ГОСАГРОПРОМ СССР

ПОДОТДЕЛ ПРОЕКТНЫХ ОРГАНИЗАЦИЙ
ГИПРОНИСЕЛЬХОЗ

РЕКОМЕНДАЦИИ

ПО РАСЧЕТУ И ПРОЕКТИРОВАНИЮ СИСТЕМ ОБЕСПЕЧЕНИЯ МИКРОКЛИМАТА ЖИВОТНОВОДЧЕСКИХ ПОМЕЩЕНИЙ С УТИЛИЗАЦИЕЙ ТЕПЛОТЫ ВЫБРОСНОГО ВОЗДУХА

Москва — 1987

gost.e-ecolog.ru

Госагропром СССР
Подотдел проектных организаций
Гипронисельхоз

Р Е К О М Е Н Д А Ц И И
по расчету и проектированию систем обеспечения микроклимата животноводческих помещений с утилизацией теплоты выбросного воздуха

Утверждена
Подотделом проектных организаций
Госагропрома СССР 16 февраля 1987 года

Москва - 1987

В рекомендациях приведены требования к конструкции теплоутилизаторов, проектированию и автоматизации систем обеспечения микроклимата (СОМ) животноводческих помещений с утилизацией теплоты выбросного воздуха. Изложены методика расчета тепловлажностного баланса и методика технико-экономического расчета и выбора оптимального варианта СОМ с учетом специфических особенностей применения различного типа тепловентиляционного, электротермического, теплоутилизационного оборудования и уровня теплозащиты ограждающих строительных конструкций животноводческого здания. Дано описание блок-схемы программы расчета на комплексе АРМ-С на базе ЭВМ СМ-1420.

Рекомендации предназначены для использования специалистами проектных, научно-исследовательских, конструкторских и производственных организаций при расчете, конструировании, проектировании и применении систем обеспечения микроклимата с утилизацией теплоты выбросного воздуха животноводческих помещений.

Рекомендации разработаны институтами "Гипронисельхоз" (Антонов П.П., Павлов Ф.С.), МИМСХ г.Мелитополь (Лебедь А.А., Рубцов Н.А.).

В рекомендациях использованы результаты государственных испытаний специально разрабатываемых для животноводства теплоутилизаторов с промежуточным теплоносителем "Агроклимат" - разработчик ВИЭСХ и на тепловых трубках УТФ-12 - разработчик ГСПКБ по микроклимату (г.Брест).

I. ОБЩАЯ ЧАСТЬ

I.I. Рекомендации распространяются на расчет и проектирование систем обеспечения микроклимата (СОМ) животноводческих помещений с утилизацией теплоты выбросного воздуха и могут применяться как при новом строительстве, так и при реконструкции животноводческих объектов.

I.2. Рекомендации разработаны с учетом норм технологического проектирования предприятий крупного рогатого скота [I] и свиноводческих предприятий [2] и отражают специфику расчета и проектирования СОМ с утилизацией теплоты выбросного воздуха.

I.3. Документы, регламентирующие порядок расчета, выбор исходных данных, технико-экономические показатели строительных конструкций, оборудования систем вентиляции и электротеплоснабжения, а также другие величины, требуемые для обоснования наиболее экономичного варианта СОМ с утилизацией теплоты выбросного воздуха, сведены в специальные таблицы переменных и постоянных величин.

I.4. Технико-экономическими предпосылками применения теплоутилизаторов для СОМ животноводческих помещений являются:

возрастающий дефицит органического топлива и необходимость максимальной экономии энергозатрат [3,4];

специфика животноводческих помещений как объектов теплопотребления, характеризующихся значительными тепловыделениями от поголовья животных;

низкая среднегодовая загрузка теплогенерирующего оборудования, высокие потери теплоты в теплосетях, потери топлива при транспортировке по сельским дорогам и хранении, приводящие к резкому снижению эффективности систем теплоснабжения ферм на базе мелких котельных на твердом топливе [5, 6].

2. ТРЕБОВАНИЯ К ТЕПЛОУТИЛИЗАТОРАМ ПРИМЕНЯЕМЫМ В СОМ ЖИВОТНОВОДЧЕСКИХ ПОМЕЩЕНИЙ

2.1. При проектировании СОМ животноводческих помещений могут быть применены два вида утилизаторов теплоты выбросного воздуха - теплоутилизаторы непосредственного действия и с промежуточным теплоносителем.

2.2. В соответствии с классификацией теплоутилизаторов непосредственного действия [7] в СОМ животноводческих помещений рекомендуется принимать воздухоздушные теплоутилизаторы рекуперативного типа.

2.3. Теплоутилизаторы регенеративного типа в связи с наличием в животноводческих помещениях болезнетворных микробов и вирусов, способных активно размножаться в теплогенерирующем слое или насадке, не рекомендуются к применению в СОМ животноводческих помещений.

2.4. Рекуперативные теплоутилизаторы непосредственного действия подразделяются в зависимости от конструкции и материала теплообменных поверхностей на пластинчатые, трубчатые, пленочные и др.

2.5. Теплоутилизаторы с промежуточным теплоносителем рекуперативного типа подразделяются в зависимости от степени фазового превращения принимаемого рабочего вещества на жидкостные, с наличием циркуляционного контура и насосом для перекачки незамерзающей жидкости; на тепловых трубках и тепловые насосы, в которых циркуляция рабочего вещества осуществляется компрессором.

2.6. Серийные теплоутилизационные установки должны выпускаться комплектно с вентиляционным оборудованием и станцией управления в соответствии с позициями в системе машин для животноводства и зоотехническими требованиями.

2.7. Коэффициент эффективности теплообмена серийно выпускаемых теплоутилизационных установок должен быть не менее 0,45.

2.8. В паспорте на теплоутилизационную установку должны быть указаны все конструктивные, теплотехнические и аэродинамические характеристики теплоутилизаторов в зависимости от изменения параметров первичного и вторичного теплоносителей.

2.9. Конструкция теплоутилизаторов должна предусматривать возможность защиты теплообменных поверхностей от замерзания конденсата и образования "снеговой шубы", а также постоянного отвода конденсата в канализацию.

2.10. Конструкция теплоутилизаторов должна предусматривать свободный доступ к теплообменным поверхностям для возможности их очистки, а также к другим узлам и деталям с целью их регулярного обслуживания, ремонта и замены.

2.II. Все требования к серийному теплоутилизационному оборудованию распространяются и на непромышленные теплоутилизационные установки с большим количеством нестандартных элементов. Дополнительно к этим требованиям необходимо также наличие утвержденных методических материалов по их расчету и конструированию с указанием специальных требований в соответствии с их конструктивными особенностями.

3. ТРЕБОВАНИЯ К ПРОЕКТИРОВАНИЮ СОМ С УТИЛИЗАЦИЕЙ ТЕПЛОТЫ ВНУТРЕННЕГО ВОЗДУХА

3.I. Выбор СОМ животноводческих помещений с утилизацией теплоты выбросного воздуха следует проводить на основании вариантного проектирования, технико-экономического сопоставления и анализа удельных показателей конкурируемых систем.

3.2. Одним из основных требований, предъявляемых при проектировании СОМ животноводческих помещений, является максимальная герметизация животноводческих зданий.

3.3. При разработке типовых проектов СОМ животноводческих помещений следует выполнять обязательное требование по применению серийно выпускаемых теплоутилизаторов и теплоутилизационных установок. При этом предпочтение отдавать теплоутилизационным установкам, поставляемым комплектно с вентиляционным оборудованием и станцией управления с необходимым набором датчиков и контрольно-измерительных приборов и отличающихся простотой конструкции, низкой металлоемкостью, высокой эксплуатационно-технологической надежностью и простотой обслуживания.

3.4. При разработке индивидуальных проектов и проектов повторного применения, особенно при реконструкции животноводческих помещений, возможно использование непромышленных теплоутилизационных установок с большим количеством нестандартных конструктивных элементов.

3.5. Расчет вентиляции животноводческих помещений по количеству поступающих вредных веществ следует вести с учетом повышения начальной концентрации вредных веществ в приточном воздухе вследствие их перетекания из вытяжных каналов теплоутилизатора. Величину перетекания следует определять на осно-

вании технических характеристик теплоутилизаторов.

3.6. В случае использования теплоты вентиляционного воздуха, содержащего пыль или аэрозоли, которые могут осаждаться на теплообменных поверхностях теплоутилизаторов, в конструкции которых не предусмотрены средства очистки выбросного воздуха, при проектировании СОМ необходимо устанавливать соответствующие фильтры для улавливания кормовой взвеси, шерсти и другой органической пыли [8].

Для этих целей на всасывающей стороне теплообменника устанавливаются металлические капроновые сетки с различными размерами ячеек и кассеты с фильтрующим материалом (ткань из пенополиуретана ШПУ-3-45-1,2; ФВ по СТУ 30-ПУ-2375, стекловолокно, поролон и др.). При загрязнении и увеличении аэродинамического сопротивления кассеты заменяют на новые или регенерируемые. Для регенерации кассеты снимают, фильтрующую ткань орошают дезраствором, затем механически очищают и промывают горячей водой с добавлением кальцинированной соды и дезинфицируют 2-3%-ным раствором едкого натра. После промывки и просушки кассеты используют повторно.

3.7. В зданиях для содержания крупного рогатого скота с наличием грубой несменяемой подстилки применение СОМ с утилизацией теплоты выбросного воздуха не рекомендуется из-за низких нормируемых температур и высокой влажности внутреннего воздуха.

3.8. Проектирование СОМ с утилизацией теплоты выбросного воздуха животноводческих помещений ведется на основе результатов расчета тепловоздушного баланса, выполненного для различных периодов года в соответствии с технологией содержания животных.

3.9. Минимальное количество теплоутилизационных установок принимается из условия обеспечения требуемого воздухообмена в холодный период года в соответствии с техническими характеристиками выбранных теплоутилизаторов.

3.10. При расчете СОМ для зданий с промышленной технологией и изменяющимися в процессе роста животных тепло- и влаговыделениями в помещении к установке принимается количество теплоутилизаторов, полученное при расчете воздухообмена для животных большей массы.

3.II. Количество теплоты, возвращенной теплоутилизаторами, определяется в соответствии с их техническими характеристиками в выбранном рабочем диапазоне температур первичного и вторичного теплоносителей.

3.I2. За расчетные температуру и влагосодержание первичного теплоносителя на входе в теплообменник принимается нормируемая температура и влажность внутреннего воздуха животноводческих помещений в соответствии с нормами технологического проектирования [I,2].

3.I3. Для холодного периода года за расчетную температуру и влагосодержание вторичного теплоносителя на входе в теплоутилизатор принимается расчетная температура наиболее холодной пятидневки и соответствующая ей влажность наружного воздуха[9].

3.I4. Эффективность теплообмена принятых к установке теплоутилизаторов проверяется следующим безразмерным комплексом:

для удаляемого воздуха (первичный теплоноситель)	для приточного воздуха (вторичный теплоноситель)
$E = \frac{t_{н1} - t_{к1}}{t_{н1} - t_{н2}}$;	$E = \frac{t_{к2} - t_{н2}}{G_{пр}(t_{н1} - t_{н2})}$
$E = \frac{i_{н1} - i_{к1}}{i_{н1} - i_{н2}}$;	$E = \frac{i_{к2} - i_{н2}}{G_{пр}(i_{н1} - i_{н2})}$
$E = \frac{d_{н1} - d_{к1}}{d_{н1} - d_{н2}}$;	$E = \frac{d_{к2} - d_{н2}}{G_{пр}(d_{н1} - d_{н2})}$

$$G_{пр} = \frac{G_1 C_{p1}}{G_2 C_{p2}}.$$

Индексы "I", "2", "н", "к" соответствуют удаляемому и приточному воздуху на входе и выходе теплоутилизатора.

3.I5. Недостаток теплоты в тепловом балансе помещения компенсируется устройством дополнительного подогревателя (электро- или водяного калорифера) или автономной теплогенерирующей установкой с малоомощными нагревательными приборами (предпочтительно электрическими).

3.I6. Если конструкцией теплоутилизатора не предусмотрены мероприятия по защите теплообменных поверхностей от замерзания

на них конденсата и образования снеговой шубы, то при проектировании СОМ с утилизацией выбросного воздуха необходимо в зависимости от конструктивных особенностей и технологических требований предусматривать одно из следующих мероприятий:

создание обвода по приточному воздуху;

устройство предварительного подогрева наружного воздуха (предпочтительно электрокалориферами);

снижение количества приточного воздуха и применение дополнительной рециркуляции на притоке после теплоутилизатора;

повышение температуры внутреннего воздуха за счет включения дополнительных подогревательных установок;

подогрев промежуточного теплоносителя от постороннего источника или увеличение количества промежуточного теплоносителя.

3.17. В наиболее холодные периоды года с целью повышения температуры приточного воздуха рекомендуется предусматривать рециркуляцию воздуха, прошедшего обработку в утилизаторе, т.е. более сухого и с меньшей концентрацией вредных газов и пыли. Количество рециркуляционного воздуха рассчитывается по [10, 11].

3.18. Для создания равномерного температурного и влажностного полей по всему животноводческому помещению необходимо принимать рассредоточенную подачу приточного и распределенное удаление отработанного воздуха. Для раздачи воздуха применять, как правило, воздуховоды из полимерных материалов [12].

3.19. При проектировании комплектных теплоутилизационных установок малой воздухопроизводительности их необходимо разместить по помещению таким образом, чтобы было обеспечено требование равномерности распределения температурно-влажностных полей по всему животноводческому помещению.

3.20. При проектировании СОМ с утилизацией теплоты выбросного воздуха для аварийных ситуаций (отключение электроэнергии и др.) следует предусматривать возможность работы теплоутилизаторов в гравитационном режиме. Это достигается за счет разницы высот между выбросным и приточным отверстиями и утепления выбросного вентиляционного канала. При этом вентиляционные шахты для общеобменной вентиляции можно не предусматривать.

3.21. Для обеспечения требуемого воздухообмена в переходный (в зависимости от технологии содержания животных) и в теплый периоды года необходимо устройство дополнительной общеобменной вентиляции, работающей как в комплексе с утилизационными установками, так и без них.

3.22. Обеспечение требуемого воздухообмена в переходный и теплый периоды года возможно за счет увеличения количества теплоутилизационных установок при технико-экономическом обосновании и с учетом конструктивных особенностей этих установок.

3.23. При проектировании СОМ на базе индивидуальных технических разработок теплоутилизаторов с применением большого количества нестандартных узлов и конструктивных элементов необходимо использовать соответствующие утвержденные методические указания по расчету и конструированию этих установок.

4. ТРЕБОВАНИЯ К АВТОМАТИЗАЦИИ СОМ С УТИЛИЗАЦИЕЙ ТЕПЛОТЫ ВЫБРОСНОГО ВОЗДУХА

4.1. Обязательным условием эффективного применения СОМ с утилизацией теплоты выбросного воздуха является автоматизация их работы.

4.2. В схемах автоматизации СОМ должны быть предусмотрены ручной и автоматический режимы работы оборудования.

4.3. Регулируемым параметром микроклимата животноводческих помещений в СОМ с утилизацией теплоты выбросного воздуха принимается температура внутреннего воздуха.

4.4. Регулирование работы тепловентиляционного оборудования должно осуществляться по усредненному сигналу от группы датчиков, устанавливаемых в рабочей зоне помещения.

4.5. В схемах автоматического управления работой вентиляционным оборудованием СОМ с утилизацией теплоты выбросного воздуха должна предусматриваться возможность изменения подачи приточного вентилятора в зависимости от температуры наружного воздуха, путем изменения скорости вращения вала электродвигателя.

4.6. При понижении температуры наружного воздуха и изменении подачи приточного вентилятора необходимо в схеме автома-

тизации СОМ предусматривать возможность использования рециркуляции части выбросного воздуха, прошедшего через утилизатор, за счет устройства регулируемых воздушных заслонок с электроприводами.

4.7. При понижении температуры внутреннего воздуха ниже заданной схема автоматизации СОМ должна предусматривать включение дополнительных нагревательных приборов или установок. Причем их теплопроизводительность должна изменяться автоматически от 0 до максимума в плавном или отупенчатом режиме.

