МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА СССР

ВАСХНИЛ ГЛАВСЕЛЬСТРОЙПРОЕКТ

ВИЭСХ ГИПРОНИСЕЛЬХОЗ

РЕКОМЕНДАЦИИ

ПО РАСЧЕТУ, ПРОЕКТИРОВАНИЮ И ПРИМЕНЕНИЮ СИСТЕМ ЭЛЕКТРОТЕПЛОСНАБЖЕНИЯ ЖИВОТНОВОДЧЕСКИХ ФЕРМ И КОМПЛЕКСОВ

МОСКВА - 1983

gost.e-ecolog.ru

Рекомендации разработали:

кандидаты техн.наук В.Н.Расстригин и П.Я.Пирхавка, инж. Н.Н. Андреева, канд.техн.наук С.С.Трунов (ВИЭСХ);

инженеры П.П. Антонов, Ю.К. Шевкунов и Д.А. Черепашенец (Гипронисельхоз);

кандидаты техн.наук А.И. Осипов и И.Н. Дехнич (Смоленский филиал ВИЭСХа);

кандидаты техн.наук Л.А. Меновщиков и В.Н. Делягин (СибИМЭ);

канд.техн.наук Н.С. Канакин (ЭНИН им.Г.М. Кржижановского).

Министерство сельского хозяйства СССР

ВАСХНИЛ
ВИЭСХ

Главсельстройпроект
Гипронисельхоз

Рекомендации

по расчету, проектированию и применению систем электротеплоснабжения животноводческих ферм и комплексов

У т в е р ж д е н ы
Министерством сельского хозяйства СССР
28 декабря 1982 г.

С о г л а с о в а н ы

Главным управлением механизации и электрификации
МСХ СССР 27 декабря 1982 г.

Главсельстройпроектом МСХ СССР
13 декабря 1982 г.

Москва - 1983

Рекомендации по расчету, проектированию
и применению систем электротеплоснабжения
животноводческих ферм и комплексов
М., Гипронисельхоз, 1983.

В рекомендациях приведена методика расчета максимальных мощностей и годового потребления энергии в основных технологических процессах и производственных помещениях, требования к проектированию электротепловых установок и систем электротеплоснабжения, особенности расчета схем энергоснабжения, методика технико-экономического обоснования эффективности различных систем теплоснабжения, требования к подбору и проектированию систем электротеплоснабжения.

Рекомендации предназначены для использования специалистами проектных, научно-исследовательских, конструкторских и производственных организаций при расчете, проектировании и применении систем электротеплоснабжения животноводческих ферм и комплексов.

I. Общая часть

I.I. Рекомендации распространяются на расчет, проектирование и применение систем электротеплоснабжения при строительстве новых или реконструкции действующих животноводческих объектов.

I.2. Рекомендации разработаны с учетом норм технологического проектирования ферм по содержанию крупного рогатого скота и свиней и отражают специфику расчета, проектирования и эксплуатации систем отопления, вентиляции и теплоснабжения животноводческих помещений с применением электротепловых установок [I-4,7,I3].

I.3. Настоящими рекомендациями предусматривается обязательное проведение сравнительных технико-экономических расчетов, позволяющих выбрать наиболее эффективную систему теплоснабжения ферм.

I.4. Технико-экономическими предпосылками применения электрической энергии для теплоснабжения животноводческих ферм и комплексов являются:

тенденции развития топливно-энергетического комплекса страны;

особенности ферм как объектов теплоснабжения;

технические преимущества электрифицированных систем теплоснабжения.

I.5. Как объекты теплоснабжения фермы характеризуются значительными колебаниями тепловых нагрузок в течение года и суток, различными режимами потребления теплоты отдельными помещениями и процессами.

I.6. Относительно небольшая тепловая нагрузка ферм (около I кВт на голову [3,4]), низкая среднегодовая загрузка теплогенерирующего оборудования, высокие потери теплоты из-за невозможности точного регулирования ее подачи каждому процессу и помещению, потери топлива при транспортировке по сельским дорогам и хранении приводят к низкой эффективности систем теплоснабжения на базе мелких котельных на твердом топливе [5,6].

I.7. Возможность вырабатывать теплоту непосредственно в местах потребления с высокой точностью за счет максимальной децентрализации и автоматизации теплогенерирующих установок, со-

кращение обслуживающего персонала и производственных площадей являются главными преимуществами систем электротеплоснабжения, которые позволяют им, несмотря на высокую стоимость электроэнергии, конкурировать с топливными котельными, работающими на дешевом низкосортном угле.

I.8. Эффективное применение систем электротеплоснабжения (ЭТС) возможно только при максимальном использовании его технических преимуществ.

I.9. При ЭТС особую важность приобретают вопросы снижения максимальных нагрузок и годового расхода теплоты. Техническое совершенство систем ЭТС позволяет удовлетворять тепловые нужды при значительно меньших расходах теплоты, чем при традиционном теплоснабжении.

I.IO. Обязательными условиями эффективного применения ЭТС являются децентрализация и автоматизация электротепловых установок, использование их непосредственно в местах потребления теплоты.

I.II. Расчет и выбор схем теплоснабжения в процессе проектирования рекомендуется выполнять в следующей последовательности:

определить потребность в теплоте по процессам и в целом по объекту (расчетные тепловые нагрузки и соответствующую им годовую потребность в теплоте);

наметить варианты теплоснабжения;

подобрать теплогенерирующие установки по расчетным нагрузкам;

определить приведенные затраты для рассматриваемых вариантов;

разработать вариант с наименьшими приведенными затратами.

I.I2. Порядок согласования по применению электроустановок должен соответствовать инструкции [39].

2. Методика расчета мощности и годового потребления энергии в технологических процессах и производственных помещениях ферм

2.I. Расчет мощности и годового потребления энергии в тепловых процессах производства служит основой для выбора теплоге-

нирующего оборудования и последующего расчета схем теплоснабжения.

2.2. Расчет должен начинаться с анализа структуры и режимов теплопотребления отдельными потребителями и технологическими процессами.

2.3. Потребителей теплоты на ферме можно разделить на три вида:

системы обеспечения микроклимата;

системы горячего водоснабжения;

система пароснабжения.

2.4. Помещения ферм, в которых необходимо обеспечить требуемые параметры микроклимата, в соответствии с режимами теплопотребления делятся на три группы:

помещения, в которых теплота расходуется только на подогрев приточного воздуха (помещения для содержания животных);

помещения, в которых теплота расходуется на отопление и периодический подогрев приточного воздуха (молочные блоки, доильные и преддоильные площадки, кормоцеха и др.);

помещения, в которых теплота используется только на отопление (подсобные, вспомогательные и административные).

2.5. Мощность системы электротеплоснабжения и годовая потребность в теплоте принимаются только после тщательного анализа суточного и годового режимов теплопотребления отдельных видов и групп потребителей теплоты.

2.6. Дефицит теплоты в помещениях $(Q_{\text{д}})^{x)}$ определяется в соответствии с результатами расчета тепловлажностного баланса этих помещений.

2.7. Балансовые уравнения составляются и решаются по отношению к свободным тепловыделениям животных; учет баланса влаги производится расчетом воздухообмена.

2.8. К источникам теплоты в животноводческих помещениях относятся свободная теплота, выделяемая животными ($Q_{\text{ж}}^{\text{св}}$).

К расходной части баланса относятся:

теплопотеря через ограждения ($Q_{\text{огр}}$) - пол, стены, покрытия, ворота, окна;

---

x) Расшифровка условных буквенных обозначений приведена в приложении.

теплота, теряемая на испарение влаги ($Q_{исп}$);

теплота, необходимая на подогрев приточного воздуха от расчетной наружной до расчетной внутренней температуры ($Q_{ув}$).

2.9. С учетом пп.2.6-2.8, уравнение тепловлажностного баланса запишется в следующем виде:

$$Q_д = Q_{ув} + Q_{огр} + Q_{исп} - Q_ж^{св} \qquad (1)$$

2.10. Тепловыделения от животных определяются из выражения:

$$Q_ж^{св} = 1{,}163 \cdot 10^{-3} \cdot n \cdot q_{св} \cdot K_t, \qquad (2)$$

где $q_{св}$, K_t принимаются в соответствии с возрастом и весом животных по нормам [8].

2.11. Теплопотери через ограждения определяются из выражения:

$$Q_{огр} = Q_{ст} + Q_п + Q_{пол} + Q_{ок} + Q_{дв} =$$

$$= \left[\frac{F_{ст}}{R_{ст}} + \frac{F_п}{R_п} + \sum_{i=1}^{3} \frac{F_{зон\,i}}{R_{зон\,i}} + \frac{F_{ок}}{R_{ок}} + \frac{F_{дв}}{R_{дв}} \right] (t_в - t_н) \cdot 10^{-3}. \qquad (3)$$

2.12. Минимальное допустимое сопротивление теплопередаче стен и покрытий рассчитывается из условия невыпадения конденсата на их поверхностях в соответствии с нормами [14] по формулам:

$$R_{ст} = \frac{(t_{вр} - t'_н)}{\alpha_{в\,ст} (t_в - \tau_р)}; \qquad (4)$$

$$R_п = \frac{t_{вр} - t'_н}{\alpha_{в\,п} \cdot 0{,}8 (t_в - \tau_р)} \qquad (5)$$

где $t'_н$ принимается по нормам [15] в соответствии с расчетной температурой наиболее холодных суток для определенного района строительства;

$\alpha_{вст}, \alpha_{вп}$ принимаются по нормам [9] в соответствии с видом животных, плотностью заполнения помещений, объемно-планировочными и конструктивными решениями.

2.13. Экономически целесообразно при ЭТС увеличивать сопротивление теплопередаче покрытий до уровня 2,5...3,5°С м^2/Вт [7].

2.14. При проведении расчетов для реконструируемых животноводческих помещений сопротивление теплопередаче стен и покрытий принимается в соответствии с фактическими теплотехническими характеристиками ограждающих конструкций по выражению:

$$R = \alpha_в + \sum \frac{\delta}{\lambda} + \alpha_н \,, \qquad (6)$$

где $\frac{\delta}{\lambda}$ определяется по нормам [14].

Если рассчитанное по формуле (6) термическое сопротивление окажется меньше оптимального, необходимо вычислить толщину дополнительного термоизоляционного слоя и при санитарном ремонте помещения усилить термоизоляцию.

2.15. Сопротивление теплопередаче через пол определяется по зонам в соответствии с нормами [10]:

для I зоны $R_I = 2,2 + R_{ут}$;

для II зоны $R_{II} = 4,3 + R_{ут}$; (7)

для III зоны $R_{III} = 8,6 + R_{ут}$,

где $R_{ут} = \sum \frac{\delta}{\lambda}$ определяется в соответствии с теплотехническими характеристиками отдельных слоев утепленного пола по нормам [14].

2.16. Сопротивление теплопередаче окон и дверей принимается по нормам [14] в соответствии с их конструктивными особенностями.

2.17. Теплопотери на испарение влаги со смоченных поверхностей пола определяются из выражения:

$$Q_{исп} = 0,69\left(W^{см}_{исп} \cdot F_{см} + W^{кан}_{исп} \cdot F_{кан}\right) \cdot 10^{-3} \qquad (8)$$

где $W_{исп}^{кан}$, $W_{исп}^{см}$ принимаются в зависимости от температуры и относительной влажности внутреннего воздуха по данным приложения I[43, 44].

2.18. При привязном содержании животных смоченная поверхность пола ($F_{см}$) принимается равной поверхности навозного лотка и площади пола на расстоянии 0,5 м от навозного лотка.

2.19. При беспривязном содержании животных на решетчатых полах и удалении навоза самосплавом или гидросмывом за смоченную поверхность пола ($F_{см}$) принимается вся площадь сплошного пола в станках с учетом планок решетчатого пола. Площадь щелей решетчатого пола считается открытой поверхностью навозных каналов ($F_{кан}$).

