве и реконструкции зданий / Лобикова Н.В., ЛобиковаО.М., Галюжин А.С. // Вестн. науки и обр. Северо-Зап. России. – 2018. – Т. 4. – № 4. – С. 1-8.

5. Каталог оборудования Klingenburg. Рекуперация тепла пластинчатыми теплообменниками. – [Электронный ресурс]. – URL: https://www.c-o-k.ru/library/catalogs/klingenburg/10825 (дата обращения 01.12.2018).

6. Альтшуль А.Д., Животовский Л.С., Иванов Л.П. Гидравлика и аэродинамика: учебник для студентов вузов. – М.: Изд-во Стройиздат, 1987. – 414 с.

7. Караджи В.Г., Московко Ю.Г. О высоком КПД вентиляторов и эффективности вентиляционных систем [Электронный ресурс]. – URL: https://www.abok.ru/for_spec/articles.php?nid. (дата обращения 01.12.2018).

8. Лобикова О.М., Лобикова Н.В. Энергосбережение в сельском хозяйстве: экологический аспект // Приоритетные векторы развития промышленности и сельского хозяйства: материалы I международной научно-практ. конф. – Макеевка: Изд-во ГОУВПО «Донбасская аграрная академия», 2018. – С. 127-131.

Электронная библиотека Белорусско-Российского университета
http://e.biblio.bru.by/

ГРНТИ 68.75.81.
УДК 657.6

ОСОБЕННОСТИ АУДИТА ГОДОВОЙ ОТЧЕТНОСТИ В ОРГАНИЗАЦИИ

И.С. Лушникова
ФГБОУ ВО «Курганская государственная сельскохозяйственная академия имени Т.С. Мальцева», г. Курган, Россия

Аннотация. Рассмотрена роль аудита годовой бухгалтерской отчетности в финансовой деятельности организаций. Особое внимание уделено последовательности проведения проверки и разработке основных направлений по улучшению аудита годовой отчетности.

Ключевые слова: бухгалтерский учёт, аудит, бухгалтерская отчетность, международные стандарты.