4.8. Система автоматического регулирования СОМ должна предусматривать отключение тепловентиляционного оборудования и подачу звукового и светового сигналов при аварийных режимах его работы.

4.9. Система автоматического регулирования должна предусматривать отключение тепловентиляционного оборудования при резком понижении температуры воздуха в помещении ниже предельно допустимой с блокировкой повторного запуска при повышении температуры до заданного значения.

4.10. В зависимости от конструкции теплоутилизаторов необходимо предусматривать установку датчиков, фиксирующих начало образования снеговой шубы и подающих сигнал на включение режима оттаивания.

4.11. При монтаже и эксплуатации СОМ с утилизацией теплоты выбросного воздуха следует руководствоваться указаниями по обеспечению электробезопасности электроустановок в сельском хозяйстве, а также правилами техники безопасности при эксплуатации электроустановок потребителями [13].

5. РАСЧЕТ ТЕПЛОВЛАЖНОСТНОГО БАЛАНСА

5.1. Целью проведения расчета тепловлажностного баланса животноводческого помещения с СОМ на базе утилизации теплоты выбросного воздуха является определение дополнительного количества теплоты на обеспечение требуемых параметров микроклимата при определенных объемно-планировочных и конструктивных решениях с учетом тепловозврата от теплоутилизационных установок.

5.2. Потребность в дополнительном количестве теплоты определяется из выражения:

$$Q_{доп} = Q_{огр} + Q_в + Q_и - Q_ж^{св}. \quad (1)$$

5.3. Теплопотери помещением через ограждения для определенного варианта объемно-планировочного и конструктивного решения определяются по выражению:

$$Q_{огр} = \sum \frac{F_{огр}}{R_{огр}}(t_в - t_н) = (n F_{тс}/R_{тс} + n F_{пс}/R_{пс} + n F_{пок}/R_{пок} + n F_о/R_о + n F_в/R_в + F_п/R_{пр}^{пр})(t_в - t_н). \quad (2)$$

при этом теплопотери на инфильтрацию не учитываются.

5.4. Теплопотери на испарение влаги с открытой водной и смоченной поверхностей определяются с учетом технологии содержания животных и планировочных решений животноводческого помещения по выражению:

$$Q_и = 0{,}68 W_и = 0{,}68(\omega_{см} F_{см} + \omega_{отк р} F_{отк р}). \quad (3)$$

5.5. Количество влаги, испаряющейся с открытых водных и смоченных поверхностей, определяется в зависимости от технологии навозоудаления [II, I4, I5]:

при беспривязном содержании и периодической уборке навоза:

$$W_и = (F_{нж} + F_п)\omega_{откр} = (F_{нж} + F_п)\cdot 10^{(2{,}127 + 0{,}0269 t_в)(1-\varphi)}; \quad (4)$$

при содержании животных на решетчатых полах:

$$W_и = \omega_п F_к + \omega_п F_п =$$

$$= F_н \cdot 10^{(2{,}127 + 0{,}0269 \cdot t_в)(1-\varphi)} + F_к(23{,}75 + 1{,}486 \cdot t_в + 0{,}025 \cdot t_в^2)(1-\varphi); \quad (5)$$

при привязном содержании и механической уборке навоза:

$$W_и = \omega_{см} F_{см} + \omega_п F_п =$$

$$= [F_{см}(30 + 2{,}2 t_в)(1-\varphi)] + F_п \cdot 10^{(2{,}127 + 0{,}0269 \cdot t_в)(1-\varphi)}, \quad (6)$$

где $\omega_{отк р}, \omega_п, \omega_к, \omega_{см}$ можно определить по приложению I7, рис. I, 2, 3.

5.6. Теплопотери помещения с вентиляционным воздухом определяются с учетом тепловозврата утилизаторами по выражению:

$$Q_в = Q_{вр} - Q_{ут} = [0{,}278 G_{пр}(t_в - t_н) - q_{ут} Z_{ут}]. \quad (7)$$

5.7. Требуемое количество приточного воздуха определяется из условия удаления избытков влаги:

$$Q_{пр} = (W_ж + W_w)/(d_в - d_н). \quad (8)$$

5.8. Количество водяных паров, выделяемых животными при дыхании, определяется в соответствии с видом и возрастом животных с учетом расчетной температуры в помещении по выражению:

$$W_ж = m_ж \omega_ж k_{жв}, \quad (9)$$

где $\omega_ж$ – удельное количество влаги, выделяемое одним животным, определяется:

для телят и молодняка при интенсивном откорме на комплексах промышленного типа по формуле:

$$\omega_ж = 0,78 P_ж + 7,56 t_в - 0,005 P_ж t_в - 36; \quad (10)$$

для нетелиных ферм и комплексов по производству молока в соответствии с [1];

для свиноводческих объектов в соответствии с [2].

5.9. Количество свободной теплоты, выделяемое животными, определяется в зависимости от вида, возраста и расчетной температуры внутреннего воздуха:

$$Q^{св}_ж = m_ж q^{св}_ж k_{жт}, \quad (11)$$

где $q^{св}_ж$ – удельное количество свободной теплоты от одного животного определяется для телят и молодняка при интенсивном откорме на комплексах промышленного типа:

$$q^{св}_ж = 1,26 P_ж - 2,9 t_в - 0,02 P_ж t_в + 121; \quad (12$$

для нетелиных ферм и комплексов по производству молока в соответствии с [1];

для свиноводческих объектов в соответствии с [2].

5.10. Теплоозврат от теплоутилизационных установок определяется в зависимости от типа теплоутилизатора и его теплотехнических характеристик при различных температурно-влажностных условиях первичного и вторичного теплоносителей:

$$Q_{ут} = q_{ут} Z_{ут} = f(t_{н}; t_{в}; \varphi_{в}),$$

где $q_{ут} = A_{ут} \cdot \Delta t_{ут} = A_{ут}(t_{в} - t_{н\,ут})$. (13)

Технические характеристики теплоутилизаторов, разработанных для применения в животноводстве, приведены в приложениях 3, 4, 5, 10.

5.11. Минимально требуемое количество теплоутилизаторов для конкретного помещения определяется в зависимости от вида теплоутилизаторов и требуемого воздухообмена при максимальной расчетной температуре наружного воздуха для отопительного периода (в соответствии с расчетом тепловоздушного баланса) по выражениям:

при $G_{ут} > 4{,}0$ тыс.м^3/ч

$Z_{ут} = G_{пр}/G_{ут} + 0{,}7$ ——→ целое число

при $G_{ут} \leq 4{,}0$ тыс.м^3/ч (14)

$Z_{ут} = G_{пр}/G_{ут} + 1$ ——→ целое число

5.12. С учетом выбранного количества утилизаторов корректируется расчетный максимальный воздухообмен:

$$G_{вр} = G_{ут} \cdot Z_{ут}^{max}. \quad (15)$$

5.13. При понижении температуры наружного воздуха ниже расчетной может быть уменьшено количество работающих утилизаторов, либо снижена воздухоподача регулируемых приточных вентиляторов теплоутилизационных установок.

5.14. При уменьшении воздухоподачи приточных вентиляторов теплоутилизационных установок в животноводческих помещениях должен обеспечиваться воздушный баланс по притоку и вытяжке за счет применения рециркуляции выбросного воздуха, прошедшего тепловую обработку в утилизаторе.

5.15. Потребность в дополнительном тепле может быть реализована с помощью воздухоподогревателей (водяных или электрокалориферов), встроенных в конструкцию теплоутилизаторов, либо с помощью предусматриваемых тепловентиляционных установок, работающих на рециркуляционном воздухе, либо с помощью приборов местного отопления (регистров, электроконвекторов и других нагревательных приборов).

5.16. Окончательный выбор тепловентиляционного оборудования для СОМ с утилизацией теплоты выбросного воздуха должен производиться на основе результатов вариантных расчетов тепловлажностных балансов с учетом различной степени утепления зданий и его отдельных элементов, эффективности теплоутилизаторов различного типа, мощности и эффективности средств дополнительного подогрева.

6. МЕТОДИКА ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКОГО РАСЧЕТА ОПТИМАЛЬНОГО ВАРИАНТА СОМ С УТИЛИЗАЦИЕЙ ТЕПЛОТЫ ВЫБРОСНОГО ВОЗДУХА

6.1. Вариантные расчеты СОМ с утилизацией теплоты выбросного воздуха проводятся в соответствии с методикой сравнительной экономической эффективности капитальных вложений [16]. При этом все сравниваемые варианты капитальных вложений должны быть приведены в сопоставимый вид по всем признакам, кроме признака, эффективность которого определяется.

6.2. Показателем наилучшего варианта, определяемого на основе сравнительной экономической эффективности капитальных вложений, является минимум приведенных затрат, представляющих собой сумму текущих затрат (себестоимости) и капитальных вложений, приведенных к одинаковой размерности в соответствии с нормативом эффективности:

$$П_i = E_н K_i + C_i \rightarrow min \qquad (16)$$

6.3. Капитальные затраты на СОМ с утилизацией теплоты выбросного воздуха определяются как сумма капитальных затрат на наружные ограждения (утепление) зданий и затрат на теплоснабжение, вентиляцию, т.е.:

$$K_i = K_{ск} + K_{тв}. \qquad (17)$$

6.4. Стоимость строительных наружных ограждений определяется с учетом стоимости конкретного вида ограждений – торцевых и фасадных стен, покрытий, окон, ворот, дверей, пола:

$$K_{ск} = K_{тст} + K_{пст} + K_{пок} + K_{ок} + K_{вор} + K_{пол}. \qquad (18)$$

6.5. Стоимость системы теплоснабжения и вентиляции помещения, отнесенная к определенному виду строительных ограждающих конструкций, включает стоимость калориферной установки, утилизатора теплоты с соответствующим вентиляционным оборудо-

ванием, генератора теплоты (котельная или подстанция) со вспомогательным оборудованием, стоимости распределительной теплосети (электросети) с учетом расходов на хранение, транспортировку и монтаж оборудования и определяется по выражению:

$$K_{тб} = K_{ку} + K_{ут} + K_{гт} + K_{тс}. \qquad (19)$$

6.6. Эксплуатационные расходы на СОМ с утилизацией теплоты определяются как сумма затрат на амортизационные отчисления и ремонт ограждающих конструкций или их отдельных элементов и издержек на систему теплоснабжения, включающих амортизационные отчисления и затраты на текущий ремонт тепловентиляционного и теплоутилизационного оборудования электро- и теплосетей, теплогенерирующего оборудования (подстанций), а также годовую стоимость топлива и электроэнергии, т.е.:

$$C_i = C_{ск} + C_{тб}, \qquad (20)$$

где $C_{ск} = C_{тст} + C_{пст} + C_{пок} + C_{ок} + C_{вор} + C_{пол}$; (21)

$$C_{тб} = C_{ку} + C_{ут} + C_{гт} + C_{тс} \qquad (22)$$

6.7. Экономическая эффективность того или иного варианта объемно-планировочного и конструктивного решения животноводческого помещения, оборудованного СОМ с утилизацией теплоты выбросного воздуха, определяется по разнице приведенных затрат, полученных при сравнении этого варианта с наиболее перспективным типовым проектным решением, а общая задача оптимизации сводится к максимизации полученного эффекта:

$$Э_{пе} = П_{тп} - П_i \qquad \text{при} \quad i = 1,2,3... \qquad (23)$$

6.8. Учитывая большое количество переменных, входящих в выражения по определению оптимального варианта, расчет по выбору оптимальной СОМ рекомендуется проводить с применением ЭВМ.

6.9. При разработке алгоритма расчета использована методика сравнения приведенных затрат на СОМ [17,18], полученных на основе решения уравнения теплового баланса животноводческого помещения при различных вариантах строительных конструкций и их теплотехнических качеств, видах энергоносителя, типах утилизаторов, годовых расходах топлива и электроэнергии и связанных с достижением этих показателей сопутствующих затрат.

6.10. Капитальные затраты и эксплуатационные расходы на строительные ограждающие конструкции рассчитываются в зависимости от принятых объемно-планировочных решений животноводческого здания и конструктивного решения строительных ограждающих конструкций в соответствии с [19,20] по выражениям:

$$K_{ск} = F_{ск} \cdot b_{ск} \cdot \delta_{ск}; \quad (24)$$

$$C_{ск} = a_{ск} \cdot K_{ск}, \quad (25)$$

где $b_{ск}$ - определяется по приложению 6, табл.1,2;

$a_{ск}$ - определяется по приложению 6, табл.3.

6.11. Минимальная толщина любого наружного ограждения или его теплоизолирующего слоя $\delta_{ок}$ определится из выражения:

$$\delta_{ск} = \lambda_{ск} \cdot R_{ск}^{min}, \quad (26)$$

где $R_{ок}^{min}$ определяется в зависимости от типа конструкций и наличия фактурных слоев по формуле:

$$R_{ск}^{min} = R_o^{тр} - \frac{1}{\alpha_в} - \frac{1}{\alpha_н} - \sum \delta_{фс}/\lambda_{фс}. \quad (27)$$

6.12. Требуемое минимальное сопротивление теплопередаче конструкции стен и покрытий определяется из условия невыпадения конденсата на их внутренних поверхностях в соответствии с [21,22] по выражениям:

для стен $$R_{ост}^{тр} = \frac{(t_в - t'_н)}{\alpha_{вст}(t_в - t_р)}; \quad (28)$$

для покрытий $$R_{опок}^{тр} = \frac{(t_в - t'_н)}{\alpha_{впок} \cdot 0{,}8(t_в - t_р)}, \quad (29)$$

где $t'_н$ - средняя расчетная температура наружного воздуха самых холодных суток определяется по [23].

6.13. Требуемое минимальное сопротивление теплопередаче для окон животноводческих помещений определяется из следующих условий:

при $\Delta t = (t_в - t_н) < 35°C$; $R_{ок}^{тр} = 0{,}34$ м$^2 \cdot$ °С/Вт; (30)

при $\Delta t = (t_в - t_н) > 35°C$; $R_{ок}^{тр} = 0{,}52$ м$^2 \cdot$ °С/Вт. (31)

6.14. Требуемое минимальное сопротивление теплопередаче

ворот и дверей определяется из выражения:

$$R^{тр}_{о\,вор} = 0{,}6 R^{тр}_{ост}. \qquad (32)$$

6.15. Расчетная толщина любого наружного ограждения или его теплоизолирующего слоя $\delta_{ок}$ принимается по соответствующему приложению 6, табл.I.

6.16. Коэффициент теплоотдачи наружной поверхности $\alpha_н$ ограждающих строительных конструкций животноводческих помещений принимается в соответствии с [21], равным 23 Вт/м^2 С.

6.17. Коэффициенты теплоотдачи внутренних поверхностей строительных ограждающих конструкций $\alpha_{вст}$, $\alpha_{в\,пок}$ определяются как сумма конвективной и лучистой составляющих теплообмена животных с ограждающими конструкциями:

$$\alpha_{вст,\,пок} = \alpha^{к}_{ст,\,пок} + \alpha^{л}_{ст,\,пок}. \qquad (33)$$

6.18. Конвективная составляющая теплообмена определяется в соответствии с [14] для определенного вида наружного ограждения по выражениям:

$$\left.\begin{aligned} \alpha^{к}_{ст,\,пок} &= B_{ст,\,пок}\sqrt[3]{t_в - t_р}, \text{ где } B_{ст} = 1{,}66 \\ \alpha^{к}_{пок} &= B_{пок}\sqrt[3]{0{,}8(t_в - t_р)}, \text{ где } B_{пок} = 2{,}16 \end{aligned}\right\} \qquad (34)$$

6.19. Лучистая составляющая теплообмена определяется в соответствии с [14] по выражению:

$$\alpha^{л}_{ст,\,пок} = C_0 \xi_ж \xi_{ст,\,пок} k_{зат} k_{погл} \varphi_{ст.пок} \frac{f^{л}_{ж}}{f_{ст.пок}} b_р \frac{(t_ж - t_в)}{(t_в - t_р)}, \qquad (35)$$

где $\xi_ж$ – степень черноты поверхности тела животных принимается равной 0,95;

$\xi_{ст,\,пок}$ – степень черноты внутренней поверхности строительных конструкций принимается в соответствии с материалом конструкций по приложению 7, табл.I;

C_0 – коэффициент излучения абсолютно черного тела принимается равным 5,75 Вт/м^2 $^{\circ}$С;

$k_{зат}$ – коэффициент затенения строительных конструкций при лучистом теплообмене животных принимается в соответствии с [24] равным для покрытий – 0,7, для стен – 0,75;

$t_ж, t_р$ – температура тела животного и радиационная составляющая определяется в зависимости от вида животных и внутренней температуры по приложению 2;

$\varphi_{стпок}$ – коэффициент взаимной облученности принимается по приложению 7, табл.2.