2.20. Тепло, требуемое на обогрев приточного воздуха, определяется из выражения:

$$Q_{ув} = 0{,}278 \cdot 10^{-3} \cdot Gв\,(t_в - t_н). \qquad (9)$$

2.21. Количество приточного воздуха для холодного периода определяется из условий удаления избытков влаги из помещения по выражению:

$$Gв = \frac{W_ж + W_{исп}}{d_в - d_н}, \qquad (10)$$

где $W_{исп}$ определяется в соответствии с пп.2.17-2.19.

2.22. Количество влаги, выделяемое животными, определяется из выражения:

$$W_ж = n\,w_ж \cdot K'_t, \qquad (11)$$

где $w_ж$, K'_t принимаются по нормам[4,8] в зависимости от возраста, массы животных и температуры внутреннего воздуха.

2.23. Расчет тепловлажностных балансов животноводческих помещений для определения максимальных тепловых нагрузок производится по расчетным параметрам наружного и внутреннего воздуха.

2.24. В качестве расчетных параметров наружного воздуха принимаются параметры "Б" [2,10,14] для заданного района строительства.

2.25. Расчетные параметры внутреннего воздуха принимаются в соответствии с технологией содержания и возрастом животных [4,8]. При этом необходимо учитывать допустимые отклонения параметров в холодный период года. Например, для коровников максимальную тепловую нагрузку нужно определять не по расчетным (номинальным) значениям параметров ($t_в$ =10°С, $\varphi_в$ = 75%), а по допустимым ($t_в$ = =5°С, $\varphi_в$ = 85%). Допустимые значения параметров будут поддерживаться непродолжительное время только при низкой наружной температуре, а при ее повышении в помещении будут поддерживаться номинальные расчетные значения параметров.

2.26. Расчетная тепловая нагрузка на отопление ($Q_{от}$) вспомогательных и служебных помещений с незначительной кратностью воздухообмена определяется величиной потока теплоты через наружные ограждения:

$$Q_{от} = \left(\sum_i \frac{F_i}{R_i}\gamma_i\right)(t_в - t_н)\cdot 10^{-3} \qquad (12)$$

2.27. В помещениях с периодическим выделением влаги, газов, пыли (доильные и молочные помещения, пункты искусственного осеменения и технического обслуживания, ветсанпропускники и др.), кроме отопления, необходима периодическая вентиляция с подогревом приточного воздуха.

2.28. Расчет тепловой нагрузки на отопление в этих помещениях производится аналогично п.2.26. Расчетная тепловая нагрузка на подогрев приточного воздуха ($Q_в$) определяется как для животноводческих помещений из уравнения теплового баланса без учета теплопотерь через ограждения, которые скомпенсированы постоянно работающей системой отопления:

$$Q_в = Q_{ув} + Q_{исп} - Q_ж^{св}. \qquad (13)$$

2.29. Максимальная тепловая нагрузка помещений с периодической вентиляцией равна сумме тепловых нагрузок на отопление и подогрев приточного воздуха, определенных при расчетных значениях параметров внутреннего и наружного воздуха:

$$\sum Q = Q_{от} + Q_в. \qquad (14)$$

2.30. В помещениях без животных расчетный воздухообмен оп-

ределяется нормируемой [9,16] кратностью воздухообмена и объемом помещения. Расчетная мощность на подогрев приточного воздуха определяется по выражению:

$$Q_в = 0,278 \cdot 10^{-3} \cdot G_в (t_в - t_н). \qquad (15)$$

2.31. Расчетная тепловая нагрузка на получение пара ($Q_{пар}$) для технологических целей определяется по максимальной часовой потребности в паре ($G_{пар}$):

$$Q_{пар} \cong 1,1\, G_{пар}. \qquad (16)$$

2.32. Максимальная часовая потребность в паре ($G_{пар}$) должна определяться технологами на основании суммирования суточных графиков потребления пара по отдельным процессам.

2.33. Максимальная тепловая нагрузка на горячее водоснабжение фермы ($Q_{г.в.}$) определяется исходя из суточных норм потребления горячей воды (q_i) и коэффициента неравномерности ее потребления в течение суток (β):

$$Q_{г.в.} = \frac{1,163 \cdot 10^{-3}}{24} \cdot \beta (t_г - t_х) \sum q_i. \qquad (17)$$

2.34. При нагреве воды в емкостных электроводонагревателях в часы спада нагрузки в энергосистеме их емкость должна быть равна суточной норме расхода горячей воды для рассматриваемого потребителя (процесс, помещение) или ее половине при двухкратной в течение суток зарядке. Мощность электроводонагревателя должна обеспечить нагрев полного объема в течение разрешенных энергосистемой часов ($T_{зар}$)

$$Q_{г.в.} = \frac{1,163 \cdot 10^{-3}}{T_{зар}} (t_г - t_х) \sum q_i. \qquad (18)$$

2.35. Максимальная тепловая нагрузка в целом по ферме определяется суммированием суточных графиков тепловой нагрузки отдельных процессов и помещений с учетом неодновременности максимальных нагрузок на подогрев воздуха в помещениях с периодической вентиляцией, на получение пара и нагрев воды.

2.36. Целью расчета годовой потребности фермы в теплоте является определение приведенных затрат на различные схемы тепло-

снабжения и энергоносители для выбора наиболее экономичного варианта.

2.37. Годовой расход теплоты на создание искусственного микроклимата в помещениях фермы определяется продолжительностью ($T_{от}$) и средней температурой ($t_{нср}$) отопительного периода для данного помещения в заданном районе строительства.

2.38. Для систем отопления помещений без значительных внутренних выделений теплоты продолжительность и средняя температура отопительного периода принимаются по нормам [15]. По этим же значениям определяется расход теплоты на периодическую вентиляцию помещений без животных.

2.39. Для определения продолжительности и средней температуры отопительного периода в животноводческих помещениях рассчитывается граничная температура наружного воздуха ($t_{н\,гр}$), при которой возникает необходимость в подогреве:

$$t_{н\,гр} = t_в^{св} - \frac{Q_ж - Q_{исп}}{0{,}278 \cdot G_в + \sum(F_i / R_i)} 10^3. \qquad (19)$$

Здесь в качестве внутренней температуры ($t_в^{св}$) берется расчетное (номинальное) значение, а не допустимое, как при определении максимальной тепловой нагрузки.

2.40. В нормах [15] приведены интегральные (с нарастающим итогом) и дифференциальные функции распределения времени стояния температуры наружного воздуха $T(t_н)$ и $\tau(t_н)$. Значение функции T при граничной наружной температуре $t_{н\,гр}$ дает продолжительность отопительного периода ($T_{от}$) для животноводческого помещения.

2.41. Умножив табличные значения $\tau(t_н)$ на соответствующее значение $t_н$ и просуммировав полученные величины с нарастающим итогом, получим таблицу значений вспомогательной функции:

$$\Phi(t_н) = S_{t_{н\,min}}^{t_н} t_н \cdot \tau(t_н) \cdot dt_н. \qquad (20)$$

2.42. Средняя температура отопительного периода будет равна отношению значений функций при граничной температуре:

$$t_{н\,ср} = \frac{\varphi(t_{нгр})}{T(t_{н\,гр})}\,. \qquad (21)$$

2.43. Для помещений с периодическим нахождением животных $T_{от}$ определяется аналогично пп. 2.40-2.43, при теплопотоках через ограждения, равных нулю, так как они скомпенсированы потоками теплоты от систем отопления.

2.44. Годовой расход теплоты на создание искусственного микроклимата будет равен:

$$A_н = Q(t_{н\,ср})\,T_{от}\cdot K_в\,, \qquad (22)$$

где $Q(t_{н\,ср})$ - тепловая нагрузка, рассчитанная по выражениям (I2, I3,I4) при средней наружной температуре $t_{н\,ср}$ и расчетных параметрах внутреннего воздуха.

2. Величина $K_в$ определяется технологией и организацией производства в различных помещениях с периодической вентиляцией и может изменяться в широких пределах. Ориентировочные значения составляют: для доильных и молочных отделений - I/3, ветсанпропускников - I/8, помещений ветеринарного назначения и пунктов искусственного осеменения - I/24.

2.46. Годовой расход теплоты на нагрев воды определяется по выражению:

$$A_{г.в} = 365\cdot 1{,}163\cdot 10^{-3}(t_г - t_х)\sum_i q\,. \qquad (23)$$

2.47. Годовой расход теплоты на получение пара составляет:

$$A_{пар} \cong 1{,}2\sum_i q_{пар\,i}\cdot T_{пар\,i}\,. \qquad (24)$$

2.48. Суммарный годовой расход на ферме определяется по выражению:

$$A = A_н + A_{г.в} + A_{пар}. \qquad (25)$$

3. Требования к проектированию электротепловых установок и систем электротеплоснабжения

3.I. В системах децентрализованного электротеплоснабжения для подачи и подогрева приточного воздуха применяются вентиляционные установки с электрокалориферами или электрокалориферные

агрегаты типа СФОЦ (приложение 2). По условиям надежности в одном помещении принимается, как правило, не менее двух установок.

3.2. Установленная мощность электрокалориферов для различных помещений выбирается в соответствии с результатами расчета максимальной тепловой нагрузки на подогрев приточного воздуха (раздел 2) с учетом технологических особенностей этих помещений.

3.3. Воздухопроизводительность приточных установок в холодный период года определяется из условия удаления избытков влаги (п.2.21), за вычетом количества воздуха, инфильтрующегося через неплотности ворот, дверей и других притворов.

3.4. Количество воздуха, инфильтрующегося в животноводческое помещение через неплотности ворот, дверей и других притворов, определяется в соответствии с рекомендациями [II] по выражению:

$$G_{инф} = \sum \alpha \, G_{щ} \cdot \ell, \qquad (26)$$

Для окон с одинарными деревянными переплетами α =I,0; с двойными деревянными переплетами α =0,5; для дверей и ворот α =2,0

3.5. Тип электродвигателя вентилятора, частота вращения и его мощность определяются в соответствии с гидравлическим расчетом вентиляционной сети, проводимым по методике, изложенной в справочнике [IV, ч..].

3.6. Выбор электротеплового оборудования для отопления помещений фермы производится в соответствии с теплотехническими расчетами этих помещений (раздел 2) и технологическими требованиями к ним.

3.7. Для отопления помещений могут использоваться либо электроконвекторы типа ЭОКС (приложение 3), устанавливаемые в каждом помещении в соответствии с тепловыми расчетными нагрузками, либо электродные водогрейные установки (приложение 4) с местными нагревательными приборами из числа изготавливаемых промышленностью (радиаторы, конвекторы и др.).

3.8. Децентрализованные системы отопления на базе электродных водогрейных установок проектируются, по возможности, для работы при естественной циркуляции теплоносителя, в каждом отдельном здании или для группы сблокированных зданий с однородной теплогой нагрузкой.

3.9. В случае проектирования электродно-водогрейных установок с теплоаккумулирующими емкостями при использовании внепиковой энергии, мощность аккумулирующих емкостей рассчитывается по выражению:

$$P_{эву}^{акк} = \frac{24\,P_р}{\tau_1 + \tau_2}. \qquad (27)$$

3.10. Объем теплоаккумулирующей емкости определяется из выражения:

$$V^{ак} = \frac{P_р}{\rho\,(90 - t_{разр})} \cdot \frac{\tau_1}{\tau_1 + \tau_2}\,[24 - (\tau_1 + \tau_2)], \qquad (28)$$

где 9_0 - максимальная температура воды в конце "зарядки" теплоаккумулирующей емкости;

$t_{разр}$ = 55...60°С [18].

3.11. Поверхность нагрева радиаторов и сечение трубопроводов при аккумулировании теплоты должны выбираться при температуре воды на выходе не 90°С, а при температуре в конце разрядки.

3.12. Включение ЭВУ должно осуществляться в разрешенные энергосистемой часы от программных реле времени. Отключение ЭВУ должно производиться автоматически после достижения температуры воды в теплоаккумулирующей емкости 90°С.

3.13. В помещениях фермы, используемых в течение суток несколько часов, необходимо предусматривать дежурное отопление, поддерживающее в нерабочее время температуру в помещении +5°С.

3.14. Площадь нагрева местных нагревательных приборов и сечения трубопроводов системы отопления рассчитываются по методике, изложенной в справочнике [17, ч.I].

3.15. Нагрев воды на ферме должен производиться в емкостных электроводонагревателях элементного типа ВЭТ, УАП и др. (приложение 5), устанавливаемых в местах потребления воды.

3.16. Электроводоподогреватели выбираются по их емкости и суточной потребности в горячей воде, определяемой технологическими требованиями для каждого помещения. По условиям надежности каждое помещение должны обогревать не менее двух электроводоподогревателей.

3.17. Для производства пара на ферме используют электродные паровые установки (приложение 6).

Количество и мощность установок определяются по часовой потребности в паре в зависимости от суточного графика потребления пара, а не простым суммированием максимальных часовых расходов по отдельным процессам.

3.18. Для снижения максимальной мощности электродных паровых установок целесообразно идти на некоторое увеличение продолжительности технологических процессов, выбор менее производительного оборудования, разнесение во времени технологических процессов с использованием пара.

3.19. Вентиляционные установки с электрокалориферами СФОЦ, в связи с низким отношением потребного воздухообмена к расчетной тепловой нагрузке ($Gв/Qт$) должны проектироваться с дополнительными вентиляторами, либо с вентиляторами более высокой (расчетной) воздухопроизводительности, чем указано в технической характеристике электрокалориферов СФО (приложение 7), с устройством обводного канала со сдвоенным воздушным клапаном, обеспечивающим пропорциональное перераспределение воздушных потоков, проходящих через обводной канал и калорифер.

3.20. В коровниках и других помещениях возможно применение вентиляционных установок с электрокалориферами для подогрева рециркуляционного воздуха при естественном притоке наружного воздуха через шахты и другие специально устанавливаемые проемы.

3.21. При проектировании систем вентиляции в родильных отделениях и профилакториях можно не предусматривать дополнительных вентиляторов, так как для этих помещений соотношение $Gв/Qт$ соответствует техническим характеристикам электрокалориферных установок СФОЦ (приложение 2).

3.22. При разработке проектов необходимо шире внедрять в практику новые разработки с более совершенными типами (моделями) электрокалориферов вентиляционных установок и агрегатов.

3.23. При проектировании систем электротеплоснабжения ферм необходимо стремиться к исключению нерациональных расходов и потерь тепла. Это достигается путем максимальной децентрализации и автоматизации работы электротепловых установок, позволяющих

вырабатывать теплоту с высокой точностью непосредственно в местах ее потребления.

3.24. Тепловые нагрузки помещений должны определяться с учетом изменений и дополнений норм технологического проектирования[4,8]в части расчетных исходных данных для проектирования систем теплоснабжения ферм.

3.25. Регулирование мощности электрокалориферных установок для поддержания номинальной температуры внутреннего воздуха целесообразно осуществлять с помощью терморегуляторов полупроводникового типа. Мощность должна автоматически регулироваться по отклонению температуры внутреннего воздуха от номинальной (от 100% до нуля). При этом предусматривается ступенчатое регулирование теплопроизводительности установки, по мере освоения тиристорных блоков управления следует переходить на бесступенчатое изменение тепловой мощности электрокалориферов.

3.26. Управление теплопроизводительностью децентрализованных систем вентиляции и отопления должно осуществляться путем периодического включения и отключения электродных водогрейных установок от датчиков температуры в отапливаемых помещениях.

3.27. В помещениях с дежурным отоплением необходимо предусматривать управление работой электродно-водогрейных установок от двух термодатчиков. При этом один датчик настраивается на температуру, требуемую в рабочее время, а другой - на дежурную температуру $+5^{0}$С.

3.28. Управление работой систем отопления с теплоаккумулирующими емкостями осуществляется путем периодического включения циркуляционных насосов при непрерывном регулировании и контроле температуры воды в теплоаккумулирующей емкости в соответствии с п.3.12.

3.29. Управление работой электроводонагревателей, устанавливаемых для каждого здания, использующего горячую воду, должно осуществляться от программного реле времени. При этом их включение должно предусматриваться во внепиковые часы.

3.30. При проектировании систем электротеплоснабжения, определении расчетных электрических нагрузок и выбора мощности силовых трансформаторов необходимо стремиться к повышению загрузки элементов системы за счет учета специфики режимов электропотребления и работы технологического оборудования фермы.

4. Особенности расчета схем электроснабжения

4.1. Расчет схем электроснабжения фермы должен производиться по методике [19-23]. Выбор элементов схемы электроснабжения производится по расчетным электрическим нагрузкам, определяемым установленной мощностью и режимами работы технологического оборудования.

4.2. При определении расчетных электрических нагрузок необходимо учитывать не максимально возможный, а наиболее вероятный при нормальной эксплуатации набор электроприемников, участвующих в максимуме нагрузки.

4.3. Определение электроприемников, участвующих в максимуме нагрузки, необходимо производить на основании анализа технологических процессов с учетом организации производства, последовательности выполнения технологических операций и вероятности одновременной работы оборудования.

4.4. При определении максимальной нагрузки, формирующейся в холодный период года, необходимо исключать из расчетной нагрузки электроприемники, работающие только в теплое время года (загрузочные устройства сенажных башен, АВМ и др.), а также редко используемые электроприемники (приточная вентиляция в пунктах техобслуживания и др.).

4.5. Максимум нагрузки определяется с учетом неодновременности включения электрокалориферных установок в различных помещениях с периодической вентиляцией (например, при доении коров и работе электрокалориферной установки в доильном зале и молочном отделении электрокалориферная установка в основном производственном помещении отключается).

4.6. Мощность емкостных водоподогревателей должна быть исключена из максимума нагрузки.

4.7. При определении максимума нагрузки электродные паровые и водогрейные установки необходимо учитывать не по номинальной (установочной) мощности, а по расчетной тепловой нагрузке.

4.8. При проектировании аккумуляционных систем отопления помещений ферм следует учитывать, что максимальные нагрузки име-

ют место в ночные часы. В этом случае при формировании максимума нагрузки необходимо учитывать только электродные водогрейные установки, емкостные электроводонагреватели, электрокалориферы, системы местного обогрева, освещения и вентиляционные установки.

4.9. Выбор мощности трансформаторной подстанции производится на основании расчетной электрической нагрузки с учетом нагрузочной способности трансформаторов, определенной ГОСТ I4209-69, пп.2.I, 2.2, 2.3, 2.4 [37].

4.I0. Основная часть электроприемников ферм относится ко второй категории по надежности электроснабжения. К первой категории относится, например, доильное, молочное оборудование и системы локального обогрева телят [24]. Потребители электроэнергии как первой, так и второй категорий должны обеспечиваться трансформаторным резервом в соответствии с рекомендациями [23].

4.II. Электроснабжение ферм и комплексов должно осуществляться от двухтрансформаторной подстанции I0/0,4 кВ с автоматическим вводом резерва на стороне 0,4 кВ.

4.I2. Электроприемники первой категории, а также электросиловое оборудование второй категории должны иметь резервный ввод питания от второй секции шин трансформаторной подстанции. Необходимо автоматическое переключение на резервный кабель, так как для электроприемников первой категории перерывы в электроснабжении не допускаются.

Для потребителей первой категории должно быть предусмотрено автоматическое переключение на резервный кабель.

5. Методика технико-экономического обоснования сравнительной эффективности систем электротеплоснабжения

5.I. За критерий сравнительной экономической эффективности различных вариантов систем теплоснабжения принимается минимум приведенных затрат, представляющих собой сумму текущих годовых затрат и капитальных вложений.

5.2. Приведенные затраты определяются по выражению:

$$П = C + E_н K \rightarrow min$$
$$E_н = 0,15. \qquad (29)$$

5.3. При равенстве или близких значениях (± 5%) приведенных затрат по сравниваемым вариантам предпочтение отдается варианту, обеспечивающему получение эффекта по другим технико-экономическим показателям (повышение эксплуатационной надежности работы оборудования, увеличение срока его эксплуатации при обеспечении высокого качества технологических процессов, экономии топливно-энергетических, трудовых и других ресурсов, улучшении условий труда, охраны окружающей среды и т.д.).

5.4. Сравниваемые варианты систем теплоснабжения должны быть сопоставимы по одинаковой обеспеченности технологических процессов (параметров микроклимата, снабжение горячей водой, паром и т.д.).

5.5. В общем случае существуют две системы теплоснабжения: централизованная и децентрализованная.

Централизованные системы теплоснабжения предусматривают централизованную теплогенерирующую установку - котельную на базе использования топлива или электроэнергии и передачу теплоносителя по тепловым сетям на обогревательные установки, расположенные внутри отапливаемых помещений.

Децентрализованные системы теплоснабжения предусматривают набор теплогенерирующих установок на базе использования топлива или электроэнергии, осуществляющих заданный процесс обогрева помещений.

5.6. В капитальные вложения централизованных систем теплоснабжения входит стоимость котельных с необходимым набором сооружений и устройств, наружных тепловых сетей, внутренних тепловых сетей, калориферов и приборов отопления. При применении централизованной электрокотельной в капитальные вложения включается стоимость трансформаторных подстанций и высоковольтных электросетей в части, обслуживающей электрокотельную.

5.7. В капитальные вложения децентрализованных систем теплоснабжения входит стоимость теплогенерирующих установок с сооружениями и емкостями для хранения топлива, стоимость трансформаторных подстанций и высоковольтных электросетей в части, обслуживающей теплогенераторные установки.

5.8. Текущие (эксплуатационные) затраты по системам теплоснабжения состоят из затрат на амортизацию (Иа), текущий ремонт (Итр), заработную плату обслуживающего персонала (Изп),

затрат на топливо (Ит), электроэнергию (Иэ), общепроизводственных расходов (Ипр).

5.9. Затраты на амортизацию (Иа) определяются в соответствии с "Нормами амортизационных отчислений по основным фондам народного хозяйства СССР" [36].

5.10. Отчисления на текущий ремонт (Итр) следует принимать в размере 40% от суммы амортизационных отчислений.

5.11. Заработная плата обслуживающего персонала (Изп) определяется в соответствии с тарифными ставками категорий работников по штатному расписанию с учетом надбавок и начислений [40].

5.12. Величину общепроизводственных расходов следует принимать в размере 20% от величины заработной платы, затрат на амортизацию и текущий ремонт оборудования.

5.13. Эксплуатационные расходы на тепловую энергию, расходуемую на отопление, подогрев приточного воздуха и горячее водоснабжение, рассчитываются по выражению:

$$И_т = З_{уд\,т} \cdot A \cdot 10^{-2}.$$

5.14. При сравнительном технико-экономическом обосновании новых систем теплоснабжения на перспективу затраты на топливо Ит и электроэнергию Иэ определяются по замыкающим затратам [41] и в соответствии с указанием Госстроя СССР № АБ-170-20/4 от 11 января 1979 г.

5.15. Для котельных на твердом топливе удельные затраты на теплоноситель на входе в котельную равны:

$$|З_э|_{уд} = [З_{зам\,т} + (З_{отр} + З_{к\,тр} \cdot \ell + З_{хр})G] \cdot 12{,}3 \cdot 10^{-3} \eta_{тх}^{-1}, \quad (30)$$

где $З_{зам.т}$ – определяются по приложению 8.

Зависимость величин $З_{отр}$ и $З_{к\,тр}$ от грузоподъемности автотранспорта и района страны приведены в приложении 10.