6.20. Коэффициент поглощения лучистой составляющей теплообмена многоатомными газами A погл. определяется в соответствии с [I4]:

для телят и поросят-отъемышей:

$$A \text{ погл.} = I,024 - 0,33\,\varphi_t ; \qquad (36)$$

для молодняка крупного рогатого скота до 6-месячного возраста и свиней на откорме:

$$A \text{ погл.} = I,0I2 - 0,28\,\varphi_t ; \qquad (37)$$

для взрослого поголовья крупного рогатого скота:

$$A \text{ погл.} = I,0I2 - 0,22\,\varphi_t . \qquad (38)$$

6.2I. Поверхность тела животного, участвующего в лучистом теплообмене, определяется в соответствии с [I4] по выражению:

$$f_ж = \gamma_ж \sqrt[3]{P_ж^2}, \qquad (39)$$

где $\gamma_ж$ = 0,I05 для взрослого поголовья крупного рогатого скота;

$\gamma_ж$ = 0,09 для телят до 6-месячного возраста;

$\gamma_ж$ = 0,092 для свиней.

6.22. Площади стен и покрытия, приходящиеся на одно животное, определяются соответственно:

$$f_{ст} = F_{пс}/m_ж ; \; f_{пок} = F_{пок}/m_ж . \qquad (40)$$

6.23. Капитальные затраты на систему теплоснабжения и вентиляции определяются в зависимости от принятого вида энергоносителя, теплофикационного, электротермического и теплоутилизационного оборудования по выражению:

$$K_{тв} = \left[\left(e_{ку} + e_{гт} + \frac{e_{тс} l_{тс}}{Q_{доп}}\right)\eta_{тс} K_{гтс} + (e_{вк} + e_{тв} + e_{вс} \cdot l_{вк})\eta_{вс} K_{втп}\right] \cdot Q_{доп} +$$

$$+ e_{ут}\, Z_{ут}\, \rho_{ут}, \qquad (41)$$

где $(e_{ку}+e_{гт}+e_{то})$ – удельная стоимость теплофикационного оборудования определяется по приложению 8, табл. I,2,3;

$(e_{эк}+e_{тп}+e_{эс})$ – удельная стоимость электротермического оборудования руб/Вт определяется по приложению 9, табл.I,2,3;

$e_{ут}$ – удельная стоимость теплоутилизационного оборудования руб/Вт в расчете на один утилизатор определяется по приложению I0. В случае проектирования теплоутилизационной системы с некомплектным оборудованием в удельную стоимость, кроме стоимости теплоутилизаторов, должна входить стоимость вентиляционного оборудования и элементов автоматики;

$\eta_{тс}$ – коэффициент увеличения мощности теплофикационного оборудования с учетом потерь теплоты в теплосетях принимается в соответствии с [I8] равным I,I5;

$\eta_{эс}$ – коэффициент увеличения мощности электротеплогенерирующего оборудования,с учетом потерь в электросетях, принимается в соответствии с [I7] равным I,02-I,05;

$К_{гтс}$, $К_{этс}$ – коэффициенты, определяющие принятый источник теплоснабжения – топливо или электроэнергию, принимаются равными I или 0.

6.24. Эксплуатационные расходы на систему теплоснабжения определяются из выражения:

$$С_{тэ}=[(a_{ку}e_{ку}+a_{гт}e_{гт}+a_{тс}\frac{e_{тс}\cdot l_{тс}}{Q_{доп}})\eta_{тс}К_{гтс}+(a_{эк}e_{эк}+a_{тп}e_{тп}+a_{эс}e_{эс}l_{эс})\eta_{эс}К_{этс}]\cdot Q_{доп}+a_{ут}e_{ут}Z_{ут}q_{ут}+Т+Э, \qquad (42)$$

где $a_{ку}, a_{гт}, a_{тс}, \ldots a_{ут}$ – коэффициенты амортизационных отчислений,с учетом отчислений на текущий ремонт, принимаются в соответствии с [25] равными соответственно:

для теплофикационного оборудования 0,20;

для электротермического оборудования 0,I7;

для вентиляционного и теплоутилизационного оборудования – 0,I2;

для силового оборудования – 0,064;

для линий электропередач в зависимости от вида опор – 0,025–0,08.

6.25. Затраты на тепловую энергию Т на обеспечение требуемых параметров микроклимата, полученную от топливной котельной или за счет электроэнергии, определяются в соответствии с [I5,I7,I8] по выражению:

$$T = \left\{ \frac{[C_{зт} + (C_{ктр} + C_{птр}\ell_{тр}) + C_{хр}]K_{ртс}}{1{,}163\,q_{нт}\,\eta_{тт}^{ср}} + \right.$$

$$\left. + \frac{[(a_э + \frac{b_э}{Z_{от}}) + (C_{тп} + C_{эс}\ell_{эл})]K_{втс}}{\eta_{тт}^{ср}} \right\} Z_{от} Q_{доп}, \qquad (43)$$

где $C_{зт}$ – замыкающие затраты на топливо принимаются по приложению II;

$C_{ктр}, C_{птр}$ – соответственно постоянная и переменная составляющие удельных приведенных затрат на транспортировку топлива принимаются по приложению I2, рис.I,2. Для укрупненных расчетов можно принимать $C_{ктр} = 0{,}3, C_{пхр} = 0{,}07$;

$C_{хр}$ – затраты на хранение топлива принимаются по приложению I3. При хранении на открытых площадках затраты на хранение могут не учитываться;

$q_{нт}$ – фактическая теплотворная способность топлива определяется по приложению I4;

$C_{тп}$ – затраты на передачу электроэнергии по сельским электрическим сетям при различных типах трансформаторных подстанций принимаются равным для подстанций мощностью:

I0/04 кВ – I,25 руб. (кВт/г);

35/I0 кВ – I,I руб. (кВт/г);

$C_{эс}$ – затраты на передачу электроэнергии для размещения ЛЭП принимаются:

для ЛЭП 0,4 кВ – I0 руб. (кВт·км/г);

I0 кВ – 30 руб. (кВт·км/г);

35 кВ – 0,I руб. (кВт·км/г);

$a_э, b_э$ – коэффициенты линейной зависимости замыкающих затрат на производство электроэнергии определяются по приложению I5;

$\eta_{тт}^{ср}$ – значение среднегодового коэффициента полезного действия генератора тепла определяется по приложению I6.

6.26. Продолжительность отопительного периода для расчетного помещения определится по выражению:

$$Z_{от} = \sum_{t_{нj} \le t_{от}}^{t_{min}} \Delta Z_{нj} \cdot t_{нj} \text{ при } t_{нj} = t_{от}, t_{от}-1, \ldots, t_{min}, \quad (44)$$

где $Z_{нj}$ - определяется по климатологическому справочнику СССР или по данным метеостанции при соответствующей температуре, а при отсутствии данных по таблицам, приведенным в [26].

6.27. Температура, при которой начинает работать система теплоснабжения помещения с утилизацией теплоты выбросного воздуха, определяется из уравнения тепловоздушного баланса по выражению:

$$t_{от} = t_в - \frac{Q_ж^{св} - Q_ш}{\sum \frac{F_{огр}}{R_{огр}} + 0{,}278 G_{вр} - Z_{ут} A_{ут}}, \quad (45)$$

где $A_{ут}$ - постоянная теплоутилизатора, зависящая от его теплотехнических характеристик, определяется по паспортным данным приложения 10 или результатам исследований, Вт/°С.

6.28. Дополнительная потребность в теплоте $Q_{доп}$ при расчете затрат на тепловую энергию определяется при средней расчетной температуре наружного воздуха за отопительный период $t_{от}^{ср}$, значение которой определяется из выражения:

$$t_{от}^{ср} = \left(\sum_{t_{нj} \le t_{от}}^{t_{min}} \Delta Z_{нj} \cdot t_{нj} / Z_{от} \right) \quad (46)$$

при $t_{нj} = t_{от}, t_{от}-1, \ldots t_{min}$.

6.29. Затраты на электроэнергию, потребную для электроприводов вентиляционного оборудования, определяются по выражению:

$$Э = \sum N_{в уст} \cdot Z_э \cdot \eta_э \cdot C_{эл}, \quad (47)$$

где $\sum N_{в уст}, Z_э, \eta_э$ - определяется в соответствии с принятым режимом работы электровентиляционного оборудования;

$\sum N_{уст}$ - установочная мощность электроприводов вентиляционного оборудования;

$Z_э$ - период использования электроприводов вентиляционного оборудования;

$\eta_э$ – коэффициент использования установочной мощности;

$C_э$ – стоимость электроэнергии (тариф).

6.30. К проектированию принимается оптимальный вариант объемно-планировочного и конструктивного решения здания с соответствующим тепловентиляционным оборудованием с утилизацией теплоты выбросного воздуха, определяемый методом сравнения рассматриваемых вариантов при условии:

$$\Pi_i \to \Pi_{min} \qquad \text{при } P = 1,2,3\ldots$$

6.31. Сравнительные расчеты вариантов объемно-планировочного и конструктивного решения зданий с различным теплоутилизационным оборудованием необходимо проводить на ЭВМ. Для этих целей можно воспользоваться специально разработанной программой для комплекса АРМ-С на базе ЭВМ СМ-1420.

7. ОПИСАНИЕ БЛОК-СХЕМЫ ПРОГРАММЫ РАСЧЕТА НА ЭВМ

Программа предназначена для расчета режимов работы теплоутилизаторов вентиляционно-отопительных систем с оптимизацией объемно-планировочных и конструктивных решений животноводческих зданий. Она состоит из основной программы (приложение 18), выполняющей следующие функции:

ввод и формализованная проверка исходных данных;

печать исходных данных;

организация переборов вариантов конструктивных решений, энергетических установок, вентиляционно-отопительного оборудования;

поиск минимального значения приведенных затрат на средства обеспечения микроклимата и запоминание параметров системы;

восстановление параметров системы при минимуме приведенных затрат и вычисление параметров воздуха, оборудования и экономических характеристик;

печать результатов счета.

В своей работе основная программа обращается к подпрограммам ALPHA, BAL, EKON, PRW, GRT и к процедуре-функции ДД, основные функции которых описываются ниже.

Подпрограмма ALPHA.

Подпрограмма предназначена для вычисления коэффициентов

теплоотдачи внутренних поверхностей ограждающих конструкций $\alpha_{ст}$ и $\alpha_{пок}$. Реализована в соответствии с формулами 26-40. Фактическими входными параметрами подпрограммы являются:

количество животных;
вес одного животного;
ширина здания;
расчетная температура наружного воздуха;
расчетная относительная влажность наружного воздуха;
степень черноты поверхности стен;
степень черноты поверхности покрытия;
площадь стен;
площадь покрытия;
термическое сопротивление стены;
термическое сопротивление покрытия.

Результатами работы подпрограммы являются:

сопротивление теплопередаче стен;
сопротивление теплопередаче покрытия.

В подпрограмме вычисляются требуемые сопротивления теплопередаче стен и покрытия и сравниваются с расчетными, причем, если последние ниже требуемых, то им присваивается значение -I.

Подпрограмма BAL.

Вычисляет теплопоступления и влагопоступления в помещение от животных и других источников, теплопотери через ограждающие конструкции и на испарение влаги. Кроме того, вычисляется требуемый воздухообмен. С учетом характеристик рассматриваемого типа теплоутилизатора определяется количество требуемых теплоутилизаторов и соответственно фактический объем воздухообмена. С учетом их вычисляются дефицит тепла, температура приточного воздуха и требуемое количество дополнительного тепла (сверх утилизованного). Последнее будет использовано при расчете экономических показателей системы.

Процедура-функция ДД.

Используется для вычисления влагосодержания воздуха в зависимости от температуры и относительной влажности.

Подпрограмма PRW.

В подпрограмме реализовано вычисление количества влаги, поступающего в помещение от открытой и мокрой поверхности. Учиты-

вается технология содержания животных в соответствии с пп.5.4-5.8.рекомендаций.

Подпрограмма GRT.

В этой подпрограмме вычисляются в соответствии с пп.6.26-6.28 рекомендаций:

число часов стояния средней наружной температуры в заданный период;

расход тепла в заданный интервал наружных температур.

Подпрограмма GRT в своей работе использует таблицу числа часов стояния температур через 1 ^{0}C, которая должна храниться на внешнем носителе памяти.

Подпрограмма EKON.

Подпрограмма вычисляет приведенные затраты на рассматриваемый вариант системы. Использует данные об экономических характеристиках отдельных элементов рассматриваемой системы и результаты работы подпрограммы RA .

В подпрограмме реализованы пп.6.2-6.7, 6.10, 6.23-6.25, 6.29, 6.30 рекомендаций.

ПРИЛОЖЕНИЕ I

ПРИМЕР РАСЧЕТА И ВЫБОРА СИСТЕМЫ ОБЕСПЕЧЕНИЯ МИКРОКЛИМАТА ДЛЯ ПОМЕЩЕНИЯ КОРОВНИКА С УТИЛИЗАЦИЕЙ ТЕПЛОТЫ ВЫБРОСНОГО ВОЗДУХА

I. Исходные данные

Район строительства - Московская обл. Вместимость - 200 голов, вес - 500 кг, уровень лактации - 10 л, содержание - привязное без подстилки. Удаление навоза - дельта-скреперами, поение - из индивидуальных автоматических поилок.

Здание одноэтажное, бесчердачное, с совмещенной кровлей, прямоугольной формы размером в плане 21х78 м^2. С двух сторон здания размещены подсобные помещения и по 2 тамбура с двойными воротами. Количество ворот - 4, размер 3х3 м^2. Окна сплошные, в деревянном переплете. Площадь окон - (1,2х1,2) х 109 = 156 м^2.

Площадь покрытия технологического помещения - 21х69=1450м^2; площадь продольных стен за вычетом площади окон - (69 х 3,3) х 2 - 156 = 300 м^2. Площадь торцевых стен - (21х4,8)2-36=166 м^2. Площадь двухметровой зоны пола - 280 м^2. Площадь смоченной поверхности пола - 279 м^2. Площадь открытой водной поверхности поилок - 3,94 м^2. Расчетные параметры наружного и внутреннего воздуха:

расчетная температура холодных суток -40°С;

расчетная температура холодной пятидневки -25°С;

относительная влажность наружного воздуха 82%;

нормируемая температура воздуха в помещении +10°С;

нормируемая относительная влажность 75%;

максимально допустимая относительная влажность 85%.

Расчет начинаем с определения требуемых минимальных значений сопротивлений теплопередаче стен и покрытий. В соответствии с формулами 28, 29 имеем:

для стены $R^{тр}_{ост} = \frac{(10 - 40)}{\alpha_{вст}(10 - t_р)}$;

для покрытий $R^{тр}_{ост} = \frac{(10 - 40)}{\alpha_{в пок}\, 0{,}8(10 - t_р)}$.

Температуру точки росы ($t_р$) определяем по J-d диаграмме.

При $t_в = 10\ ^oC$ и $\varphi_в = 75\%$, $t_р = 6{,}0\ ^oC$.