5.16. Удельные затраты на потери энергии в котельной определяются по выражению:

$$З_{эн} \cdot \left(\frac{1}{\eta_{тгу}} - 1\right) \cdot |З_э|_{уд}. \quad (31)$$

5.17. Удельные отчисления от капиталовложений в котельную определяются по выражению:

$$|В_к \cdot К_к|_{уд} = \frac{В_о\, К_к \cdot 10^2}{A}.$$

Разделив капвложения в котельную на капвложения в строительную часть и на оборудование, получим:

$$|B_к \cdot K_к| = \frac{B_к \cdot K_{стр} \cdot 10^2 + B_к \cdot K_{обор} \cdot 10^2}{A}. \quad (32)$$

$B_{к\ стр.}$ и $B_{к\ обор.}$ определяются из выражений:

$$B_{к\ стр} = E + A_{к\ стр} + R_{к\ стр}; \quad (33)$$

$$B_{к\ обор} = E + A_{к\ обор} + R_{к\ обор}. \quad (34)$$

5.18. Удельные затраты на обслуживание котельной определяются по выражению:

$$З П_{уд} = \frac{З П_к \cdot П_у \cdot K_з \cdot 10^2}{A}. \quad (35)$$

5.19. Удельные общие и прочие эксплуатационные затраты, составляющие 30% от суммы расходов на заработную плату, амортизационные отчисления и текущий ремонт, определяются по выражению:

$$З_{пр.уд} = 0{,}3\left[\frac{1{,}2\left(Л_{об} \cdot K_{об} + A_{стр} \cdot K_{стр}\right) \cdot 10^2}{A} + З П_{уд}\right]. \quad (36)$$

5.20. Общая сумма удельных затрат $\Sigma З_{уд}$ определяется по пп.5.16 – 5.19.

5.21. Удельные затраты на потери энергии в тепловых сетях определяются как

$$З_{тс\ уд} = \left(\frac{1}{\eta_{тс}} - 1\right) \Sigma З_{уд}. \quad (37)$$

5.22. Удельные отчисления от капиталовложений в тепловые сети рассчитываются по

$$|B_{тс} \cdot K_{тс}|_{уд} = \frac{B_{тс} \cdot K_{тс} \cdot 10^2}{A}, \quad (38)$$

где $B_{тс}$ определяется по данным [25].

5.23. Для систем центрального теплоснабжения удельные затраты на энергию $З_{уд.г}$ в виде горячей воды, поступающей в отопительные устройства и устройства разбора горячей воды, следует рассчитывать по выражению:

$$З_{уд\,г} = \sum З'_{уд} + (З_{т.с})_{уд} + (B_{тс} \cdot K_{тс})_{уд}. \qquad (39)$$

5.24. Для электрических отопительных и водонагревательных установок удельные затраты на энергию $З_{уд}$ оцениваются по приведенным затратам на электроэнергию, подведенную к сельскому потребителю, включающим затраты на производство энергии, передачу ее по энергосистеме и распределение по сельским электрическим сетям.

Величина удельных приведенных затрат на электроэнергию определяется по [34] или по нормативно-справочному материалу для экономической оценки сельскохозяйственной техники [35]. Затраты на производство и распределение по сельским сетям электроэнергии для усредненных условий приведены в приложении 9.

5.25. При технико-экономическом сравнении конкретных проектных решений затраты на топливо $З_{опт.т}$ определяются по оптовой цене на топливо, при этом затраты на хранение топлива $З_{х.т} = 0$. Затраты на электроэнергию $З_э$ для вариантов электротеплоснабжения определяются в соответствии с действующими тарифами на электроэнергию.

5.26. В случае сравнения конкретных проектных решений капитальные вложения в сравниваемые системы теплоснабжения определяются на базе сводных сметных расчетов, объектных и локальных сметных расчетов и смет, разработанных в соответствии с требованиями СН-202-81 [42].

6. Мероприятия по технике безопасности

6.I. Общие рекомендации. При эксплуатации электротехнических установок следует руководствоваться правилами технической эксплуатации электроустановок потребителей [28], правилами техники безопасности при эксплуатации электроустановок потребителей [29], а также указаниями по обеспечению электробезопасности электроустановок в сельском хозяйстве [30].

6.2. Электрические калориферные установки.

6.2.I. Электрические калориферные установки типа СФОА,СФОЦ следует размещать в отдельном помещении, в котором должен находиться только обслуживающий персонал.

Установки типа СФО должны размещаться в недоступном для людей и животных месте.

6.2.2. Корпус калорифера должен быть занулен. Уставка защитного аппарата системы зануления и максимально допустимое сопротивление цепи фаза-нуль для отдельных нагревательных секций должна соответствовать требованиям [30].

6.2.3. Осмотр нагревательных элементов разрешается только после отключения калорифера от питающей электросети.

6.2.4. Металлические воздуховоды, если возможно соприкосновение с ним человека или животного, необходимо соединять с металлоконструкциями, зануленным технологическим оборудованием, находящимся в помещении, или устройством выравнивания электрических потенциалов.

6.2.5. У передвижных электрических установок должен быть обеспечен контроль цельности нулевого провода или применены аппараты защитного отключения.

6.3. Электрические элементные водонагреватели.

6.3.I. Основная мера защиты от поражения электрическим током при однофазных коротких замыканиях (замыкание на корпус) - зануление. Уставка защитного аппарата и максимально допустимое значение сопротивления цепи фаза-нуль должны соответствовать требованиям [30].

6.3.2. В трубопроводах горячей и холодной воды необходимы изолирующие вставки, рассчитанные в соответствии с указаниями [30, п.4]. Если водонагреватели снабжены аппаратами защитного отключения, такие вставки не нужны.

6.3.3. У водонагревателей, размещенных в помещениях с искусственным или естественным выравниванием потенциалов, не требуется устанавливать изолирующую вставку в трубопроводы горячей воды, если разбор ее происходит здесь же. При этом корпус водонагревателя должен иметь надежное болтовое соединение с устройством выравнивания потенциалов или металлоконструкциями, создающими естественное выравнивание потенциалов, обеспечивающее напряжение прикосновения не более 12 В.

6.3.4. Водонагреватели, снабжающие горячей водой несколько помещений, должны иметь изолирующие вставки, если даже в одном из них отсутствует естественное или искусственное выравнивание электрических потенциалов. Трубопроводы в этом помещении не должны иметь связи с заземленными конструкциями и зануленным оборудованием. При невозможности соблюсти эти требования необходимо вместо изолирующих вставок выполнить выравнивание потенциалов в местах разбора воды, проложив металлический проводник в полу на расстояние 1 м от водоразборной трубы и соединив его с трубопроводом, а также близко расположенным зануленным оборудованием.

6.3.5. Элементные водонагреватели, обеспечивающие горячей водой душевые, должны иметь изолирующие вставки в соответствующих трубопроводах. Душевые кабины, включая место разведения, следует оборудовать устройствами выравнивания потенциалов в виде металлической сетки с ячейками размером не более 30х30 $см^2$, которую закладывают в слой бетона на глубину 2-3 см от поверхности пола. Сетку необходимо соединить сваркой с трубами горячей и холодной воды, а также канализационными.

Для предотвращения воздействия шагового напряжения при выходе из зоны потенциало-выравнивающей сетки (у дверей душевой кабины) следует положить деревянную решетку или резиновый коврик длиной не менее 75 см.

6.3.6. В случае разбора горячей воды непосредственно у водонагревателя, установленного в помещении без устройства выравнивания потенциалов, необходимо местное выравнивание потенциалов.

В помещениях с нетокопроводящими полами местного выравни-

вания потенциалов не требуется. Корпус водонагревателя дополнительно к обычному занулению следует соединить стальной шиной с повторным заземлением или выполнить автоматический контроль состояния нулевого провода.

Если водонагреватели снабжены аппаратами защитного отключения, местного выравнивания потенциалов и контроля состояния нулевого провода не требуется.

6.4. Трехфазные электродные котлы.

6.4.1. Электродные котлы следует устанавливать в отдельных помещениях, где допускается размещение технологического оборудования электрокотельной, а также устройств защиты и автоматики.

Не разрешается использование котлов в производственных помещениях других назначений, особо опасных в отношении поражения электрическим током (помещения для содержания животных и др.).

6.4.2. Электродные котлы рекомендуется подключать через отдельные трансформаторы, но допускается подключение и непосредственно к электросети общего назначения 0,38 кВ с глухозаземленной нейтралью.

6.4.3. Котлы должны иметь защиту от коротких замыканий и перегрузок. Ее следует осуществлять трехполюсным автоматическим выключателем.

6.4.4. Корпус котла, подключенного к сети 0,38/0,22 кВ с глухозаземленной нейтралью, должен быть занулен.

6.4.5. Если невозможно выполнить требования, перечисленные в п.6.4.1-6.4.4, корпус котла занулять или заземлять не разрешается, его требуется изолировать от земли, заземленных частей и зануленного оборудования. Отходящие от котла трубы холодной и горячей воды должны иметь изолирующие вставки, расчет которых выполняют в соответствии с указаниями [30].

6.4.6. Электродные котлы с изолированным от земли корпусом необходимо закрепить кожухом или оградить сеткой. Технологическое и электрическое оборудование электрокотельной следует устанавливать вне зоны ограждения. Сетка должна быть занулена и снабжена блокировкой, воздействующей на отключение котла от сети при открывании двери ограждения.

6.4.7. Трубопроводы тепловой сети требуется присоединять к нулевому проводу не менее чем в двух точках, одна из которых должна находиться в электрокотельной.

6.4.8. В зданиях, теплоснабжение которых осуществляется от электрических котлов, все металлические трубопроводы разных назначений необходимо электрически соединять между собой и зануллять.

6.4.9. При ремонтных работах в тепловых сетях и с котлами последние следует отключать от электросети.

Допускаются ремонтные работы на трубопроводах при включенных электродных котлах при условии, что целостность трубопроводов и защитного нулевого провода не нарушается.

6.5. Однофазные отопительные электродные нагреватели напряжением 220 В и ниже.

6.5.1. Однофазные отопительные электродные нагреватели необходимо устанавливать в сухих помещениях. В ванных комнатах, санузлах и других помещениях с повышенной влажностью установка нагревателей запрещается.

6.5.2. Однофазный электродный нагреватель следует включать в сеть с глухозаземленной нейтралью. Корпус его должен быть занулен; сечения защитного и рабочего нулевого провода должны быть равны сечению фазного.

6.5.3. Защитный нулевой провод присоединяют к повторному заземлению на вводе в здание.

6.5.4. Присоединение защитного нулевого и питающего проводов к однофазному нагревателю необходимо выполнять так, чтобы их невозможно было отсоединить без специального инструмента.

6.5.5. Регулирующие тяги нагревателей должны быть изготовлены из изолирующего материала или иметь металлическую связь с зануленным корпусом.

6.5.6. Для защиты следует использовать автоматы, отключающие нагреватели при перегрузках и коротких замыканиях. Применение штепсельных розеток в цепях запрещено.

6.5.7. Использование однофазных отопительных электродных нагревателей для других целей, кроме отопления, не разрешается.

6.6. Групповые автопоилки с электрическим подогревом воды.

6.6.1. Автопоилку с электрическим подогревом необходимо зануллить. Корпус автопоилки, установленной внутри помещения, должен иметь металлическую связь с устройством выравнивания электрических потенциалов, с механическими конструктивными частями и технологическим оборудованием.

6.6.2. Автопоилки, установленные на открытых площадках, следует обеспечить устройствами выравнивания потенциалов в виде кольцевых заземлителей, закладываемых на глубину 0,44 м радиус кольцевого заземлителя, равный 1,5...2).

6.6.3. Потенциалвыравнивающий проводник должен быть соединен сваркой с металлическими частями автопоилки не менее чем в двух точках.

7. Требования к применению систем электротеплоснабжения

7.1. Общие требования.

7.1.1. В процессе эксплуатации электротепловых установок необходимо соблюдать правила технической эксплуатации [28] и техники безопасности электротепловых установок [29].

7.1.2. Ответственным за общее состояние систем и средств электротеплоснабжения является главный энергетик совхоза (колхоза).

7.1.3. Техническое обслуживание систем электротеплоснабжения осуществляет дежурный электромонтер.

7.2. Эксплуатация электрокалориферных установок.

7.2.1. Электромонтер, обслуживающий систему электротеплоснабжения, обязан знать:

устройство электрокалориферной установки;

схему питания установки электроэнергией и снабжение ее воздухом;

схему автоматического регулирования температуры воздуха;

строго соблюдать режим работы установки по требованиям технологии (температура, расход воздуха);

ежедневно проверять техническую исправность электрокалориферных установок, правильность положения регулирующих и обводных клапанов;

проверять температуру нагревательных элементов (не выше 180°С) корпусов подшипников вентиляторов, поверхности корпуса, электродвигателя (не выше 40...50°С);

следить за тем, чтобы вентиляторы установок имели плавный и бесшумный ход; лопатки рабочих колес не имели вмятин, прогибов, рабочие колеса вентиляторов при провертывании не имели би-

ания или смещения на валу, были хорошо сбалансированы: при правильной балансировке рабочее колесо должно останавливаться в разных положениях, не возвращаясь в исходное;

проводить осмотр подшипников и пополнение их консистентной смазкой не реже одного раза в 3-4 месяца, полную смену смазки с промывкой корпуса подшипника бензином не реже одного раза в год; жировая смазка типа солидола и константина в шариковых и роликовых подшипниках должна меняться два раза в год;

при заметной вибрации электродвигателя проверять центровку валов, затяжку фундаментных болтов и при необходимости закреплять их;

немедленно отключать электрокалориферную установку в следующих случаях: при появлении дыма или огня из электродвигателя, электрокалорифера или пускорегулирующей аппаратуры; при несчастных случаях, при сильной вибрации установки; при выявлении серьезной неисправности вентилятора, электрокалорифера (в зимний период) при чрезмерном нагреве подшипников или корпуса электродвигателя;

периодически очищать оребрение нагревательных элементов от пыли: очистку калориферов, как правило, проводить пневматическим способом;

систематически проверять плотность обжима фланцев рукавов мягкой вставки;

проверять состояние электрической и механической блокировки, при обнаружении неисправностей немедленно принимать меры к их устранению.

7.2.2. Запуск электрокалориферной установки необходимо осуществлять в следующей последовательности:

открыть утепленный клапан;

включить электродвигатель вентилятора;

включить электрокалорифер.

В случае повышения температуры выходящего воздуха за пределы заданной отключается одна секция, а при дальнейшем повышении температуры отключается вторая и т.д. секции. При понижении температуры включение нагревательных элементов осуществляется в обратной последовательности.

7.2.3. При эксплуатации электрокалориферов необходимо сле-

дить за состоянием контактных стержней и токопроводящих проводов, не допуская ослабления соединений. Подтягивать контактные гайки следует осторожно, не допуская провертывания контактных стержней в конусе ТЭК, нельзя допускать попадания влаги на контактные стержни.

7.3. Эксплуатация электроводонагревательных установок.

7.3.1. В соответствии с указаниями Госэнергонадзора [28,29, 30] эксплуатация электродных устройств допускается после приемки смонтированной системы согласно действующим положениям. Предпочтительным вариантом установки электродных аппаратов является электрокотельная, представляющая собой отдельное помещение, где размещаются также электрическое и технологическое оборудование, устройства защиты и автоматики, относящиеся к данной электрокотельной.

Не допускается устанавливать электродные аппараты в помещениях, особо опасных в отношении поражения электрическим током (животноводческих фермах, банях, прачечных, душевых и т.д.).

7.3.2. При эксплуатации электронагревательных установок необходимо соблюдать периодичность технического обслуживания и текущего ремонта (см.таблицу).

7.3.3. При эксплуатации электродных водонагревателей следует учитывать, что их номинальная мощность достигается при номинальном температурном режиме работы и номинальном удельном электрическом сопротивлении воды. Допускается отклонение удельного электрического сопротивления в пределах от 10 до 50 Ом.м при 20^{0}С при условии, что при значении удельного электрического сопротивления воды меньше номинальной величины линейный ток водонагревателя не будет превышать оптимальной величины.

7.3.4. Необходимо своевременно удалять накипь с теплоэлектронагревателей (ТЭН) элементных водонагревателей (2-3 раза в год или обслуживания по мере необходимости).

7.3.5. Нагретую воду нельзя спускать через кран, так как это может привести к обнажению включенных нагревательных элементов и их перегоранию.

7.3.6. Запрещается устанавливать кран на трубе разбора горячей воды, поскольку нагрев ее при закрытом кране значительно повышает давление в резервуаре.

Таблица

Установка	Периодичность текущего ремонта (месяцев)
Электрические водонагреватели-термосы ВЭТ-200, ВЭТ-400, ВЭТ-800 и ВЭТ-1600	6
Электроводонагреватель УАП-400/0,9 и I	3
Электроводонагреватель ЭВ-150 М	3
Проточные электрические водонагреватели ЭПВ-2А	3
Электрическое водонагревательное приспособление ВЭП-500	3
Электродные водогрейные котлы ЭПЗ-25, ЭПЗ-60, ЭПЗ-100 и КЭВЗ-100	12
Электродные водогрейные котлы КЭВ-100/0,4	12
Электродные паровые котлы КЭПР-160/0,4 и КЭПР-250/0,4	12

Примечание. Техническое обслуживание установок проводится один раз в месяц.

7.3.7. Электродные котлы ЭПВ (КЭВЗ) можно использовать для горячего водоснабжения только с теплообменником, в первичный замкнутый контур которого включается котел, из вторичного открытого контура осуществляется отбор горячей воды.

7.3.8. Во время периодического осмотра электродных котлов необходимо устранить подтекание воды; отрегулировать мощность котла; проверить величину токовой нагрузки, при снижении которой следует очистить от накипи все металлические элементы электродной группы и внутренней части корпуса, заменяют их при износе более 50%; проверяют равномерность токовых нагрузок по фазам. При перекосе фазовых нагрузок, превышающем 15%, котел отключают и устраняют причину. Замеряют электрическое сопротивление изоляции, осматривают станцию управления и устанавливают правильность показаний всех измерительных и регулирующих приборов.

7.3.9. При эксплуатации котлов КЭПР необходимо руководствоваться указаниями по электробезопасности устройства и эксплу-

атации электродных котлов [3I] и правилами устройства и безопасной эксплуатации электродных котлов и электрокотельных [3?].

7.3.I0. Перед каждым отопительным сезоном должен проводиться профилактический осмотр аппаратов с заменой вышедших из строя деталей новыми из комплектов запасных частей, зачисткой электродов от накипи и отложений продуктов коррозии.

7.3.II. Все ремонтные работы на электродных аппаратах и технологическом оборудовании должны проводиться при полном снятии напряжения.

7.3.I2. Системы теплоснабжения с электродными аппаратами должны быть оборудованы предохранительными клапанами, установленными на самом аппарате или отводящих трубопроводах до запорных устройств.

7.3.I3. Электродные котлы с избыточным давлением более $0,7 \cdot I0^5$ Па и водонагреватели с температурой нагрева воды выше $II5^0C$, за исключением аппаратов емкостью менее 0,05 $м^3$, подлежат регистрации в местных органах Гостехнадзора.

7.3.I4. Эксплуатация электроводонагревателей косвенного нагрева производится в соответствии с правилами технической эксплуатации и безопасного обслуживания электроустановок промышленных предприятий напряжением до I000 В [33].

8. ПРИМЕР РАСЧЕТА СИСТЕМЫ ЭЛЕКТРОТЕПЛОСНАБЖЕНИЯ (на примере фермы крупного рогатого скота молочного направления на 400 коров привязного содержания, типовой проект 80I-0I-5)

Ферма крупного рогатого скота предназначена для производства молока. На ферме размещаются коровы и телята до 20-дневного возраста.

Содержание коров - привязное с использованием в летнее время пастбищ, содержание телят - в индивидуальных клетках.

Ферма включает следующие здания:

коровник на 200 коров	- 2
молочный блок производительностью 6 т молока в сутки	- I
родильную на 48 коров с профилакторием на I0 телят	- I
ветсанпропускник на 30 человек с дезинфекционным блоком для транспортных средств	
ветпункт (амбулаторий)	- I
изолятор на 5 мест	- I
здание для трех тракторов	- I
котельную	- I
трансформаторную подстанцию	- I.

Теплоснабжение помещений фермы осуществляется от общефермской котельной. Теплоносителем является вода 95-I00°С.

В коровниках, родильном отделении, ветсанпропускнике предусмотрена вентиляция с подогревом приточного воздуха.

В отдельных помещениях предусмотрено отопление с помощью батарей центрального отопления.

Определение установленной мощности и расхода энергии системами отопления и горячего водоснабжения

8.I. Коровник на 200 коров.

Мощность системы отопления и вентиляции определяем при

$$t_з = +5^{\circ}C \quad \text{и} \quad \varphi_з = 85\%.$$

8.I.I. Мощность системы обеспечения микроклимата опреде-

ляется из уравнения тепловлажностного баланса (I)

$$Q_g = Q_{у в.} + Q_{огр} + Q_{исп} - Q_ж^{св}$$

8.I.2. Тепловыделения от животных рассчитываются по выражению (2):

$$Q_ж^{св} = I,I63 \cdot I0^{-3} \cdot n\, q_{св}\, K_t$$

где $I,I63 \cdot I0^{-3}$ - переводной коэффициент ккал/ч в кВт;

n = 200 коров;

$q_{св}$ = 696 ккал/ч;

K_t определяются по нормам [8].

Подставляя числовые значения, получим:

$$Q_{св}\, и K_t = ,I63 \cdot I0^{-3} \cdot 200 \cdot 696 \cdot I,05 = I69 \text{ кВт.}$$

8.I.3. Теплопотери через ограждения определяем по выражению (3). Исходные данные для расчета теплопотерь через ограждения соответствуют проектным данным.

$$Q_{огр} = Q_{ст} + Q_п + Q_{пол} + Q_{ок} + Q_{дв} =$$

$$= \left[\frac{F_{пт}}{R_{ст}} + \frac{F_п}{R_п} + \sum_1^3 \frac{F_{зон\,i}}{R_{зон\,i}} + \frac{F_{ок}}{R_{ок}} + \frac{F_{дв}}{R_{дв}}\right](t_в - t_н)\, 10^{-3},$$

Площадь наружных стен с учетом площади окон и ворот составит:

$$F_{ст} = F'_{ст} - F_{ок} - F_{вор} - F_{дв} = (78 \cdot 2,7) \cdot 2 + (2I,0 \cdot 2,7) \cdot 2 - (I,3 \cdot I,0) \cdot 45 -$$

$$-(26 \cdot 2,7)\ 4 - (I,2 \cdot 2,08)\ I2 = 4I8 + III - 59 - 28 - 30 = 4I2 \text{ м}^2.$$

Минимально допустимое сопротивление теплопередаче стен и покрытий рассчитываем из условия невыпадания конденсата на их поверхностях по выражениям (4 и 5)

$$R_{ст} = \frac{(t_{вр} - t'_н)}{\alpha_{в\,ст}\,(t_в - \tau_р)},$$

где $t_в$ = +5°С; $t'_н$ = -30°С; $\tau_р$ = +3°С; $\alpha_{в\,ст}$=8,7 Вт/м^2 °С.

Подставив числовые значения, получим:

$$R_{ст} = \frac{+5 - (-30)}{8,7\,(+5 - 2)} = \frac{35}{26,I} = I,34 \text{°С м}^2/\text{Вт}.$$

Таким образом, минимально допустимое сопротивление теплопередаче стен должно быть не менее I,34 °С м²/Вт.

Сопротивление теплопередаче покрытий (п.2.I2 рекомендаций) должно быть не менее 2,5 °С м²/Вт. В соответствии с этим сопротивлением выбираем конструкцию утеплителей.

Сопротивление теплопередаче стен определим из выражения:

$$R_{cm} = R_в + \sum_{i=1}^{m} \frac{\delta_i}{\lambda_i} + R_н .$$

Для наружных стен толщиной в два кирпича, оштукатуренных изнутри

$\lambda_к$ = 0,8I Вт/м °С; $\delta_к$ = 0,5I м;

$\lambda_{шт}$ = 0,93 Вт/м °С; $\delta_{шт}$ = 0,0I5 м;

$R_в$ = 0,II5 °С м²/Вт; $R_н$ = 0,043 °С м²/Вт.

Подставив числовые значения, получим:

$$R_{cm} = 0,II5 + \frac{0,0I5}{0,93} + \frac{0,5I}{0,8I} + 0,043 = 0,844 \text{ °С м}^2/\text{Вт}.$$

Как видно из расчета, сопротивление теплопередаче стен не удовлетворяет условию невыпадения конденсата на стенах при поддержании $t_в$ = +5°С и $\varphi_в$ = 85%.