По формулам 33-35 определяем значения $\alpha_{ст}$, $\alpha_{пок}$

$$\alpha_{ст} = 1{,}66\ \sqrt[3]{10-6} + 5{,}75 \cdot 0{,}95 \cdot 0{,}94 \cdot 0{,}75 \cdot (1{,}012 - 0{,}22 \cdot 0{,}75) \cdot$$

$$\cdot 0{,}13 \cdot \frac{200 \cdot 0{,}105 \sqrt[3]{500^2}}{456} \cdot 0{,}995 \cdot \left(\frac{28{,}9 - 6}{10-6}\right) =$$

$$= 2{,}64 + 7{,}0 = 9{,}64\ Вт/м^2\ ^oC;$$

$$\alpha_{пок} = 2{,}16\ \sqrt[3]{0{,}8\,(10-6)} + 5{,}75 \cdot 0{,}95 \cdot 0{,}63 \cdot 0{,}7 \cdot 0{,}847 \cdot 0{,}37 \cdot$$

$$\cdot \frac{200 \cdot 0{,}105 \cdot \sqrt[3]{500^2}}{1450} \cdot 0{,}995 \left(\frac{28{,}9 - 6}{10-6}\right) = 3{,}2 + 3{,}92 = 7{,}12\ Вт/м^2 ^oC,$$

где $\varepsilon_{ст} = 0{,}94$ - степень черноты стен из глиняного обыкновенного кирпича;

$\varepsilon_{пок} = 0{,}63$ - степень черноты плиты перекрытия;

$\rho_р = 0{,}995$ и $t_ж = 28{,}9^oC$ - радиационная составляющая для крупного рогатого скота при $t_в = 10^oC$;

$k_{пот} = (1{,}012 - 0{,}22\,\varphi_в)$ - для взрослого поголовья крупного рогатого скота, где $\varphi_в$ - в долях единицы;

$\varphi_{ст} = 0{,}13$, $\varphi_{пок} = 0{,}37$ - для крупного рогатого скота при ширине здания 21 м;

$f_ж = 0{,}105\ \sqrt[3]{500^2}$ - для крупного рогатого скота весом 500 кг.

Зная $\alpha_{ст}$ и $\alpha_{пок}$, определим требуемые минимальные значения $R^{тр}_{ст}$ и $R^{тр}_{пок}$

$$R^{тр}_{ст} = \frac{10-40}{9{,}64\,(10-6)} = 1{,}297\ м^2 \cdot ^oC/Вт;$$

$$R^{тр}_{пок} = \frac{10-40}{7{,}12 \cdot 0{,}8\,(10-6)} = 2{,}194\ м^2 \cdot ^oC/Вт.$$

По формуле 27 определяем требуемое термическое сопротивление конструкции стены

$$R^{min}_{ст} = 1{,}297 - \frac{1}{9{,}64} - \frac{1}{23} - 0 = 1{,}15\ м^2 \cdot ^oC/Вт,$$

где 0 - указывает на отсутствие фактурного слоя.

Принимаются стены из керамического кирпича по приложению 6, табл.I по ГОСТ 7484-69

$\delta = 0,72$ м; $R_{ст} = I,29$ м$^2 \cdot ^oC/Вт$, стоимость 34,2 руб./м^3.

Требуемое термическое сопротивление утепляющего слоя совмещенного покрытия составит:

$$R^{min}_{пок} = 2,I94 - \frac{I}{I2} - \frac{I}{23} - 0,252 = I,759 \text{ м}^2 \cdot ^oC/Вт,$$

где 0,252 м$^2 \cdot ^oC/Вт$ – суммарное термическое сопротивление воздушной прослойки рулонного покрытия и плиты перекрытия.

По приложению 6, табл.I в качестве утеплителя выбираем полужесткие минераловатные покрытия на битумном связующем со следующими характеристиками: $\delta = 0,I$ м; $R_{пок} = 2,I7$ м$^2 \cdot ^oC/Вт$, стоимость – 43,7 руб./м^3.

Фактическое сопротивление теплопередаче конструкций, принимаемых к строительству, будет следующим:

$$R_{ст} = I,29 + \frac{I}{9,64} + \frac{I}{23} = I,436 \text{ м}^2 \cdot ^oC/Вт,$$

$$R_{пок} = 2,I7 + \frac{I}{7,I2} + \frac{I}{23} = 2,353 \text{ м}^2 \cdot ^oC/Вт.$$

Сопротивление теплопередаче двойных окон в деревянном переплете: $R_{ок} = 0,34$ м$^2 \cdot ^oC/Вт$.

Сопротивление теплопередаче ворот: $R_в = 0,6 \cdot I,44 = 0,864$ м$^2 \cdot ^oC/Вт$.

Сопротивление теплопередаче двухметровой зоны пола:

$$R_{под} = 2,I + 0,7 = 2,8 \text{ м}^2 \cdot ^oC/Вт,$$

где 0,7 м$^2 \cdot ^oC/Вт$ – сопротивление теплопередаче утепляющей керамзитовой подсыпки.

Зная все геометрические, теплотехнические и климатические параметры, просчитаем теплопотери через ограждающие конструкции по формуле 2:

$$Q_{огр} = \left(\frac{300}{I,436} + \frac{0,7 \cdot I66}{1,436} + \frac{I450}{2,353} + \frac{I56}{0,34} + \frac{96}{0,864} + \frac{280}{2,8}\right) \times$$

$$\times (I0 + 25) = 49585 \text{ Вт}.$$

Теплопотери на испарение влаги с открытых водных и смоченных поверхностей пола определяются по формуле (3):

$Q_и = 0,68\ (13 \cdot 279 + 75 \cdot 3,44) = 0,68 \cdot 3923 = 2670$ Вт,

где 13 г/ч·м^2 – количество влаги, испаряющейся с 1 м^2 поверхности смоченного пола, определяется по приложению 17, рис.2;

75 г/ч·м^2 – количество влаги, испаряющейся с поверхности поилок, определяется по приложению 17, рис.3.

Теплопотери с вентиляционным воздухом определим по формулам (7-10), для чего рассчитаем требуемое количество приточного воздуха и в соответствии с формулой (14) подберем тип и количество утилизаторов.

$$G_{пр} = \frac{200\ 455 + 3920}{5,9 - 0,33} = \frac{94920}{5,57} = 17040 \text{ кг/ч},$$

где $\omega_ж = 455$ г/ч – количество влаги, выделяемое одним животным;

$d_в = 5,9$ г/кг сухого воздуха – влагосодержание воздуха при $t_в = 10^0$С и $\varphi_в = 75\%$;

$d_н = 0,33$ г/кг сухого воздуха – влагосодержание наружного воздуха при температуре -25^0С и $\varphi = 82\%$.

К установке принимаем утилизаторы на полимерной основе со следующими характеристиками:

$G_{ут} = 3600$ кг/ч, $q_{ут} = 15$ кВт, $N_{уст} = 0,74$ кВт.

Требуемое минимальное количество утилизаторов для холодного периода: $Z_{ут} = \frac{17040}{3600} = 4,73$.

В связи с тем, что $Z_{ут} = 3600 < 4000$ кг/ч, к установке принимается 5 утилизаторов, тогда фактическое количество приточного воздуха будет равно $G_{пр} = 3600 \times 5 = 18000$ кг/ч.

Фактический тепловозврат от утилизаторов определяется по формуле (13):

$Q_{ут} = 5 \times 503\ (10 + 25) = 88025$ Вт,

где $A_{ут} = 503$ Вт/^{0}С определяется по приложению 10.

Теплопотери с приточным воздухом составят:

$Q_в = 0,278 \cdot 1 \cdot 18000\ (10+25) - 88025 = 175140 - 88025 = 87115$ Вт,

где коэффициент инфильтрации $k_{инф}$ принимается равным 1.

Свободные тепловыделения животных составят:

$$Q_ж^{св} = 200 \cdot 682 \cdot 1,163 = 158633 \text{ Вт}.$$

Определяем потребность в дополнительном количестве теплоты по выражению I:

$Q_{доп}$ = I58633 - 49585 - 2670 - 87II5 = +I9263 Вт (избыток).

Таким образом, принятое теплоутилизационное оборудование и строительные конструкции здания коровника обеспечивают поддержание нормируемых параметров микроклимата без дополнительного подогрева приточного воздуха.

Подсчитаем затраты на принятую систему обеспечения микроклимата.

В расчет приведенных затрат вводятся только те переменные, которые могут повлиять на величину капитальных и эксплуатационных затрат при изменении материала конструкций, повышении их теплофизических показателей, установке другого типа теплоутилизационного и вентиляционного оборудования.

Капитальные затраты на ограждающие конструкции определяются по выражениям (I8) и (24).

$K_{ск} = F_{ст} \cdot \delta_{ст} в_{ст} + F_{пок} \cdot \delta_{пок} \cdot в_{пок} + F_{ок} в_{ок} + F_{в} в_{в} =$

= 300 • 34,2 • 0,72 + I450 • 43,7 • 0,I + I56 • I7,3 + 36 • I2 =

= 7387 + 6336 + 2699 + 432 = I6854 руб.

Эксплуатационные расходы на строительные конструкции определяются по формуле (25):

$C_{ск}$ = 0,09 • 7387 + 0,06 • 6336 + 0,09 • 2699 + 0,09•432 =

= 665 + 380 + 240 + 39 = I324 руб.

Капитальные затраты на систему вентиляции с утилизацией тепла выбросного воздуха определятся по выражению 39. Причем, в связи с тем, что дополнительного тепла для подогрева вентиляционного воздуха не требуется, затраты на дополнительное тепло будут равны 0.

До того, как определять затраты на теплоутилизационную систему, необходимо уточнить, до какой температуры $t_н$ наружного воздуха можно использовать вентиляционное оборудование теплоутилизаторов, т.е. до какой $t_н$ будет достаточен расчетный воздухообмен $G_{вр}$ = I8000 кг/ч. При этом температура внутреннего воздуха может повышаться до I5°С, а влажность может колебаться в пределах ±5%, т.е. $\varphi_в \leq 75\% \pm 5\%$.

Так, при $t_н = -10^0C$ и $\varphi_н = 80\%$ $d_н = 1{,}4$ г/кг;
$t_н = -5^0C$ $\varphi_н = 80\%$ $d_н = 2{,}00$ г/кг;
$t_н = 0^0C$ $\varphi_н = 80\%$ $d_н = 3{,}15$ г/кг;
$t_н = 15^0C$ $\varphi_н = 75\%$ $d_н = 8{,}15$ г/кг.

Тогда требуемый воздухообмен составит:

при $$G_{вр(-10)} = \frac{94920 \cdot 424}{8{,}15-1{,}4} = 17430 \text{ кг/ч};$$

$$G_{вр(-5)} = \frac{94920 \cdot 1{,}24}{8{,}15-2{,}0} = 19140 \text{ кг/ч};$$

$$G_{м(0)} = \frac{94920 \cdot 1{,}24}{8{,}15-3{,}15} = 23540 \text{ кг/ч},$$

где 1,24 – коэффициент увеличения влагопоступлений при $t_в = 15^0C$.

Увеличение влагосодержания при $G_{вр} = 18000$ кг/ч составит:

$$d_{в(-5)} = \frac{94920 \cdot 1{,}24}{18000} + 2 = 8{,}54 \text{ г/кг};$$

$$d_{в(0)} = \frac{94920 \cdot 1{,}24}{18000} + 3{,}15 = 9{,}7 \text{ г/кг},$$

т.е. при $t_н = -5^0C$ и $G_{тр} = 18000$ кг/ч относительная влажность в помещении повысится до 78% при $t_в = 15^0C$, что допустимо; при $t_н = 0^0C$ и $G_{тр} = 18000$ кг/ч относительная влажность в помещении повысится до 88%, что недопустимо.

Таким образом, для достижения требуемых температурно-влажностных условий во всем диапазоне наружных температур холодного периода для взрослого поголовья крупного рогатого скота (от -25 до 0^0C) необходимо добавить еще один теплоутилизатор, тогда расчетный воздухообмен будет 21600 кг/ч, при этом $t_в = 15^0C$ и $\varphi_в = 78\%$.

Капитальные затраты на вентиляционную систему с утилизацией тепла выбросного воздуха определяются по приложению 10 и составят:

$$K_{тв} = \ell_{ут} g_{ут} Z_{ут} = 0{,}0545 \cdot 17600 \cdot 6 = 5760 \text{ руб.}$$

Эксплуатационные затраты в соответствии с выражениями 40, 45 составят:

$$C_{тс} = a_{ут} \cdot K_{тв} + Э = 0{,}12 \cdot 5760 + (0{,}74 \cdot 6) \cdot 0{,}8 \cdot 4320 \cdot 0{,}01 = 691{,}2 + 154 = 845 \text{ руб.},$$

где 0,74 - используемая установленная мощность электродвигателей вентиляторов, кВт; 4320 - период работы вентиляторов; 0,8 - коэффициент загрузки электродвигателей вентиляторов.

По формуле I6 определим приведенные затраты на принятую систему обеспечения микроклимата:

$П_с = 0,I5\ (I6854 + 5700) + (I324 + 845) = 3392 + 2I69 = 556I$ руб.

Аналогично проведенному расчету просчитываются варианты системы обеспечения микроклимата с другими типами теплоутилизаторов. Оптимальное решение определяется по минимуму приведенных затрат. При необходимости дополнительного подогрева оптимальное решение следует определять с учетом вариантных расчетов по системе теплоснабжения и различной степени утепления зданий.

ПРИЛОЖЕНИЕ 2

РАДИАЦИОННАЯ СОСТАВЛЯЮЩАЯ ТЕМПЕРАТУРЫ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ВИДА ЖИВОТНЫХ И ТЕМПЕРАТУРЫ ВНУТРЕННЕГО ВОЗДУХА

Обозначения	Крупный рогатый скот				Обозначения	Свинья			
$t_в$	5	I0	I5	20	$t_в$	5	I0	I5	20
$t_{ж_р}$	26	28,9	3I	32,5	$t_{ж_р}$	30,2	30,7	32,2	33,5
$a_р$	0,87	0,995	I,035	I,07	$a_р$	0,87	I,0I	I,04	I,08

ПРИЛОЖЕНИЕ 3

ТЕХНИЧЕСКОЕ ОПИСАНИЕ ЭНЕРГОСБЕРЕГАЮЩЕГО КОМПЛЕКТА ОБОРУДОВАНИЯ НА БАЗЕ ТЕПЛОУТИЛИЗАТОРОВ ИЗ ПОЛИМЕРНЫХ МАТЕРИАЛОВ

I. Назначение и комплектность

Комплект предназначен для систем обеспечения микроклимата в животноводческих и птицеводческих зданиях с высокими технологическими требованиями к поддержанию нормативных параметров микроклимата (родильного отделения, профилактория, телятника, для подсосных поросят, для поросят-отъемышей, инкубатория и т.д.).

Энергосберегающий комплект оборудования для микроклимата состоит из теплоутилизатора жесткой конструкции на полимерной основе с двумя осевыми вентиляторами и воздухораспределителями, электрокалорифера (или автономной электрокалориферной установки, работающей на рециркуляционном воздухе) и тиристорного устройства управления.

2. Функциональная схема работы

Отработанный воздух с температурой 12-15°С и влажностью 65-80% забирается через всасывающие отверстия с помощью вытяжного вентилятора и охлажденный и осушенный в процессе теплообмена выбрасывается на улицу. Наружный воздух забирается через приточное отверстие и подогретый в процессе теплообмена подается в помещение приточным вентилятором. Теплообмен между внутренним и наружным воздухом происходит через пленочные теплообменные поверхности, устраиваемые в виде герметичных разделенных каналов. В процессе теплообмена происходит активная конденсация влаги на поверхности пленки со стороны внутреннего воздуха. Образовавшийся конденсат за счет постоянной вибрации пленки стекает в поддон и через штуцер в корпусе удаляется в канализацию. Таким образом происходит интенсивная самоочистка теплообменных поверхностей. При снижении температуры воздуха в животноводческом помещении ниже задан-

ного значения по сигналу от датчика температуры цифрового регулятора тиристорное устройство управления включает электрокалорифер (или автономную электрокалориферную установку). Тиристорное устройство обеспечивает плавное регулирование воздухопроизводительности вентиляторов от 100% до 50% при изменении наружной температуры от -30°С до -10°С и теплопроизводительности электрокалорифера (или электрокалориферной установки) от 0 до 100% при изменении температуры воздуха в телятнике. Тиристорное устройство управления монтируется на стене вне технологического помещения.