Следовательно, необходимо выбрать стены из строительных конструкций, обеспечивающих сопротивление теплопередаче не менее I,34 °С м²/Вт.

Принимаем к установке керамзитобетонные панели толщиной 500 мм, у которых сопротивление теплопередаче I,860 °С м²/Вт.

Сопротивление теплопередаче двойных окон

$R_{ок}$ = 0,345 °С м²/Вт

Сопротивление теплопередаче ворот и дверей

$R_{дв}$ = 0,58 °С м²/Вт

Сопротивление теплопередаче через бетонный пол коровника деревянными щитами со следующими характеристиками:

шлаковая подготовка δ = 0,I м; λ = 0,29 Вт/м² °С;

бетонное основание δ = 0,6 м; λ = I,45 Вт/м² °С;

деревянные щиты δ = 0,037 м; λ = 0,I7 Вт/м² °С;

ширина пола 20 м; длина 77 м.

Разделив площадь пола на двухметровые зоны, получим 3 зоны, площади которых равны F_1 = 372м^2+16м^2, так как площадь размерами 2х2м по углам коровника учитывается дважды, F_2 =340 м^2; F_3 = 828 м^2.

Сопротивление теплопередаче для каждой зоны определяем по формуле:

$$R_{зон\,i} = R_{нп} + \frac{\delta_{ус}}{\lambda_{ус}}.$$

Подставив числовые значения, получим:

для зоны I $R_{зон} = 2,15 + \frac{0,1}{0,29} + \frac{0,6}{1,45} + \frac{0,037}{0,17} = 3,1$ °С м^2/Вт;

для зоны II $R_{зон} = 4,3 + \frac{0,1}{0,29} + \frac{0,6}{1,45} + \frac{0,037}{0,17} = 5,3$ °С м^2/Вт;

для зоны III $R_{зон} = 8,6 + 0,983 = 9,6$ °С м^2/Вт.

Теплопотери через ограждения составят:

$$Q_{огр} = \frac{412}{1,86} + \frac{1540}{2,5} + \frac{372}{3,1} + \frac{340}{5,3} + \frac{528}{9,6} + \frac{59}{0,345} + \frac{28}{0,58} + \frac{30}{0,58}$$

$$5 - (-30) \cdot 10^{-3} =$$

$$= (221+616+120+64+32+34+171+986) \cdot 35 \cdot 10^{-3} = 1334 \cdot 35 \cdot 10^{-3} =$$

$$= 47,0 \text{ кВт}.$$

8.1.4. Теплопотери на испарение влаги со смоченных поверхностей пола определяем из выражения (8):

$$Q_{исп} = 0,69\left(W^{см}_{исп} \cdot F_{см} + W^{кан}_{исп} \cdot F_{кан}\right) \cdot 10^{3},$$

где $W^{см}_{исп}$, $W^{кан}_{исп}$ принимаем в зависимости от температуры и относительной влажности внутреннего воздуха по данным приложения 2.

Содержание животных в данном примере привязное. Поэтому в соответствии с п.2.18 теплопотери рассчитываем только со смоченной поверхности пола, принимаемой равной поверхности навозного лотка и площади пола на расстоянии 0,5 м от навозного лотка.

Для расчета принимаем площадь смоченной поверхности 520 м^2.

По приложению I для $t_в = +15^0C$

$\varphi_в = 70\%$, $W'^{см}_{исп} = 11$ г/ч·м.^{2}

Тогда

$Q_{исп+5} = 0,69 \cdot 11 \cdot 520,0 \cdot 10^{-3} = 3,9$ кВ ≈ 4 кВт

$Q_{исп+10} = 0,69 \cdot 12 \cdot 520,0 \cdot 10^{-3} = 4,3$ кВт.

8.I.5. Тепло, требуемое на обогрев приточного воздуха, определяем из выражения:

$$Q_{ув} = 0,278 \cdot 10^{-3} G_в (t_в - t_н),$$

Количество приточного воздуха рассчитываем по выражению (I0)

$$G_в = \frac{W_ж + W_{исп}}{d_в - d_н},$$

где $W_{исп}$ определяем по приложению 1

$$W_{исп} = W^{см}_{исп} \cdot F_{см} = 11 \cdot 520 = 5720 \text{ г/ч}.$$

Количество влаги, выделяемое животными, определяем из выражения (II):

$$W_ж = n \cdot w_ж \cdot K'_в.$$

Принимаем: $n = 200$ голов,

$w_ж = 455$ г/ч при уровне лактации I0 л.

$K'_в = 0,86$.

Подставив числовые значения, получим:

$W_ж = 200 \cdot 455 \cdot 0,86 = 78260$ г/ч.

Определим $G_в$ при $t_н = -30^0C$. При этом параметры внутреннего воздуха принимаем следующими:

$t_в = +5^0C$; $\varphi_в = 85\%$; по $J-d$ диаграмме $d_в = 4,59$ г/кг

Тогда $G_в = \frac{78260 + 5720}{4,59 - 0,19} = \frac{83980}{4,4} = 19086$ кг/ч

$$Q_{и.в} = 0,278 \cdot 10^{-3} \cdot 19086 \cdot 5 - (-30) = 185,7 \text{ кВт}.$$

8.I.6. Определяем дефицит тепла:

$$Q_д = 186 + 47 + 4 - 169 = 68 \text{ кВ}.$$

8.I.7. Количество воздуха, инфильтрующегося в животноводческое помещение через неплотности ворот, дверей и других при-

творов, определяем по выражению (24)

$$G_{\text{инф.}} = \sum \alpha \, G_{щ} \cdot \ell .$$

Принимаем:

α = 0,5 - для окон с деревянными двойными переплетами;

α = 2 - для ворот.

Определяем длину щелей притворов.

В коровнике имеются:

45 окон с двойным переплетом размерами I,3xI,0 м.

Периметр окон составляет

(I,3 + I,0 + I,3 + I,0) · 45 = 207 м;

I2 дверей размерами I,220x2,0 м.

Периметр дверей составляет

(I220 + 2080 + I220 + 2080) · I2 = 79,2 м;

4 ворот размерами 2,6x2,7 м.

Периметр ворот составляет

(2,6+2,7+2,6+2,7) · 4+2,7·4 = 42,4 + I0,8 = 53,2 м.

Определяем количество воздуха, инфильтрующегося через притворы (при скорости ветра 3 м/с)

$G_{щ}$ = II,2 кг/ч.м;

через окна $G_{\text{инф.}_1}$ = 0,5 · II,2 · 207 = II59 кг/ч;

через двери $G_{\text{инф.}_2}$ = 2 · II,2 · 79,2 = I774 кг/ч;

через ворота $G_{\text{инф.}_3}$ = 2 · II,2 · 53,2 = II92 кг/ч.

Общее количество инфильтрующегося воздуха

$G_{\text{инф.}} = G_{\text{инф.}_1} + G_{\text{инф.}_2} + G_{\text{инф.}_3}$ = II59+I774+II92 = = 4I25 кг/ч.

Количество воздуха, которое должно поступать в коровник с помощью приточной вентиляции, равно

$G_{прв} = G_{в} - G_{\text{инф.}}$ = I9086 - 4I25 = I4961 кг/ч или I2468 м^3/ч.

8.I.8. Таким образом, исходными данными для выбора отопительно-вентиляционного оборудования служат: $Q_{у}$ = 68 кВт и $Q_{прв}$ = I2468 м^3/ч.

8.I.9. Принимаем к установке электрокалориферный агрегат СФОЦ-60,0/05-ИI и параллельно работающий вентилятор Ц470 № 6.

8.I.I0. Определяем годовой расход теплоты на создание искусственного микроклимата.

Годовой расход теплоты определяется продолжительностью ($T_{от}$) и средней температурой ($t_{н.ор.}$) отопительного периода.

Для определения продолжительности и средней температуры отопительного периода определяем граничную температуру наружного воздуха ($t_{н.гр.}$), при которой возникает необходимость в обогреве помещения.

Граничную температуру наружного воздуха определяем из выражения (I9)

$$t_{н\,гр} = t_{Вр} - \frac{Q_ж(t_{Вр}) - Q_{исп}(t_{Вр})}{0,278\,G_В + \Sigma\left(\frac{F_i}{R_i}\right)} \cdot 10^3$$

Подставив известные значения, получим:

$$t_{н.гр.} = I0 - \frac{(I62-4,3)\cdot I0^3}{0,278 \cdot I9086 + I334} = I0-23,8 = -I3,8^0C$$

По данным [I5] определяем интегральную $T_{(t_н)}$ и дифференциальную $\tau_{(t_н)}$ функции распределения времени стояния температуры наружного воздуха (например, для Московской области).

Из табл.3 [I5] $T_{(t_н)}$ для $t_{н.гр.}$ =-I3,7°С равно 495 часам в году, что является продолжительностью отопительного периода.

$\tau_{(t_н)}$ представлено в таблице:

$t_н$	-30	-29	-28	-27	-26	-25	-24	-23
$\tau(t_н)$	4	4	5	5	8	I0	I4	20
$t_н$	-22	-2I	-20	-I9	-I8	-I7	-I6	-I5	-I4
$\tau(t_н)$	22	27	42	42	38	47	56	63	77

Тогда $\Phi(t_{н\,гр})$= -I20 -II6 -I40 -I35 -208 -250 -336 -460 -484 -567 -840 -798 -684 -789 -896 -945 -I078 = -8656 °С ч.год.

Определяем среднюю температуру отопительного периода.

Среднюю температуру отопительного периода рассчитываем по выражению (20):

$$t_{н.ор.} = \frac{\Phi(t_{н\,гр})}{T(t_{н\,гр})} = \frac{8656}{495} = -I7,8^0C.$$

Годовой расход теплоты на создание искусственного микроклимата равен (21):

$$A = Q(t_{нср}) \cdot T_{от} \cdot K_в.$$

Тепловую нагрузку при средней наружной температуре $t_{н.ср.}$ определяем из выражения:

$$Q_{ср} = \left(\Sigma \frac{F_i}{R_i} + 0{,}278\, G_в\right)(t_в - t_{н\,ср}) \cdot 10^{-3} + Q_п - Q_ж$$

Подставив числовые значения, получим:

Q ор. = (I358+0,278·I9086) [I0-(-I7,2)] · $I0^{-3}$ +4,3 - I62 =

= (I334 + 5305,9) · 27,2 · $I0^{-3}$ + 4,3 - I62 = I8,6 кВт.

Годовой расход теплоты после подстановки числовых значений будет равен:

A = I8,6 · 495 = 9207 кВт.ч.

8.I.II. Определяем годовой расход энергии на привод вентиляторов.

Считаем, что установленная мощность электродвигателей на привод как приточных, так и вытяжных вентиляторов в обоих вариантах одинаковая, в связи с чем в дальнейших расчетах годовой расход энергии на привод вентиляторов не учитывается.

8.2. Молочный блок производительностью 6 т молока в сутки.

8.2.I. В молочном блоке теплота используется на отопление и периодический подогрев приточного воздуха (п.2.4).

В соответствии с проектом 80I-0I-5 в молочном блоке предусмотрена вытяжная вентиляция, осуществляемая двумя осевыми вентиляторами МЦ-4, работающими периодически.

8.2.2. Расчетную тепловую нагрузку на отопление молочного блока при периодически работающей вытяжной вентиляции рассчитываем из выражения

$$Q_{об} = \left(\Sigma \frac{F_i}{R_i} \beta_i + C G_в\right)(t_{вр} - t_{нр})\, 10^{-3}.$$

8.2.3. Площадь наружных стен с учетом площади окон составит

$$F_{ст} = F'_{ст} - F_{ок} = (24 \cdot 2{,}7) \cdot 2 - (I{,}3 \cdot I{,}0) \cdot I5 = I29{,}6 - I9{,}5 = II0{,}I\ м^2.$$

Стены молочного блока выполнены из тех же конструкций, что и стены коровников. Поэтому сопротивление теплопередаче составит

$R_{ст}$ = I,86 °С $м^2$/Вт.

8.2.4. Площадь покрытий составляет

$$F_{пок} = 12 \times 24 = 288 \text{ м}^2$$

Сопротивление теплопередаче покрытий $R_{пок.} = 2{,}5^{0}\text{С м}^2/\text{Вт}$.

8.2.5. После разделения площади пола на двухметровые зоны получим

$$F_1 = 132 \text{ м}^2; \quad F_2 = 64 \text{ м}^2; \quad F_3 = 96 \text{ м}^2.$$

Пол в молочном блоке керамзитобетонный ($\rho = 1000$ кг/м^3).

Сопротивление теплопередаче составит:

для зоны I $R_{зон} = 2{,}15 + \frac{0{,}15}{0{,}35} = 2{,}58\ ^{0}\text{С м}^2/\text{Вт}$;

для зоны II $R_{зон} = 8{,}6 + \frac{0{,}15}{0{,}35} = 4{,}73\ ^{0}\text{С м}^2/\text{Вт}$;

для зоны III $R_{зон} = 8{,}6 + \frac{0{,}15}{0{,}35} = 9{,}03\ ^{0}\text{С м}^2/\text{Вт}$.

8.2.6. Сопротивление теплопередаче двойных окон

$$R_{ок} = 0{,}345\ ^{0}\text{С м}^2/\text{Вт}.$$

8.2.7. Количество вентиляционного воздуха определим из выражения:

$$G_в = \frac{W_{см}}{d_в - d_н}.$$

Количество влаги, выделяющейся в двух моечных, равно

$$W_{см} = 2(F_{см} \cdot W^{см}_{исп})$$

$F_{см}$ – площадь смоченной поверхности принимаем как площадь моечной, равной 6 м х 3 м = 18 м^2

$W^{см}_{исп}$ – удельные влаговыделения определяем по приложению 1,

$$W^{см}_{исп} = 75 \text{ г/ч·м}^2.$$

Тогда $W_{смпов} = 2 \cdot 18 \cdot 75 = 2700$ г/ч.

Параметры наружного и внутреннего воздуха соответственно равны

$t_в = +15^{0}$С $\qquad t_н = -30^{0}$С

$\varphi_в = 85\%$ $\qquad \varphi_н = 85\%$

$d_в = 9$ г/кг $\qquad d_н = 0{,}2$ г/кг

Тогда, $G_в = \frac{2700}{9-0{,}2} = \frac{2700}{8{,}8} = 306$ кг/ч.

8.2.8. Подставим найденные числовые значения в выражение для определения мощности системы отопления, получим

$$Q_{от}=\left(\frac{110,1}{1,86}+\frac{288}{2,5}+\frac{132}{2,58}+\frac{64}{4,73}+\frac{96}{9,03}+\frac{19,5}{0,345}\right)\cdot 1,2+(0,278\cdot 306)\left[15-(-30)\right]\cdot 10^{-3}=(59,1+115,2+51,2+13,5+10,6+56,5)\ 1,2+85,1\cdot 45\cdot 10^{-3}=18,98\approx 19\ \text{кВт}.$$

8.2.9. В соответствии с пунктами 2.37-2.38 годовой расход теплоты на создание искусственного микроклимата в помещениях ферм и комплексов определяется продолжительностью и средней температурой отопительного периода для данного помещения в заданном районе строительства.

Для систем отопления помещений без значительных внутренних выделений теплоты продолжительность и средняя температура отопительного периода определяется по СНиП II-А.6-72 [15](для Московской области продолжительность отопительного периода 4920 часов, $t_{н.ср.}=-3,2^{0}C$).

8.2.10. В соответствии с исходными данными определяем тепловую нагрузку при средней наружной температуре

$$Q_{от ср}=(59,1+115,2+51,2+13,5+10,6+56,5)\cdot 1,2+85,1\cdot 15-(-3,2)\cdot 10^{-3}=8,23\ \text{кВт}.$$

8.2.11. Годовой расход энергии составит

$A=8,23\cdot 4920=40511$ кВт.ч.

8.3. Расчет расхода энергии на горячее водоснабжение

8.3.1. Предполагая, что на ферме использованы емкостные электроводонагреватели, которые будут работать в ночные часы, т.е. в ночные провалы максимума нагрузки, определим максимальную тепловую нагрузку на горячее водоснабжение.

В соответствии с п.2.34 данных рекомендаций максимальная тепловая нагрузка на горячее водоснабжение определяется из выражения:

$$Q_{гв}=\frac{1,163\cdot 10^{-3}}{T_{зар}}\left(t_г-t_х\right)\sum_{i}^{c} q_i.$$

При этом ночной провал максимума нагрузки 8 ч; $t_г=+5\ ^{0}C$.

8.3.2. В соответствии с нормами технологического проектирования ОНТП 1-77 [8] потребление горячей воды на ферме составит:

а) на поение животных –
одной коровы 65 л/сут. при $t_г$ = +I2°С
одного теленка I0 л/сут. при $t_г$ = +I6°С
б) на производственные нужды –
одной коровы I5 л/сут. при $t_г$ = +65°С
одного теленка 2 л/сут. при $t_г$ = +65°С

8.3.3. Подставив числовые значения, получим величину тепловой нагрузки на горячее водоснабжение:

– тепловая нагрузка на поение коров

$$Q_{г\,б_1} = \frac{I,I63 \cdot I0^{-3}}{8} (I2-5) \cdot 400 \cdot 65 = 26,5 \text{ кВт}$$

– тепловая нагрузка на поение телят

$$Q_{г\,б_2} = \frac{I,I63 \cdot I0^{-3}}{8} \cdot 2,5\ (I6-5) \cdot I0 \cdot I0 = 0,I6 \text{ кВт.}$$

Расход тепла на подогрев воды для поения:

$$\sum Q_{2\,б_1} = Q_{г\,б_1} + Q_{г\,б_2} = 26,5 + 0,I6 = 26,66 \text{ кВт}$$

– тепловая нагрузка на производственные нужды в коровнике

$$Q_{г\,б_2} = \frac{I,I63 \cdot I0^{-3}}{8} (65-5) \cdot 400 \cdot I5 = 52,3 \text{ кВт}$$

– тепловая нагрузка на производственные нужды в телятнике

$$Q_{2\,б_2} = \frac{I,I63 \cdot I0^{-3}}{8} \cdot 8\ (65-5) \cdot I0 \cdot 2 = 0,I74 \text{ кВт.}$$

Общая тепловая нагрузка на производственные нужды

$$Q_{г\,б_2} = 52,3 + 0,I74 = 52,5 \text{ кВт.}$$

8.3.4. Тепловая нагрузка на производственные нужды в санпропускнике

$$\sum Q_{2\,б_3} = 48 \text{ кВт}$$

8.3.5. Тепловая нагрузка на поение и производственные нужды

$$\sum Q_{2\,б} = \sum Q_{2\,б_1} + \sum Q_{2\,б_1} + \sum Q_{2\,б_3} = 26,66+52,5+48 = I27,I6 \text{ кВт.}$$

8.3.6. Годовой расход теплоты на нагрев воды (п.2.46) определяем по выражению:

$$A_{2\,б} = 365 \cdot I,I63 \cdot I0^{-3} (t_г - t_х).$$

Годовой расход теплоты на поение коров:

$$A_{г.\,б_1} = 365 \cdot I,I63 \cdot I0^{-3} (I2-5) \cdot 400 \cdot 65 = 77258 \text{ кВт.ч.}$$

Годовой расход теплоты на поение телят:

$$A_{г.\,б_2} = 365 \cdot I,I63 \cdot I0^{-3} (I6-5) \cdot I0 \cdot I0 = 466 \text{ кВт.ч.}$$

8.3.7. Годовой расход теплоты на нагрев воды для производственных нужд в коровнике:

$A_{2в_3}$ = 365·I,I63·I0^{-3} (65-5)·400·I5 = I528I2 кВт.ч.

Годовой расход на нагрев воды для производственных нужд в телятнике:

$A_{2в_4}$ = 365·I,I63·I0^{-3} (65-5)·I0·2 = 509 кВт.ч.

8.3.8. Годовой расход теплоты на нагрев воды в санпропускнике составляет I60000 кВт.ч.

8.3.9. Общий годовой расход теплоты на нагрев воды составит

$A_{2в}$ = 77258+466+I528I8+509+I60000 = 39I05I кВт.ч.

8.4. Пар на ферме не применяется, в связи с этим годовое потребление теплоты на производство пара не рассчитываем.

8.5. Расчет тепловой нагрузки и годового потребления теплоты в остальных помещениях фермы не приводится в связи с тем, что методика расчета иллюстрирована примерами расчета тепловой нагрузки и годового потребления теплоты характерных помещений и технологических процессов на ферме.

Для этих помещений и процессов результаты расчета представлены в табл.I.

Таблица I

Наименование помещений	Расчетная мощность приборов отопления, кВт		Годовой расход энергии, кВт.ч	
	на отопление	на вентиляцию	на отопление	на вентиляцию
Коровник №I на 200 коров	-	68		9207
Коровник №2 на 200 коров	-	68		9207
Молочный блок на 6 т молока в сутки	I9	-	405II	-
Родильная на 48 коров	30	46	I9I57	58233
Ветсанпропускник на 30 человек с дезинфекционным блоком для транспортных средств	33	33	75335	65808
Ветпункт (амбулатория)	I0	-	I9709	-
Здание для 3 тракторов	37	-	59880	-
Изолятор на 5 мест	28	-	I2I86	-
Итого: на отопление, на вентиляцию	I54	2I5	226778	I36455
на горячее водоснабжение	I27,I6		39I05I	
Итого на систему электротеплоснабжения	499,I6		754284	

8.6. Технико-экономическое обоснование электротеплоснабжения.

8.6.I. Расчет удельных затрат на тепловую энергию в виде горячей воды, поступающей в помещения фермы на 400 голов (базовый вариант).

Горячее водоснабжение, отопление и вентиляция фермы на 400 голов осуществляется от отдельно стоящей котельной. В котельной установлены четыре котла типа "Универсал"

Часовой расход теплоты - 0,82 Гкал

Годовой расход теплоты

на отопление - 450,5 Гкал

на вентиляцию - 359 Гкал

на горячее водоснабжение - 366,5 Гкал

Общий годовой расход теплоты II76 Гкал или I360000 кВт.ч

Стоимость котельной, работающей на буром угле (включая строительно-монтажные работы), составляет 42,7 тыс.руб. Количество обслуживающего персонала - 8 человек. Исходные данные приняты в соответствии с проектом 903-I-650.

Длина наружных тепловых сетей ~ 300 м.

Сметная стоимость наружных тепловых сетей - I5000 руб.

8.6.2. Расчет стоимости тепловой энергии по замыкающим затратам на топливо.

Удельные затраты на тепловую энергию, производимую котельной на твердом топливе и сообщаемую горячей воде, - З т.т, рассчитываем по следующей схеме:

а) определяем удельные затраты на энергоноситель на входе в котельную

$$|З_э|_{уд} = [З_{зам\,т} + (З_{отр} + З_{R\,тр}\,\ell_{тр} + З_{хр})G] \cdot 12{,}3 \cdot 10^{-3}\,\eta_{тх}^{-1}$$

принимаем:

$З_{зам.т}$ = 36 руб. (по приложению I0)

$З_{отр.}$ = 0,3 руб.

$З_{R\ тр.}$ = 0,07 руб.

$\ell_{тр.}$ = 50 км

$З_{хр}$ = I0,7 руб.

$G = 7/Q_p^н$; G = I,75.

$\eta_{тх}$ = 0,85.

$12{,}3 \cdot 10^{-3}$ – коэффициент перевода размерности руб/т.у.т. в коп/кВт.ч.

Подставив числовые значения, получим:

$$/З_э/_{уд} = 36+(0{,}3+0{,}07\cdot 50+10{,}7) \cdot 1{,}75 \cdot 12{,}3 \cdot 10^{-3} \cdot \frac{1}{0{,}85} =$$

$= 0{,}89$ коп/кВт.ч.