Предусматривается также возможность работы теплоутилизационных установок и в рециркуляционном режиме. При этом режиме отверстие для выброса воздуха устраивается в верхней крышке теплоутилизатора, а конструкция распределительного устройства предусматривает возможность разделения потоков выбросного воздуха (на улицу и возврат в помещение). Тиристорное устройство в режиме рециркуляции регулирует воздухопроизводительность только приточного вентилятора.

Тиристорное устройство предусматривает отключение теплоутилизационных установок при снижении температуры воздуха ниже заданной.

3. Техническая характеристика

Агрегатируется.....	С электрокалорифером
Привод, электрическая сеть, В.....	220/380
Суммарная установленная мощность, кВт	16
в том числе электропривода вентиляторов	0,74
электрокалориферов.....	15
Подача воздуха на притоке, $м^3/ч$:	
максимальная.....	3000
минимальная.....	1500
на выбросе.....	3200
Тепловая мощность установки по притоку, кВт	33
в том числе тепловая мощность утилизаторов при Δt = 40 °С.....	18
Габаритные размеры, мм:	
длина.....	3000

ширина	600
высота	600
Масса одного агрегата, не более кг	100
в том числе утилизатора	75
электрокалорифера	25
Коэффициент эффективности теплоутилизации по притоку	0,6
Полное давление на выходе из установки, Па	Не менее 200
Диапазон задаваемых внутренних температур, ^{o}C	от 5 до 25
Допустимые отклонения температуры от заданного значения, ^{o}C	± 2,0
Предварительная стоимость установки, руб	960
Затраты труда на технологическое обслуживание в месяц, чел.-ч	3

Разработчики - Гипронисельхоз, ВИЭСХ, ЭПКТБ "Стройпластик", ВНИИЭТО.

Изготовители - заводы ЭПКТБ "Стройпластик" Госагропрома УССР.

Данные приведены в соответствии с протоколом хозяйственных испытаний комплекта, проведенных Гипронисельхозом, ВИЭСХом и ВСХИЗО.

ПРИЛОЖЕНИЕ 4

ТЕХНИЧЕСКОЕ ОПИСАНИЕ ТЕПЛОУТИЛИЗАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ "АГРОВЕНТ"

I. Назначение и комплектность

Система "Агровент" предназначена для вентиляции животноводческих помещений со значительными тепловлаговыделениями в холодный и переходный периоды года.

Система "Агровент" комплектуется определенным количеством автономных приточно-вытяжных установок, управляемых от одной станции автоматического управления.

Каждая установка состоит из пластмассового несущего корпуса, приточного центробежного вентилятора, вытяжного центробежного вентилятора, утилизатора тепла, состоящего из вытяжного теплообменника и приточного теплообменника, соединенных между собой циркуляционным контуром промежуточного теплоносителя (водогликольная смесь) с насосом и перепускным клапаном. Ресивер служит для компенсации изменения объема теплоносителя при изменении температуры.

Самозакрывающиеся жалюзи предназначены для предотвращения поступления холодного воздуха при остановке вытяжного вентилятора.

В заборном устройстве приточного воздуха установлен сотчатый фильтр.

Система автоматического управления состоит из центрального шкафа автоматического управления автономных коммутационных щитов, устанавливаемых непосредственно на каждой установке, и первичных преобразователей температуры (датчиков).

Основным управляющим сигналом системы автоматического управления "Агровент" является усредненный сигнал от четырех датчиков температуры ТК, расположенных равномерно по диагонали помещения на уровне зоны дыхания животных.

Этот сигнал через терморегулятор ТА 221К в центральном шкафе воздействует одновременно на приводные механизмы воздушных заслонок всех установок.

В центре помещения установлен термостат ТхС, обеспечивающий управление вытяжными вентиляторами всех установок.

В приточном канале одной из установок имеется датчик ТхК контроля температуры приточного воздуха, воздействующий на приводные механизмы заслонок всех установок.

Кроме того, каждая установка снабжена датчиком контроля температуры промежуточного теплоносителя, управляющим работой электромагнитного вентиля.

2. Функциональная схема работы

Вытяжной воздух вентилятором просасывается через теплообменник (-) и выбрасывается наружу. Приточный воздух вентилятором через теплообменник (+) подается в помещение. Теплота, отбираемая от вытяжного воздуха в теплообменнике (-), передается посредством промежуточного теплоносителя, прокачиваемого насосом, к теплообменнику (+) для нагрева приточного воздуха. В теплообменнике (-) при охлаждении вытяжного воздуха выделяется конденсат, таким образом, воздух после теплообменника осушается.

В зимнем режиме часть осушенного воздуха через заслонки подмешивается к приточному и подается в помещение. В переходный период приточный воздух по байпасной линии через заслонки поступает, минуя теплообменник (+).

Управление заслонками механизмом ИМ взаимосвязанное: при закрытии байпасных заслонок открываются рециркуляционные заслонки и наоборот.

Термостат ТхС отключает вытяжные вентиляторы всех установок при повышении температуры в помещении сверх заданной.

При повышении температуры воздуха в помещении по усредненному сигналу четырех датчиков температуры ТК срабатывают механизмы заслонок всех установок, в результате чего открывается байпасная линия по притоку, а рециркуляция воздуха прекращается. Кроме того, в одной из установок контролируется температура приточного воздуха датчиком ТхК, который также воздействует на заслонки всех установок.

Для предотвращения обмерзания вытяжного теплообменника электромагнитный вентиль управляется датчиком температуры на линии промежуточного теплоносителя с уставкой 0 + 2°С.

При снижении температуры теплоносителя до критической (-2°С) вентиль открывается, что резко снижает подачу теплоносителя к приточному теплообменнику, а основная часть его циркулирует в малом контуре: теплообменник (-) - клапан - насос. Это должно привести к нагреву теплоносителя вытяжным воздухом и оттаиванию снеговой шубы на теплообменнике.

Каждая установка включается в работу и выключается из работы автономно через свой штатный шкаф управления, однако автоматическое управление режимом работы осуществляется централизованно.

Приточный воздух поступает в верхнюю часть помещения и далее, двигаясь у потолка, постепенно смешивается с внутренним и опускается вниз. Вытяжка воздуха осуществляется из нижней зоны помещения на уровне 0,8 м.

Размещение установок в коровнике шахматное, таким образом вентиляция всего объема помещения обеспечивается.

3. Техническая характеристика

Подача свежего воздуха по притоку, $м^3/ч$.....	2300
Подача воздуха в помещение с учетом рециркуляции, $м^3/ч$.....	4600
Подача рециркуляционного воздуха, $м^3/ч$.....	2300
Подача воздуха через утилизатор по вытяжке, $м^3/ч$.....	4400
Количество вытяжного воздуха, $м^3/ч$.....	2100
Подача свежего воздуха через обводной канал, $м^3/ч$.....	3100
Установленная мощность электродвигателей, кВт	2,22
Диапазон регулирования установок средней температуры воздуха в помещении, °С.....	от +5 до +15
Допустимое отклонение от заданного среднего значения температуры помещения, °С.....	±2
Габаритные размеры одной установки, мм.....	2300х1020х1570
Затраты труда на техобслуживание в месяц, чел.-ч	6,0
Теплопроизводительность по притоку при $\Delta t = 40°С$, кВт.....	17,5

Эффективность теплообмена по притоку.....	0,6
Масса установки, кг.....	До 400
Теплоноситель.....	Водогликольная смесь 40%
Ориентировочная стоимость одного агрегата, тыс.руб.....	2,0

Разработчики - ВИЭСХ; АО "Суомен Пухелинтехдао" (Финляндия).

Изготовитель - завод "Мозырьптицемаш" (г.Мозырь БССР).

Данные приведены в соответствии с протоколом государственных испытаний № 20-128-84 и информацией Госагропрома СССР "Энергосберегающая техника в сельском хозяйстве" (ЦНИТЭИ,М., 1986).

ПРИЛОЖЕНИЕ 5

ТЕХНИЧЕСКОЕ ОПИСАНИЕ ТЕПЛОУТИЛИЗАЦИОННОЙ УСТАНОВКИ УТФ-12

I. Назначение и комплектность

Предназначена для вентиляции животноводческих и птицеводческих помещений с утилизацией теплоты выбросного воздуха.

Установка состоит из теплообменника на тепловых трубах, разделенного на две части - конденсационную в потоке приточного (наружного) воздуха и испарительную в канале удаляемого (внутреннего) воздуха. Тепловые трубы герметичные алюминиевые, заправленные фреоном I2. В состав установки входят также два осевые вентилятора - приточный и вытяжной, воздушный фильтр, состоящий из каркаса и фильтрующих пластин из ткани или поролона; обводной канал с заслонками и приводом; жалюзи от обмерзания; теплообменник с приводом; дополнительный блок подогрева;шкаф управления с электрооборудованием для автоматического и ручного управления.

Электрическая схема обеспечивает автоматическое и ручное управление установкой, защиту электродвигателей от токов коротких замыканий и перегрузок, защиту силовых цепей и цепей управления от токов коротких замыканий, защиту теплообменника-утилизатора от обмерзания без отключения подачи воздуха, защиту калориферов (водяных) от замораживания, сигнализацию нормальных и аварийных режимов работы.

2. Функциональная схема работы

Приточный воздух, нагнетаемый осевым приточным вентилятором, проходит через верхнюю секцию теплообменника, подогревается за счет тепла конденсации паров фреона и подается в помещение.

Регулирование тепловой мощности теплообменника осуществляется изменением количества воздуха, проходящего через теплообменник. Изменение подачи воздуха в сторону уменьшения от номинальной осуществляется за счет изменения частоты вращения вентиляторов в диапазоне I:I,5. Увеличение подачи воздуха

(только по притоку) и одновременно уменьшение тепловой мощности достигается открытием обводного канала. В этом случае воздух проходит, минуя теплообменник.

При достаточно низких отрицательных температурах наружного воздуха при обмерзании теплообменника по сигналу датчика температуры в вытяжном канале закрываются жалюзи в приточном канале и одновременно открывается часть лопаток в обводном канале. В этом случае количество приточного воздуха через теплообменник уменьшается, теплосъем с тепловых труб уменьшается, температура удаляемого воздуха за теплообменником увеличивается и трубы размораживаются.

При снижении температуры внутреннего воздуха в помещении ниже установленного предела по сигналу датчика температуры включается дополнительный источник тепла (водяной или электрокалорифер).

3. Техническая характеристика

Тип машины	Стационарная на тепловых трубах
Агрегатируется	С комплектом
Привод, электрическая сеть, В	220/380
Суммарная установленная мощность электродвигателей, кВт	I5
Подача воздуха на притоке, $м^3/ч$:	
на максимальном режиме	I8000 ± 900
на минимальном режиме	I2000 ± 600
Подача воздуха на вытяжке, $м^3/ч$:	
максимальная	I2000 ± 600
минимальная	
Тепловая мощность установки по притоку на номинальном режиме, не менее, кВт (Мкал/ч)	I28 (II0)
в том числе тепловая мощность утилизации (при $\Delta t = 40^0C$)	64 (55)
Габаритные размеры машины не более, мм:	
длина	2700
ширина	I300
высота	2300

Масса (с неполным комплектом рабочих органов не более, кг	2150
Коэффициент эффективности утилизатора по притоку, не менее	0,5
Полное давление на выходе из установки не менее, Па:	
по притоку	350
по вытяжке	250
Диапазон задаваемых температур, ^{0}С	От 5 до 25
Отклонения температуры от заданного значения температуры в зоне установки датчика, ^{0}С	±2
Затраты труда на техническое обслуживание не более, чел.-ч/месяц	10
Удельный расход электроэнергии установки не более, кВт.ч/тыс.м^{3}	1,25

Разработчик - ГСПКБ по оборудованию для микроклимата (г.Брест).

Изготовитель - завод "Нерчинскптицемаш" (г.Нерчинск,Читинская обл.).

Оптовая цена - 3160 руб.*

Данные приведены в соответствии с протоколом государственных испытаний № 20-35-84 и информацией Госагропрома СССР "Энергосберегающая техника в сельском хозяйстве" (ЦНИИТЭИ, М.,1986).

* При расчете капитальных затрат необходимо учитывать затраты на специальное помещение, в котором устанавливается теплоутилизатор.

ПРИЛОЖЕНИЕ 6
Таблица I

ТЕПЛОТЕХНИЧЕСКАЯ И СТОИМОСТНАЯ ХАРАКТЕРИСТИКИ ОГРАЖДАЮЩИХ КОНСТРУКЦИЙ И ТЕПЛОИЗОЛЯЦИОННОГО СЛОЯ

Индекс ограждения	Вид ограждения, утеплителя	№ п/п	Толщина $\delta_{ок}$, м	Коэффициент теплопроводности λ, Вт/м°С	Объемный вес γ, кг/м³	Сопротивление термическое $R_{ок}$, м²·°С	Стоимость $в_{ок}$, руб./м³
I	2	3	4	5	6	7	8
I	Стены из керамического кирпича ГОСТ 7484-69	I	0,I2	0,56	I800	0,2I	34,2
		2	0,24	0,56	I800	0,43	34,2
		3	0,36	0,56	I800	0,64	34,2
		4	0,48	0,56	I800	0,86	34,2
		5	0,60	0,56	I800	I,07	34,2
		6	0,72	0,56	I800	I,29	34,2
II	Стены из пустотного керамического кирпича ГОСТ 648-73	I	0,I2	0,47	I600	0,26	38,2
		2	0,24	0,47	I600	0,5I	38,2
		3	0,36	0,47	I600	0,77	38,2
		4	0,48	0,47	I600	I,02	38,2
		5	0,60	0,47	I600	I,28	38,2
		6	0,72	0,47	I600	I,53	38,2
III	Стены из силикатного кирпича ГОСТ 379-69	I	0,I2	0,52	I800	0,17	3I,6
		2	0,24	0,52	I800	0,34	3I,6
		3	0,36	0,52	I800	0,5I	3I,6
		4	0,48	0,52	I800	0,69	3I,6
		5	0,60	0,52	I800	0,86	3I,6
		6	0,72	0,52	I800	I,03	3I,6
IУ	Панели стеновые трехслойные ГОСТ I.832.I-8 с утеплителем из пенопласта ПСБ (ГОСТ I5588-70)	I	0,05	0,047	40	I,06	254
		2	0,075	0,047	40	I,60	I84
		3	0,I00	0,047	40	2,I3	I49

Продолжение табл.1

I	2	3	4	5	6	7	8
У	Панели стеновые трехслойные ГОСТ I.832.I-8 с утеплителем из минераловатных плит на синтетическом связующем по ГОСТ 9573-72	I	0,05	0,073	I25	0,68	224
		2	0,075	0,073	I25	I,03	I57
		3	0,I00	0,073	I25	I,37	I24
УI	Панели стеновые двухслойные керамзитобетонные ГОСТ I.832.I-9	I	0,2	0,3I4	800	0,36	57,5
		2	0,25	0,3I4	800	0,50	56,8
		3	0,30	0,36I	900	0,64	60,3
		4	0,40	0,36I	900	0,9I	54,5
		5	0,50	0,36I	900	I,I9	53,4
УII	Полужесткие минераловатные плиты покрытия на синтетическом связующем ГОСТ 9573-72	I	0,06	0,046	I00	I,3	20,3
		2	0,08	0,046	I00	I,74	20,3
		3	0,I	0,046	I00	2,I7	20,3
		4	0,I3	0,046	I00	2,83	20,3
		5	0,I5	0,046	I00	3,26	20,3
		6	0,I8	0,046	I00	3,9I	20,3
УIII	Полужесткие минераловатные покрытия на битумном связующем ГОСТ I2394-66	I	0,06	0,046	I00	I,3	43,7
		2	0,08	0,046	I00	I,74	43,7
		3	0,I	0,046	I00	2,I7	43,7
		4	0,I3	0,046	I00	2,83	43,7
		5	0,I5	0,046	I00	3,26	43,7
		6	0,I8	0,046	I00	3,9I	43,7
IX	Плиты покрытия минераловатные на крахмальном связующем ТУ-400-I-8I-78	I	0,06	0,046	I25	I,3	I9,2
		2	0,08	0,046	I25	I,74	I9,2
		3	0,I	0,046	I25	2,I7	I9,2
		4	0,I3	0,046	I25	2,83	I9,2
		5	0,I5	0,046	I25	3,26	I9,2
		6	0,I8	0,046	I25	3,9I	I9,2

Продолжение приложения 6
Таблица 2

ХАРАКТЕРИСТИКА ОКОННЫХ БЛОКОВ

№ п/п	Наименование переменных	Обозначение	Типы остеклений (с 5-мм стеклом)			
			одинарное остекление в деревянных переплетах	двойное остекление в деревянных спаренных переплетах	двойное остекление в деревянных раздельных переплетах	тройное остекление в деревянных переплетах (спаренный и одинарный)
I	Термическое сопротивление, $м^2 \cdot С/Вт$	$R_{ок}$	0,I7	0,34	0,38	0,52
2	Толщина оконного блока, м	$\delta_{ок}$	0,005	0,040	0,070	0,I00
3	Стоимость I м оконного блока, $руб./м^2$	$\ell_{ок}$	II,29	I7,28	24,43	28,9

Таблица 3

НОРМЫ АМОРТИЗАЦИОННЫХ ОТЧИСЛЕНИЙ И ЗАТРАТ НА ТЕКУЩИЙ РЕМОНТ ОГРАЖДАЮЩИХ КОНСТРУКЦИЙ ЖИВОТНОВОДЧЕСКИХ И ПТИЦЕВОДЧЕСКИХ ЗДАНИЙ

Наименование конструкции	Срок службы, лет	Норма $a_{ск}$	Наименование конструкции	Срок службы, лет	Норма $a_{ск}$
Стены:			минераловатные плиты	25	0,06
из бетонных камней	50	0,075	фибролитовые плиты	I5	0,072
из кирпичей	40	0,09I	камышитовые плиты	I0	0,082
керамзитобетонные панели и блоки	40	0,I02	Полы:		
деревоасбестоцементные панели	20	0,I07	бетонные	20	0,072
Покрытия и перекрытия:			асфальтовые	8	0,I23
плиты железобетонные	60	0,052	кирпичные	I5	0,I23
			деревянные	4	0,357

ПРИЛОЖЕНИЕ 7
Таблица I

СТЕПЕНЬ ЧЕРНОТЫ ВНУТРЕННЕЙ ПОВЕРХНОСТИ СТРОИТЕЛЬНЫХ КОНСТРУКЦИЙ

№ п/п	Материал	Состояние поверхности	Степень черноты стен, покрытия ε от' ε пок
I	Асбестоцемент	Шероховатая	0,97
2	Бетон	-"-	0,63
3	Гипс	-"-	0,91
4	Дерево (ель)	Строганая	0,78
5	Дерево (дуб)	-"-	0,90
6	Кирпич глиняный обыкновенный	Шероховатая	0,94
7	Мрамор	Полированная	0,94
8	Песчаник красный	Гладкошлифованная	0,58
9	Гранит	Полированная	0,43
I0	Известняк доломитовый	Гладкошлифованная	0,40
II	Краска масляная	-	0,80
I2	Плитки металлокие	Гладкая	0,67
I3	Алюминий	Неполированная	0,04
I4	-"-	Окисленная	0,II
I5	Бронзировка алюминием	Шероховатая	0,60
I6	Сталь листовая	Черная матовая	0,69
I7	То же	Оцинкованная	0,23
I8	Резина мягкая серая	Шероховатая	0,86
I9	Сажа голландская на жидком стекле	Матовая	0,97
20	Стекло оконное	Гладкая	0,95
2I	Толь кровельный	Шероховатая	0,92
22	Цементный раствор	Гладкая	0,68
23	Шлакобетон	Шероховатая	0,9I
24	Штукатурка известковая	-"-	0,9I
25	Эмалевая краска	-"-	0,90

Продолжение приложения
Таблица 2

ЗНАЧЕНИЯ КОЭФФИЦИЕНТОВ ВЗАИМНОЙ ОБЛУЧЕННОСТИ ОГРАЖДЕНИЙ ЖИВОТНОВОДЧЕСКИХ ЗДАНИЙ

Наименование помещений	Ширина помещения, м	Значения коэффициента для	
		покрытий $\varphi_{пок}$	продольных и торцовых стен (включая проемы) $\varphi_{ст}$
Свинарники	I2	0,46	0,29
	I8	0,53	0,23
	24	0,57	0,2I
Коровники и овчарни	I2	0,3I	0,I9
	I8	0,36	0,I4
	2I	0,37	0,I3
	24	0,38	0,II
	42	0,38	0,I0

ПРИЛОЖЕНИЕ 8

Таблица I

ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ ТЕПЛОГЕНЕРИРУЮЩИХ УСТАНОВОК

Установки	Теплопроизводительность, кВт	Вид топлива	Стоимость*, руб.	Удельная стоимость генератора тепла, руб./Вт $e_{тт} \cdot 10^{-3}$
КВ-200	I53,52	Каменный уголь	273	I,8
	I44,2I	Бурый уголь	273	I,9
	234,93	Жидкое	483	2,I
	209,34	Газ	408	I,9
КВ-300	I89,57	Бурый уголь	362	I,9
	223,8	Каменный уголь	362	I,6
	325,64	Жидкое	572	I,8
	232,6	Газ	497	2,I
КИ-I600	348,9	Каменный уголь	300	0,9
	348,9	Жидкое	3I0	I,5
КМ-2500	58I,5т	Уголь	500	0,9
	58I,5	Жидкое	7I0	I,2
КВ-300М	372,I6	Жидкое	900	2,4
Д-27I-М	744,32	-"-	I200	I,6
ТГ-75А	37,23	-"-	355	4,I
ТГ-I50А	I74,45	-"-	355	2,0
ТГ-IА с автоматизацией	II6,3	-"-	II20	9,6
ТГ-2,5	290,75	-"-	I720	5,9
Котельные	2320	Природный газ	6I200	26,4
		Каменный уголь	68000	29,3
		Бурый уголь	80600	34,7
		Жидкое	80200	34,6
	4640	Природный газ	I94800	42,0
		Каменный уголь	3I0000	66,8
		Бурый уголь	3I0000	66,8
		Жидкое	244000	52,6

* Для учета строительно-монтажных работ необходимо вводить коэффициент I,5. Если для установки требуется строить отдельное помещение, его стоимость следует учитывать дополнительно.

Продолжение приложения 8
Таблица 2

ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ КАЛОРИФЕРНЫХ УСТАНОВОК (водяных) В СИСТЕМАХ ВЕНТИЛЯЦИИ ЖИВОТНОВОДЧЕСКИХ ПОМЕЩЕНИЙ*

Тип калорифера	Теплопроизводительность, Вт	Стоимость, руб.	Удельная стоимость, руб./Вт $\ell_{ку} \cdot 10^{-3}$
КВС IA-II	27000	24	0,89
КВС 2А-II	34600	33	0,95
КВС 3А-II	42300	38	0,90
КВС 4А-II	49800	43	0,86
КВС 5А-II	65800	53	0,80
КВС 6А-II	38000	35	0,92
КВС 7А-II	48500	42	0,87
КВС 8А-II	58200	48	0,82
КВС 9А-II	69800	54	0,77
КВБ II-0I	До 30000	34	I,3
КВБ А-II	35000	40	I,I9
КСК 3	40000	45	I,09
КСК 4	50000	48	I,05
	60000	55	0,95
	70000	68	0,97
	85000	72	0,86

С учетом монтажа стоимость необходимо принимать с коэффициентом I,25.

Продолжение приложения 8
Таблица 3

ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ ТРУБОПРОВОДОВ ТЕПЛОСЕТЕЙ ДЛЯ ПЕРЕДАЧИ ТЕПЛА НА ЖИВОТНОВОДЧЕСКИХ ФЕРМАХ

Диаметр трубопроводов, мм	Стоимость двухтрубной теплотрассы, руб./пог.м*, ℓтс			
	в железобетонных каналах	без каналов		
		в армопенобетоне	в пенобетонных сегментах	в асфальтобетоне
40	53,5	-	40,7	26,8
50	60,9	56,4	43,5	29,9
70	63,5	59,2	47,2	32,5
80	65,I	63,3	50	34,3
I00	73,7	69,8	55,4	39,2
I25	79,5	74,2	59	45
I50	82,5	8I,5	65	56,7
200	I20,9	98,6	85,3	-
250	I29,2	II6,I	I00	7I,8
300	I38,6	I33,5	II7	-

* Стоимости приведены без учета затрат на подготовку территории под строительство, при работах зимой и других непредвиденных расходах, повышающих затраты примерно на 20%.

ПРИЛОЖЕНИЕ 9
Таблица I

УДЕЛЬНАЯ СТОИМОСТЬ ПОДСТАНЦИЙ

Тип подстанции	$e_{тп}$ 10^{-3}, руб./Вт
Трансформатори 35/10 кВ (без учета стоимости подсобных сооружений):	
Однотрансформаторная:	
тупиковая	0,93
проходная	0,90
Двухтрансформаторная:	
тупиковая	0,32
проходная	1,00
Трансформаторы 35/10 кВ с регулированием напряжения (без учета стоимости подсобных сооружений):	
Однотрансформаторная:	
тупиковая	1,09
проходная с заходом-выходом линий 35 кВ	1,34
Трансформаторы 110/20 кВ (без учета стоимости подсобных сооружений):	
двухтраноформаторные	1,45
Трансформаторы 35/0,4 кВ:	
на А-образной железобетонной опоре	1,50
то же, деревянной	1,50
Трансформаторы 20/0,4 кВ:	
открытые	1,30
закрытые	1,30
Трансформаторы 110/10 кВ:	
двухтраноформаторные	1,45
Трансформаторы 10/0,4 кВ:	
на деревянных опорах с железобетонными приставками	1,25
на железобетонных приставках	1,25

ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ ЭЛЕКТРОКАЛОРИФЕРНЫХ УСТАНОВОК И ДРУГОГО ЭЛЕКТРОТЕПЛОВОГО ОБОРУДОВАНИЯ

Вид оборудования	Наименование ТЭП			
	установленная мощность, кВт	в том числе электрокалорифер	стоимость*, руб.	удельная стоимость $c_{эк} \cdot 10^{-3}$ руб./Вт
Электрокалориферные установки				
СФОА-5	5,05	4,85	370	67,4
СФОА-10	9,85	9,6	370	37,6
СФОА-16	15,75	15	540	34,3
СФОЦ-25	23,25	22,5	640	27,5
СФОЦ-40	46,5	46	730	15,7
СФОЦ-60	69	67,5	815	11,8
СФОЦ-100	24	90	1060	11,3
Электродные водогрейные установки				
ЭПЗ-25/04	25	-	870	34,8
ЭПЗ-60/04	60	-	900	15
ЭПЗ-100/04	100	-	1100	11
КЭВ-40/04	40	-	315	7,9
КЭВ-63/04	63	-	375	6,0
КЭВ-100/04	100	-	550	5,5
КЭВ-160/04	160	-	550	3,5
КЭВ-250/04	250	-	780	3,12
КЭВ-400/04	400	-	1200	3,0
Электроводонагревательные установки				
ВЭТ-200	6,0	-	85	14,2
ВЭТ-400	12,0	-	130	10,8
ВЭТ-800	16,5	-	615	37,3
ЭВ-1500 М	6,0	-	75	12,5
ЭПВ-2 А	10,5	-	55	5,2
ВЭП-600	10	-	300	30

*С учетом монтажа установок стоимость увеличивается на 25%.

Продолжение приложения 9

Таблица 3

УДЕЛЬНАЯ СТОИМОСТЬ ЛИНИЙ ЭЛЕКТРОПЕРЕДАЧ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ НАПРЯЖЕНИЯ И ТИПА ОПОР

Напряжение, кВ	Тип опор линий	$e_{эо} \cdot 10^{-3}$, руб./Вт·км
110	Железобетонные	28
	Деревянные	30
5	Деревянные одностоечные	90
	П-образные	100
	Железобетонные	100
20	Железобетонные	160
	Деревянные	160
10	Железобетонные	280
	Деревянные с железобетонными приставками	310
0,4	Железобетонные	8000
	Деревянные с железобетонными приставками	10000

ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ТЕПЛОУТИЛИЗАТОРОВ

№ пп	Тип	Воздухопроизводительность и установленная мощность $Q_{ут}$, кг/ч; $N_{ут}$, кВт	Балансовая стоимость установки, руб.**	Линейная постоянная удельной теплопроизводительности при $\Delta t = I\,^{o}C$ $A_{ут}$, Вт/°С	Теплопроизводительность и удельная стоимость утилизаторов $Q_{ут}$ Вт/$e_{ут}$, Вт/руб/Вт* при Δt равным							Минимальная температура $t_{ут}$, °С
					5	I0	I5	20	25	30	35	
I	УТ-I2	I4400 I2,5	3900	I850 2,I	9300 0,42	I85I0 0,2I	27760 0,I4I	370I0 0,I05	42270 0,092	55520 0,07I	64770 0,06	-20
2	Агро-вейт	2640 2,4	2I00	602 3,5	30I0 0,7	6020 0,35	4030 0,233	I2040 0,I74	I5050 0,I39	I8060 0,II6	2I070 0,I	-25
3	УП-3	3600 0,74	960	503 I,9	2520 0,38	5030 0,I9	7550 0,I26	I0060 0,095	I2570 0,076	I5090 0,063	I7600 0,0545	-25

* С учетом монтажа стоимость увеличивается на 25 %.

** При необходимости размещения теплоутилизаторов в специальных помещениях следует учитывать затраты на его строительство.

ПРИЛОЖЕНИЕ II

ПЕРСПЕКТИВНЫЕ ЗНАЧЕНИЯ ЗАМЫКАЮЩИХ ЗАТРАТ НА УГОЛЬ И ГАЗ (руб./т усл.т.)

№ п/п	Район	Уголь энергетический рядовой		Природный газ
		каменный	Канско-Ачинский рядовой	
I	Северо-Запад	35-37		4I-43
2	Мурманская обл.	36-38		44-46
3	Коми АССР	24-26		32-34
4	Центр	34-36		40-42
5	Центрально-Черноземный район	33-35		4I-43
6	Северный Кавказ	32-34		4I-43
7	Среднее Поволжье	30-32		37-39
8	Нижнее Поволжье	32-34		38-40
9	Северный Урал	25-28		34-36
I0	Южный Урал	25-27		35-37
II	Кемеровская обл. Алтай	I5-I7	8-I0	25-27
I2	Новосибирская, Тамбовская обл.	I7-I9	I2-I4	25-28
I3	Омская обл.	20-22	I7-I9	22-30
I4	Красноярский край	I3-I5	6-80	27-29
I5	Иркутская обл.	I4-I6	9-I0	2I-24
I6	Забайкалье	I6-I8		
I7	Амурская обл.	I8-20		
I8	Хабаровский край	20-22		27-29
I9	Приморский край	I8-20		30-33
20	Восточная			
2I	Западная Украина, Молдавия	33-35		43-45
22	Белоруссия, Литва	35-37		43-45
23	Латвия, Эстония	36-38		43-45
24	Грузия	33-35		43-45
25	Армения, Азербайджан	35-37		42-44
26	Туркмения	22-24		28-30
27	Узбекистан	20-22		29-32

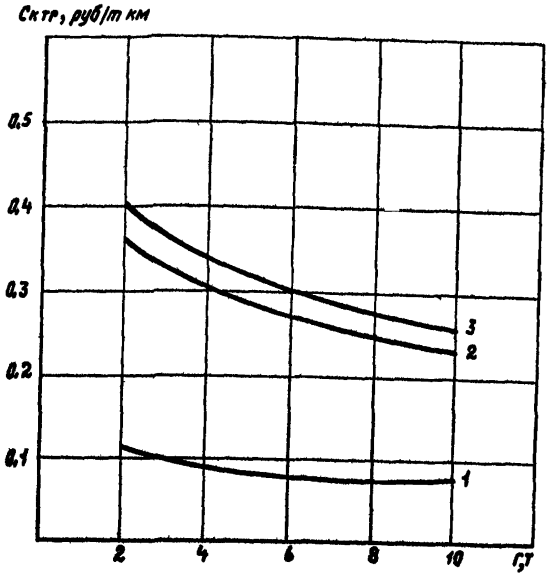


Рис.I. График зависимости постоянной составляющей приведенных затрат от грузоподъемности автотранспорта:

I - автосамосвалы; 2 - бортовыми автомобилями - в Европейской части страны, на Урале, в Западной Сибири и Средней Азии; 3 - то же, для районов Восточной Сибири и Дальнего Востока

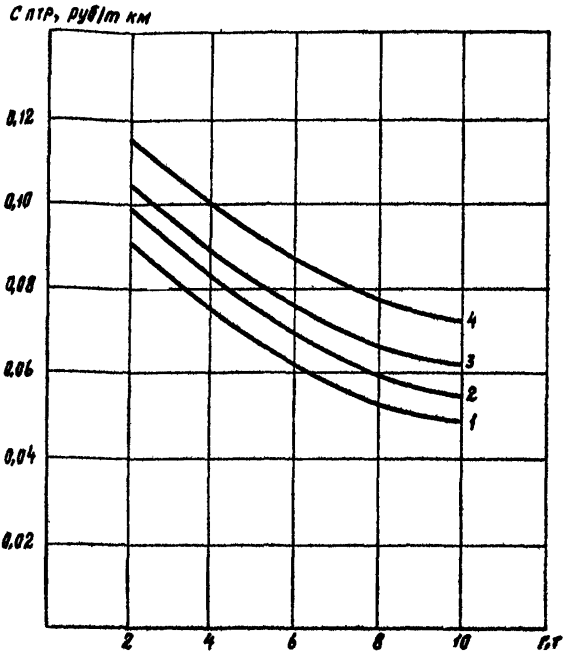


Рис.2. График зависимости переменной составляющей приведенных затрат от грузоподъемности автотранспорта при перевозке топлива самосвалами:

I - по равнинной местности Европейской части страны, Урала, Западной Сибири и Средней Азии; 2 - то же, для районов Восточной Сибири и Дальнего Востока;3 -по холмистой местности в районах п.I; 4 - то же, в районах п.2

ЗАТРАТЫ НА ХРАНЕНИЕ ТОПЛИВА НА УГОЛЬНЫХ СКЛАДАХ

Емкость складов, тыс.т	Стоимость, руб./т ($C_{хр}$)
20	I0,7
50	8,8
I00	7,7
200	5,6

ХАРАКТЕРИСТИКА ОСНОВНЫХ ВИДОВ ТВЕРДОГО, ЖИДКОГО И ГАЗООБРАЗНОГО ТОПЛИВА СССР

Топливо	Класс топлива	Марка	Теплота сгорания $Q_{нт} \cdot 10^6$, $\frac{ккал}{т}$
Малосернистый и сернистый мазут		40	9,70
		I00	9,65
		200	9,60
Природный газ	Саратовский	-	8,56
	Дашавский	-	8,50
Донецкий уголь	Длиннопламенный	Д	4,90
	Газовый	Г	5,90
	Паровой жирный	ПЖ	5,98
	Нежирный	Т	6,32
	Антрацит семя	АС	6,40
	Антрацит	АШ	5,66
	Антрацит	АРШ	6,33
Кузнецкий уголь	Ленинский	Г	6,39
	Прокопьевский	СС	6,48
	Кемеровский	ПС	6,06
	Киселевский	СС	6,62
	Араличевский	Т	6,32
	Анджеро-Судженский	ПС	6,72
Карагандинский уголь	Каменный	ПЖ	5,23
	Бурый	БР	3,65
Подмосковный уголь	Бурый	БР	2,54
Уральский уголь	Богословский	БР	2,71
	Челябинский	Б	3,70
	Коркинский	Б	3,38
	Кизиловский	ПЖ	4,69
	Буланашский	Г	5,45
	Волчанский	Б	2,80
	Егоршинский	ПР	5,92
Иркутский уголь	Черемховский	Д	5,33
Украинский уголь	Александровский	БР	I,5I
Кусковой торф		-	2,56
Фрезерный торф		-	2,63
Дрова		-	2,44

ПРИЛОЖЕНИЕ I5

КОЭФФИЦИЕНТЫ, ХАРАКТЕРИЗУЮЩИЕ ЗАМЫКАЮЩИЕ ЗАТРАТЫ НА ЭЛЕКТРОЭНЕРГИЮ

Объединенная энергосистема	Коэффициенты	
	$a_э$	$в_э$
Центра	0,87	2630
Средней Волги	0,78	2575
Юга	0,8	2690
Северо-Запада	0,85	2750
Урала	0,8	2600
Северного Кавказа	0,75	2600
Закавказья	0,75	2750
Сибири	0,7	550
Северного Казахстана	0,9I	935
Средней Азии	0,9I	I290
Дальнего Востока	I,I2	I230

ПРИЛОЖЕНИЕ I6

ЗНАЧЕНИЯ СРЕДНЕГОДОВОГО КОЭФФИЦИЕНТА ПОЛЕЗНОГО ДЕЙСТВИЯ ГЕНЕРАТОРОВ ТЕПЛА

Тип установки	Величина $\eta^{ср}_{гт}$ в зависимости от вида топлива			
	твердое	жидкое	газ природный	электроэнергия
Котельная с котлами КМ-I600, КМ-2500	0,5	0,6	-	-
КВ-200, КВ-300	0,4	0,6	0,6	-
Е-I/9 Г, Г, Л	0,55	0,75	0,75	-
Е-2,5/I4	0,6	0,75	0,75	-
Энергия, Универсал-6	0,55	0,7	0,7	-
ВНИСТО-М-4	0,5	-	0,7	-
Теплогенераторы	-	0,6	-	-
Электрокотельные	-	-	-	0,95
Электронагреватели	-	-	-	0,95
Электрокалориферы	-	-	-	0,98

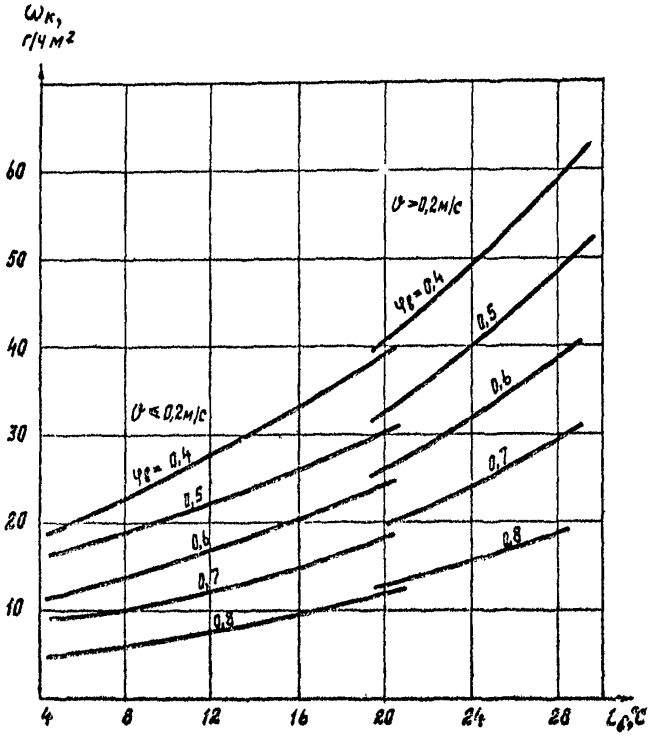


Рис.I. График зависимости удельных влаговыделений при испарении влаги с поверхности навозных каналов(содержание животных - на решетчатых полах) от температуры воздуха в помещениях при скорости движения воздуха $V \leq 0,2$ м/с, $V > 0,2$ м/с

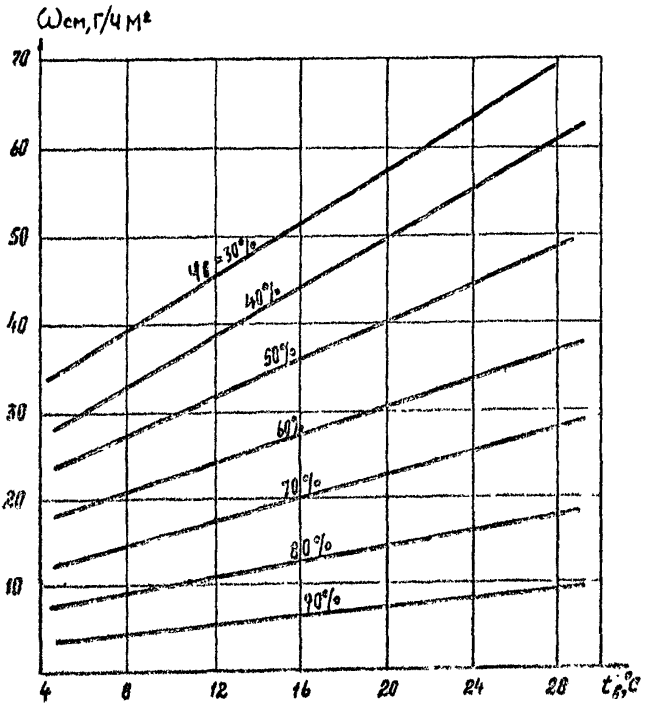


Рис.2. График зависимости удельных влаговыделений от температуры воздуха в помещении при испарении влаги со смоченных поверхностей пола

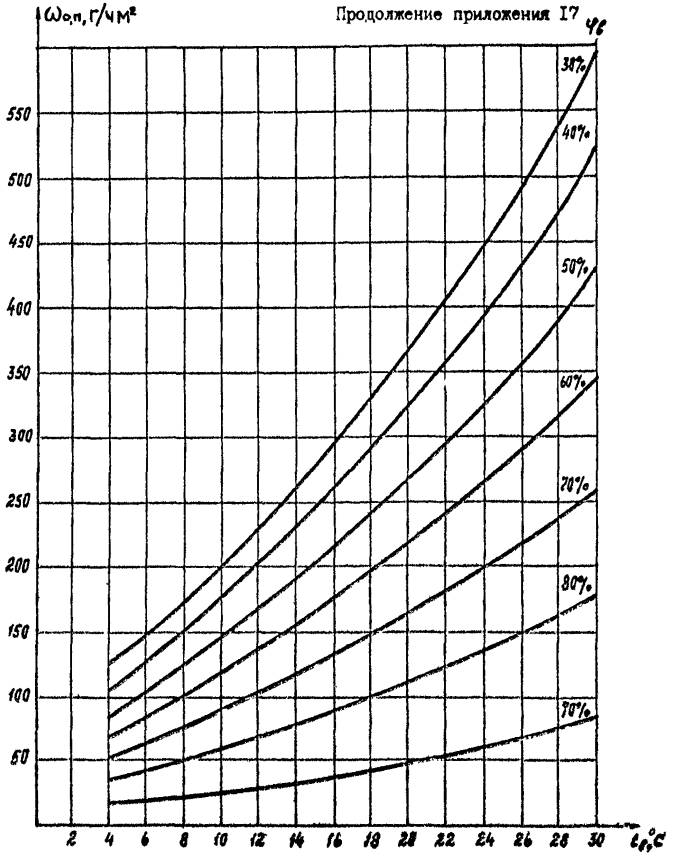
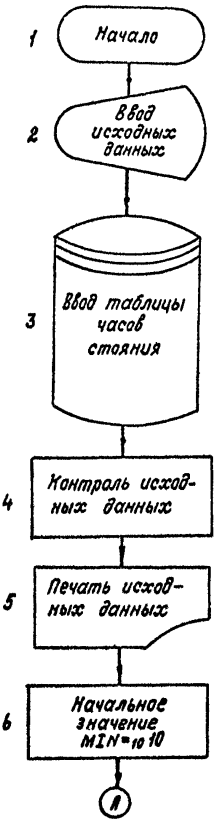
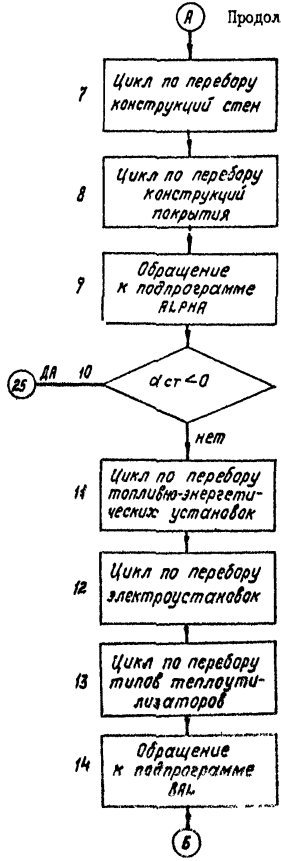
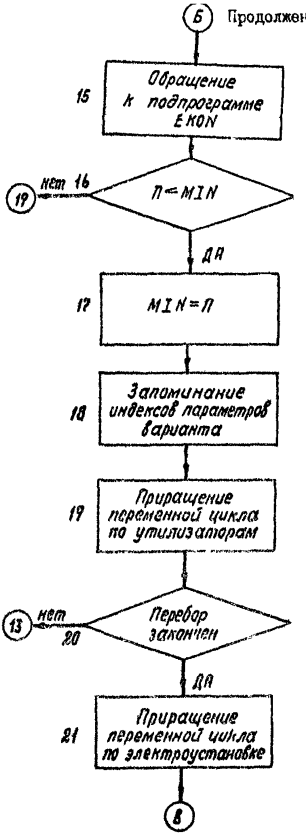
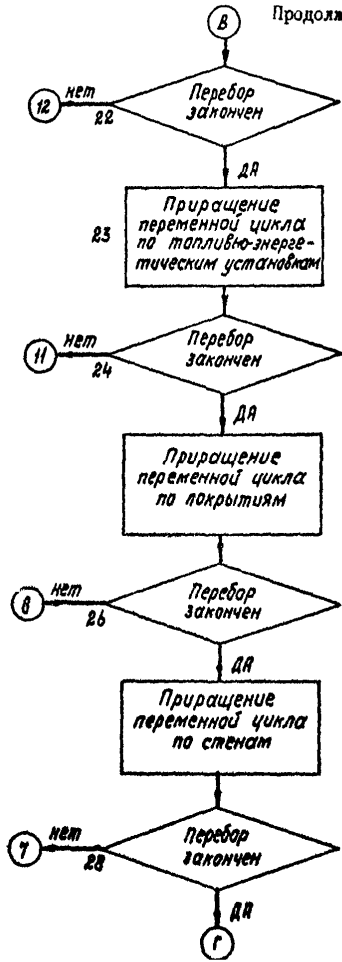


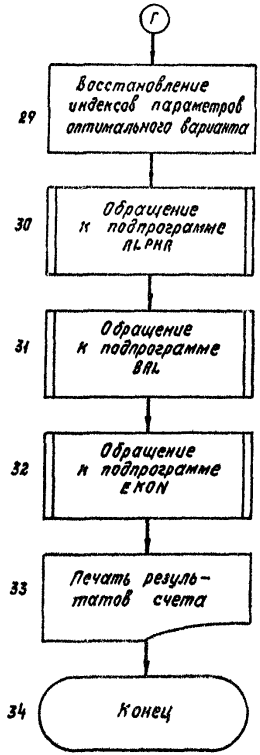
Рис.3. График зависимости испарения влаги с открытых водных поверхностей и поверхностей поилок


1
Начало
2
Ввод исходных данных
3
Ввод таблицы часов стояния
4
Контроль исходных данных
5
Печать исходных данных
6
Начальное значение MIN=10 10
A


А
7
Цикл по перебору конструкций стен
8
Цикл по перебору конструкций покрытия
9
Обращение к подпрограмме ALPHA
25
ДА
10
α ст < 0
нет
11
Цикл по перебору топливно-энергетических установок
12
Цикл по перебору электроустановок
13
Цикл по перебору типов теплоутилизаторов
14
Обращение к подпрограмме RAL
Б


Б
15
Обращение к подпрограмме EKON
16
П = MIN
нет
19
ДА
17
MIN = П
18
Запоминание индексов параметров варианта
19
Приращение переменной цикла по утилизаторам
13
нет
20
Перебор закончен
ДА
21
Приращение переменной цикла по электроустановке
8


В
12
нет
22
Перебор закончен
ДА
23
Приращение переменной цикла по топливно-энергетическим установкам
11
нет
24
Перебор закончен
ДА
Приращение переменной цикла по покрытиям
8
нет
26
Перебор закончен
ДА
Приращение переменной цикла по стенам
7
нет
28
Перебор закончен
ДА
Г


Г
29
Восстановление индексов параметров оптимального варианта
30
Обращение к подпрограмме ПЛРНК
31
Обращение к подпрограмме ВЯЦ
32
Обращение к подпрограмме ЕКОН
33
Печать результатов счета
34
Конец

УСЛОВНЫЕ ОБОЗНАЧЕНИЯ

$Q_{доп}$ – дополнительная потребность в теплоте, Вт

$Q_{огр}$ – теплопотери через ограждение, Вт

$Q_и$ – теплопотери на испарение влаги с открытых водных и смоченных поверхностей, Вт

$Q_в$ – расход теплоты на нагрев вентиляционного воздуха, Вт

$Q_ж^{св}$ – количество явной теплоты, выделяемое животными, Вт.

$q_ж^{св}$ – удельное количество явной теплоты, выделяемое одним животным, Вт

$Q_{пр}$ – количество теплоты, необходимое для нагрева приточного воздуха, Вт

$Q_{ут}$ – количество теплоты, возвращаемое теплоутилизационными установками, Вт

$q_{ут}$ – тепловозврат одного утилизатора при расчетном перепаде температур, Вт

$\sum F_{огр}$ – суммарная площадь всех ограждений строительных конструкций, $м^2$

$R_{тс}, R_{пс}, R_{пок}, R_{ок}, R_в, R_{пол}^{пр}$ – сопротивление теплопередаче соответственно торцовых и продольных стен, покрытия, окон, ворот, пола, $м^2 \cdot {}^0С/Вт$

$F_{тс}, F_{пс}, F_{пок}, F_о, F_в, F_п$ – соответственно площадь торцовых и продольных стен, покрытия, окон, ворот, пола, $м^2$

ν – коэффициент, учитывающий положение ограждающих конструкций относительно наружного воздуха, определяется по СНиП "Строительная теплотехника" [21]

$t_в$ – температура внутреннего воздуха в животноводческом помещении принимается в соответствии с ОНТП [1,2], $^0С$

$t_н$ – расчетная температура наружного воздуха принимается в соответствии со СНиП "Отопление и вентиляция" [9] как средняя расчетная температура самой холодной пятидневки, $^0С$

$W_и$ – количество влаги, испаряющейся с открытой и смоченной поверхностей животноводческого помещения, г/ч

$W_{см}, W_{откр}, W_к, W_п$ – удельные количества влаги, испаряющейся с 1 $м^2$ соответственно смоченной и открытой водной поверхностей, от навозных каналов из-под решетчатого

пола, поилок, определяются по формулам или по графикам, г/ч м^2

$F_{отк}, F_{нж}, F_{п}, F_{к}, F_{см}$ – соответственно площади открытой водной поверхности, навозной жижи, поилок, открытой части навозных подпольных каналов, смоченного пола, м^2

$\varphi_{в}$ – относительная влажность воздуха животноводческих помещений в долях единицы

$Z_{ут}$ – количество теплоутилизаторов, принимаемых к установке

$G_{пр}$ – количество приточного воздуха, кг/ч

$d_{в}, d_{н}$ – влагосодержание соответственно внутреннего и наружного воздуха, г/кг

$W_{ж}$ – количество влаги, выделенное животными, г/ч

$\omega_{ж}$ – удельное количество влаги, выделяемое одним животным, г/ч

$m_{ж}$ – количество животных в помещении, голов

$k_{жт}, k_{жв}$ – поправочные температурные коэффициенты соответственно на тепло- и влаговыделение животных

$\Delta t_{ут}$ – расчетный перепад температур для определения теплопроизводительности утилизатора, ^{o}C

$t_{нут}$ – расчетная температура наружного воздуха для конкретного теплоутилизатора, ^{o}C

$A_{ут}$ – линейная постоянная теплопроизводительности конкретного утилизатора при $\Delta t_{ут} = 1^{o}$C, Вт/^{o}C

$G_{ут}$ – расчетная воздухопроизводительность одного теплоутилизатора, кг/ч

$G_{вр}$ – фактический расчетный воздухообмен помещения, кг/ч

$k_{инф}$ – коэффициент, учитывающий увеличение теплопотерь за счет инфильтрации наружного воздуха через строительные ограждения

$i_{н}, i_{к}$ – теплосодержание воздуха на входе и выходе из утилизатора, кдж/кг

$C_{р}$ – теплоемкость воздуха, кдж/кг^{o}C

$P_{ж}$ – вес животных, кг

$П_{т}$ – приведенные затраты на СОМ, руб.

$E_{н}$ – нормативный коэффициент эффективности капитальных вложений для новой техники принимается равным 0,15

K_i – капитальные затраты на СОМ по конкретному варианту строительных конструкций и оборудования, руб.

$K_{ск}, K_{тв}$ – капитальные затраты соответственно на строительные конструкции, теплоснабжение и вентиляцию, руб.

$K_{тст}, K_{пст}, K_{пок}, K_{ок}, K_{вор}, K_{пол}$ – капитальные затраты на отдельные виды ограждающих конструкций – торцовых и продольных стен, покрытий, окон, ворот, пола, руб.

$K_{ку}, K_{ут}, K_{гт}, K_{тс}$ – капитальные затраты на калориферную установку, утилизационную установку, генератор теплоты, тепло(энерго) сеть, руб.

C_i – эксплуатационные затраты на СОМ по конкретному варианту, руб.

$C_{ск}, C_{тв}$ – эксплуатационные затраты соответственно на строительные конструкции и тепловентиляционную систему, руб.

$C_{тст}, C_{пст}, C_{пок}, C_{ок}, C_{вор}, C_{пол}$ – эксплуатационные издержки на отдельные виды ограждающих конструкций – торцовые и продольные стены, покрытия, окна, ворота, пол, руб.

$C_{ку}, C_{ут}, C_{гт}, C_{тс}$ – эксплуатационные издержки на калориферную установку, утилизационную установку, генератор теплоты, тепло(энерго)сеть, руб.

$Э_{пр}$ – сравнительная экономическая эффективность по приведенным затратам для различных вариантов СОМ, руб.

$П_{пт}$ – приведенные затраты на СОМ по наиболее перспективному типовому проектному решению, руб.

$F_{ск}$ – площадь строительных конструкций, $м^2$

$Ц_{ск}$ – стоимость строительных ограждающих конструкций или их теплоизоляционного слоя, руб./$м^3$

$\delta_{ск}, \delta_{ис}$ – толщина строительной конструкции, теплоизоляционного слоя или фактурного слоя, м

$a_{ск}$ – нормы амортизационных отчислений и затрат на текущий ремонт ограждающих конструкций

$\lambda_{ск}, \lambda_{ис}$ – коэффициент теплопроводности строительных материалов, Вт/м ^{0}С

$R^{min}_{ск}, R^{тр}_{о}, R^{тр}_{тст}, R^{тр}_{пок}, R^{тр}_{вор}, R^{тр}_{ок}$ – минимальное термическое и требуемое общее сопротивление теплопередаче ограждающих конструкций и их отдельных элементов – стен, покрытий, ворот, окон, $м^2 \cdot ^0С/Вт$

$\alpha_{ст}, \alpha_{впок}, \alpha_н$ – коэффициенты теплоотдачи внутренней (отен, покрытия) и наружной поверхностей ограждений, Вт/м^2.^{o}С

$t_н$ – средняя температура наружного воздуха наиболее холодных суток, ^{o}С

$t_р$ – температура точки росы внутреннего воздуха, ^{o}С

$\alpha^к_{ст,пок}, \alpha^к_{ст,пок}$ – коэффициент лучистой и конвективной составляющей теплообмена, Вт/м^2.^{o}С

$\xi_ж, \xi_{ст}, \xi_{пок}$ – степень черноты соответственно тела животного, поверхности стен и покрытий

C_o – коэффициент излучения абсолютно черного тела, Вт/м^2.^{o}С

$k_{зат}, k_{погл}$ – соответственно коэффициенты затенения и поглощения лучистой составляющей теплообмена

$B_р$ – радиационная составляющая лучистого теплообмена, ^{o}С

$t_ж$ – температура тела животного, ^{o}С

$\varphi_{ст}, \varphi_{пок}$ – коэффициент взаимной облученности при определении лучистого теплообмена животных с ограждающими конструкциями

$f_ж, f_{ст}, f_{пок}$ – соответственно поверхность тела животного, стен и покрытий, приходящееся на одно животное, м^2

$e_{ку}, e_{тг}, e_{тс}, e_{вк}, e_{тп}, e_{эс}, e_{ут}$ – удельные затраты на тепловентиляционное оборудование соответственно на калориферную установку, генератор теплоты, тепловую сеть, электрокалорифер, трансформаторную подстанцию, электросеть, утилизатор теплоты, руб./Вт

$K_{гтс}, K_{этс}$ – коэффициенты, определяющие вид энергоносителя

$\eta_{тс}, \eta_{эс}$ – коэффициенты, учитывающие теплопотери в тепловых и электросетях

$a_{ку}, a_{тг}, a_{тс}, a_{эк}, a_{тп}, a_{эс}, a_{ут}$ – коэффициенты отчислений на амортизацию и текущий ремонт

T – стоимость тепловой энергии за год, руб.

$C_{зт}, C_{ктр}, C_{птр}, C_{зр}$ – соответственно замыкающие затраты на топливо, постоянная и переменная составляющие удельных приведенных затрат на транспортировку топлива, затраты на хранение топлива, руб.

$\eta^{ср}_{тг}$ – значение среднегодового коэффициента полезного действия теплогенерирующей установки

$\ell_{тр}, \ell_{эс}, \ell_{тс}$ – соответственно расстояние транспортировки топлива от базы до объекта и длина линии электропередачи от распределительной подстанции до объекта, длина теплосети, км(м)

$a_э, B_э$ – коэффициенты линейной зависимости замыкающих затрат на производство электроэнергии

$Z_{от}, Z_{нj}$ – продолжительность отопительного периода в течение года и в промежутке определенных наружных температур, ч

$t_{от}, t_{нj}$ – значение наружной температуры начала отопительного периода и в определенном промежутке этого периода, ^{0}C

$t^{ср}_{н}$ – значение средней расчетной температуры за отопительный период, ^{0}C

$Э$ – затраты на электропривод вентиляторов, руб.

$\Sigma N_{уст}$ – суммарная установленная электрическая мощность тепловентиляторов, кВт

$Z_э$ – продолжительность работы вентиляторов, ч

$\eta_э$ – коэффициент использования установленной мощности на привод вентиляторов

$C_{эл}$ – стоимость электроэнергии по тарифу, руб.

ЛИТЕРАТУРА

I. Общесоюзные нормы технологического проектирования предприятий крупного рогатого скота. ОНТП I-77. М., Колос, I979.

2. Общесоюзные нормы технологического проектирования свиноводческих предприятий. ОНТП 2-85. М.; Гипроиселькхоз, I986.

3. Основные направления экономического и социального развития СССР на I986-I990 гг. и на период до 2000 г. М., Политиздат, I986.

4. Александров А. Перспективы энергетики. "Известия",I98I, № 43.

5. Растригин В.Н., Дацков И.И. и др. Электронагревательные установки в сельскохозяйственном производстве. М.,Агропромиздат, I985.

6. Проблемы электрификации, автоматизации и теплоснабжения сельскохозяйственного производства. Сб.тезисов докладов Всесоюзной научно-технической конференции. М., ВИЭСХ, I985.

7. Богословский В.Н., Поз Н.Я. Теплофизика аппаратов утилизации тепла систем отопления, вентиляции и кондиционирования воздуха. М., Стройиздат, I983.

8. Методические рекомендации по применению и исследованию средств очистки и дезинфекции вентиляционного воздуха животноводческих и птицеводческих помещений. М., ВИЭСХ, I982.

9. Отопление, вентиляция и кондиционирование воздуха. СНиП П-33-75. М., Стройиздат, I982.

I0. Антонов П.П. Особенности расчета системы вентиляции с рециркуляцией в помещениях комплексов по откорму крупного рогатого скота. Реферативный сборник "Проектирование сельскохозяйственных предприятий и производственных комплексов", № II, М., ВНИИТЭИСХ, I975.

II. Методические рекомендации по расчету и проектированию средств обеспечения микроклимата в комплексах по откорму крупного рогатого скота, МСХ СССР, Гипроиселькхоз, М., I977.

I2. Рекомендации по расчету и подбору пленочных воздуховодов для вентиляции животноводческих зданий. г.Киев, Укрниигипроселькхоз, I983.

I3. Руководящие указания по обеспечению электробезопасности электроустановок в сельском хозяйстве. М., МСХ СССР,1979.

I4. Рекомендации по теплотехническому расчету зданий с ненормированными параметрами микроклимата для содержания крупного рогатого скота. М., Гипронисельхоз, I983.

I5. Рекомендации по расчету, проектированию и применению систем электротеплоснабжения животноводческих ферм и комплексов. Гипронисельхоз, ВИЭСХ и др., г.Запорожье, I985.

I6. Методы и практика определения эффективности капитальных вложений и новой техники. Сб.научной информации, № 33, "Наука", I982.

I7. Методические рекомендации по определению приведенных затрат на электроэнергию для оценки эффективности электрификации различных процессов сельскохозяйственного производства. М., ВИЭСХ, I977.

I8. Методические рекомендации по расчету и применению систем электротеплоснабжения молочных ферм и комплексов. М., ВИЭСХ, I982.

I9. Богуславский Л.Д. Экономическая эффективность оптимизации уровня теплозащиты зданий. М., Стройиздат, I98I.

20. Богословский В.Н. Тепловой режим зданий. М., Стройиздат, I979.

2I. Строительная теплотехника. Нормы проектирования. СНиП П-3-79. М., Стройиздат, I98I.

22. Животноводческие, птицеводческие и звероводческие здания и сооружения. СНиП П-99-83. М., Колос, I984.

23. Строительная климатология и геофизика. Нормы проектирования СНиП 2.0I.0I.-82. М., Стройиздат, I983.

24. Ануфриев Л.Н., Кожинов И.А., Позин Г.М. Теплофизические расчеты сельскохозяйственных производственных зданий. М., Стройиздат, I984.

25. Нормы амортизационных отчислений по основным фондам народного хозяйства СССР. М., Экономика, I974.

26. Строительная климатология и геофизика. СНИП П-А.6-72. М., Стройиздат, I973.

СОДЕРЖАНИЕ

1. Общая часть 3
2. Требования к теплоутилизаторам, применяемым в СОМ животноводческих помещений 3
3. Требования к проектированию СОМ с утилизацией теплоты внутреннего воздуха 5
4. Требования к автоматизации СОМ с утилизацией теплоты выбросного воздуха 9
5. Расчет тепловлажностного баланса 10
6. Методика технико-экономического расчета оптимального варианта СОМ с утилизацией теплоты выбросного воздуха . . . 14
7. Описание блок-схемы программы расчета на ЭВМ . . . 22

Приложения 25

Условные обозначения 70

Литература 75

© Гипронисельхоз, 1986

Издание отдела научно-технической информации

Редактор *Л. В. Васильева*

Техн. редактор *В. Н. Краснова*

Л 92889 от 22.12.1986 г. Объем 4 уч.-изд л.

Тираж 500 Заказ 554

Печатно-множительное производство ВНИЭСХ

gost.e-ecolog.ru