б) Определяем удельные затраты на потери энергии в котельной

$$З_{эп} = \left(\frac{1}{\eta_{тсу}} - 1\right)/З_э/_{уд}; \quad \eta_{тсу} = 0{,}55$$

$$З_{эп} = \left(\frac{1}{0{,}55} - 1\right) \cdot 0{,}89 = 0{,}73 \text{ коп/кВт.ч.}$$

в) Определяем удельные отчисления от капиталовложений в котельную

$$/B_к K_к/_{уд} = \frac{B_к K_к \cdot 10^2}{A}.$$

Разделяя капиложения в котельную на капиложения в строительную часть и на оборудование, получим:

$$/B_к K_к/_{уд} = \frac{B_{к\,стр} \cdot K_{к\,стр} \cdot 10^2 + B_{к\,стр} \cdot K_{обор} \cdot 10^2}{A},$$

где $B_{к\,стр} = E + A_{стр} + R_{стр}$

$B_{к\,обор} = E + A_{обор} + R_{обор}$

$E = 0{,}15$;

$A_{стр.} = 0{,}032$; $A_{обор.} = 0{,}087$;

$R_{отр.} = 0{,}0064$; $R_{обор.} = 0{,}0174$

Тогда

$B_{к\,отр.} = 0{,}15 + 0{,}032 + 0{,}0064 = 0{,}189$

$B_{к\,обор.} = 0{,}15 + 0{,}087 + 0{,}0174 = 0{,}255$

Подставив числовые значения в выражение, определяющее удельные отчисления от капиталовложений в котельную, получим:

$$/B_к K_к/_{уд} = \frac{(3416 \cdot 0{,}182 + 8540 \cdot 0{,}255) \cdot 10^2}{1360000} =$$

$$= \frac{(6456 + 2178) \cdot 10^2}{1360000} = \frac{863400}{1360000} = 0{,}63 \ \frac{\text{коп.}}{\text{кВт.ч}}.$$

г) Определяем удельные затраты на обслуживание котельной

$$/ЗП/_{уд} = \frac{ЗП_к \cdot П \quad К_з}{A}.$$

Принимаем: $ЗП_{гу}$ = 1850 руб. [25]; $n_{гпу}$=8; $К_{зтгу}$ = 0,91 [25]

Удельные затраты на обслуживание котельной составят:

$$/ЗП/_{уд} = \frac{1850 \cdot 8 \cdot 0{,}91 \cdot 10^2}{1360000} = 0{,}99 \ \frac{коп}{кВтч}.$$

д) Определяем удельные общие и прочие эксплуатационные расходы

$$/З_{пр}/_{уд} = \frac{0{,}3(1{,}2 A_{тгу} \cdot К_{тгу} + ЗП_{тгу} \cdot n_{тгу} \cdot К_{зтгу}) \cdot 10^2}{A},$$

$A_{тгу}$ = 0,119

$$/З_{пр}/_{уд} = 0{,}3 \ \frac{1{,}2(34160 \cdot 0{,}189 + 8540 \cdot 0{,}255) \cdot 10^2}{136000} + 0{,}99 = 0{,}43 \frac{коп}{кВтч}$$

Удельные затраты на 1 кВтч (п.а-д) составят:

$/З_{тс}/_{уд}$ = 0,89+0,73+0,63+0,99+0,43 = 3,67 коп.

е) Удельные затраты на потери энергии в тепловых сетях

$$/З_{тс}/_{уд} = \left(\frac{1}{\eta_{тс}} - 1\right) \sum З'_{уд} = \left(\frac{1}{0{,}85} - 1\right) \cdot 3{,}67 = 0{,}65 \ \frac{коп.}{кВтч.}$$

ж) Удельные отчисления от капиталовложений в тепловой сети

$$/В_{тс} \cdot К_{тс}/_{уд} = \frac{В_{тс} \cdot К_{тс} \cdot 10^2}{A} = 0{,}2 \ коп/кВтч$$

Удельные затраты на производство, передачу и преобразование энергии по замыкающим затратам:

$/З_т/_{уд}$ = 3,67 + 0,65 + 0,0,2 = 4,52 коп/кВтч.

8.6.3. Расчет стоимости тепловой энергии по оптовой цене на топливо.

Определяем удельные затраты на энергоноситель на входе в котельную.

При определении удельных затрат на энергоноситель на входе в котельную по оптовой цене за топливо не учитываются затраты на хранение топлива на районном складе

$$/З_э/_{уд} = [З_{опт} + (З_{отр.} + З_{к\,отр} \ell_{т})\sigma \cdot 12{,}3 \cdot 10^{-3} \eta_{тк} \quad -1$$

где $З_{опт}$ = 7,4 руб.

Тогда

$$/З_э/_{уд} = \left[7,4+(0,3+0,07\cdot 50)\cdot 1,75\right] \cdot 12,3\cdot 10^{-3} \quad \frac{1}{0,85} = 0,2 \text{ коп/кВт.ч}$$

Остальные составляющие стоимости тепловой энергии принимаются такими же, как при расчете стоимости тепловой энергии по замыкающим затратам на топливо.

Удельные затраты на потери энергии в котельной

$$\Delta З_{эн} = \left(\frac{1}{\eta_{тгу}} - 1\right) /З_э/_{уд} = 0,16 \text{ коп/кВт.ч.}$$

Удельные отчисления от капвложений в котельную

$$/В_к \; К_к/_{уд} = 0,63 \text{ коп/кВт.ч.}$$

Удельные затраты на обслуживание котельной

$$/ЗП/_{уд_{тгу}} = 0,99 \text{ коп/кВт.ч.}$$

Удельные общие и прочие эксплуатационные расходы

$$/З_{пр}/_{уд} = 0,43 \text{ коп/кВт.ч.}$$

Сумма удельных затрат по оптовой цене на топливо

$$\sum З'_{эу} = 0,2+0,16+0,63+0,99+0,43 = 2,41 \text{ коп/кВтч}$$

Удельные затраты на потери энергии в тепловых сетях

$$\left(\frac{1}{\eta_{тс}} - 1\right) \sum З'_{уд} = \left(\frac{1}{0,85} - 1\right) \cdot 2,41 = 0,43 \text{ коп/кВт.ч.}$$

Удельные отчисления от капиталовложений в тепловые сети

$$(В_{тс} \cdot К_{тс})_{уд} = 0,2 \text{ коп/кВт.ч.}$$

Удельные затраты на производство, передачу и преобразование энергии по оптовой цене на топливо составят

$$/З_т/_{уд} = 2,41 + 0,43 + 0,2 = 3,04 \text{ коп/кВт.ч.}$$

8.6.4. Затраты на электроэнергию определяются по замыкающим затратам на ее производство и распределение по внутрисистемным сетям с учетом затрат на передачу по сельским электрическим сетям.

Расчетная формула для приближенной оценки затрат на электроэнергию имеет вид

$$З_{уд} = З_{сист} + З_{рас} = З_{сист} + \frac{(0,21 + 0,23) \cdot К_{уд} \cdot 10^2}{К_{тр} \cdot Т_м \cdot К_д \cdot К_з \cdot \cos\varphi}.$$

Принимаем:

$З_{сист} = 1,6$ коп. (приложение 3) [34]

$К_{уд} = 450$ руб. (приложение 8) [34]

$K_{тр} = 0,94$

$T_{м} = 3600$

$K_{д} = I$

$K_{з} = I$

Подставив числовые значения, получим:

$$З_{уд} = I,6 + \frac{0,2I \cdot 450 \cdot I0^2}{0,94 \cdot 3600 \cdot II \cdot 0,9} = I,6 + \frac{9450}{3045,6} = I,6 + 3,I =$$

$= 4,7$ коп/кВт.ч.

8.7. Технико-экономическое обоснование применения электротеплоснабжения на ферме на 400 коров.

8.7.I. Теплоснабжение фермы осуществляется от котельной, в которой установлены 4 котла "Универсал-6"; топливо - каменный уголь.

8.7.2. При переводе фермы на децентрализованное электротеплоснабжение предусматривается подогрев приточного воздуха электрокалориферными агрегатами типа СФОЦ. Для отопления вместо батарей типа М I40А применяются электроконвекторы типа ЭОКС.

8.7.3. Получение горячей воды на различные технологические нужды в новом варианте осуществляется от соответствующих электротепловых установок типа УАП и ЭВ I50М.

Перечень электротеплового оборудования приводен в табл. 2.

8.7.4. Расчет технико-экономической эффективности перевода фермы на 400 коров на децентрализованное электротеплоснабжение(в двух вариантах) приведен в таблицах 3-4.

Первый вариант - типовая система теплоснабжения фермы заменяется на децентрализованную систему электротеплоснабжения, причем для энергоснабжения электротеплового оборудования требуется строительство дополнительной трансформаторной подстанции I0/0,4кВ. Стоимость I кВт.ч электроэнергии принимается по тарифу (т.е. I коп/кВт.ч), а стоимость энергии, получаемой от котельной в виде горячей воды, определяется по оптовой цене на твердое топливо - каменный уголь (табл.3).

Второй вариант - типовая система теплоснабжения фермы заменяется на децентрализованную систему электротеплоснабжения, при этом расчет стоимости энергии (электрической и энергии в виде горячей воды) ведется по замыкающим затратам.

Таблица 2

Электротепловое оборудование фермы на 400 коров

Наименование помещений	Наименование оборудования	Тип	Количество	Установленная мощность электрокалориферов, конвекторов, кВт		Оптовая цена, руб.	
				единицы	общая	единицы	общая
1	2	3	4	5	6	7	8
Стойловое помещение	Электрокалориферный агрегат	СФОЦ-60,0	1	67,5	67,5	320	320
Первый коровник	Дополнительный вентилятор работает параллельно с агрегатом	Ц470 № 6	1	1,5	1,5	40	40
	Станция управления		1	-	-	430	430
Второй коровник	Электрокалориферный агрегат	СФОЦ-60,0	1	67,5	67,5	320	320
	Дополнительный вентилятор работает параллельно с агрегатом	Ц470 № 6	1	1,5	1,5	40	40
	Станция управления		1	-	-	430	430
Молочный блок	Во всех помещениях молочного блока установлены электроконвекторы	ЭОКС	10	2	20	60	600
	Станция управления		1	-	-	400	400
Родильная на 48	Электрокалориферный агрегат	СФОЦ-40	1	45	45	-	-
	Станция управления		1	-	-	430	430

Продолжение табл.2

I	2	3	4	5	6	7	8
Ветеранпропускник на 30 человек	Электрокалориферный агрегат	СФОЦ-40	I	45	45	–	–
	Станция управления	–	I	–	–	430	430
	Электроконвекторы	ЭОКС	I7	2	34	–	–
	Станция управления	–	I0	–	–	40	400
Ветпункт (амбулатория)	Электроконвекторы	ЭОКС	5	2	I0	–	–
	Станция управления	–	I	–	–	40	40
Здание для трех тракторов	Электроконвекторы	ЭОКС	I9	2	38	–	–
	Станция управления	–	I	–	–	40	40
Изолятор на 5 мест	Электроконвекторы	ЭОКС	I4	2	28	–	–
	Станция управления	–	I	–	–	40	40
Оборудование для нагрева воды	Элементные электроводонагреватели с аккумулированием	УАП	9	I2	I08	300	2700
		ЭВ-I50М	I	6	6	75	75
Итого:							
на вентиляцию					228		
на отопление					I30		
на горячее водоснабжение					II4	–	6735
Всего					472		

Одним из условий перевода фермы на децентрализованное электротеплоснабжение является изменение термического сопротивления ограждающих конструкций.

Ограждающие конструкции до применения электротеплового оборудования были изготовлены из керамзитобетонных плит толщиной 300 мм, в связи с применением электротеплового оборудования ограждающие конструкции необходимо выполнять из керамзитобетонных плит толщиной 500 мм. В свою очередь это приведет к увеличению капиталовложений.

При определении дополнительных капитальных вложений в воздушные линии и трансформаторную подстанцию не учитывается мощность емкостных электроводонагревателей, как электропотребителей, не учитывающих в формировании максимума графика электрических нагрузок.

Как видно из приведенного технико-экономического расчета, перевод фермы 400 коров на децентрализованное электротеплоснабжение экономически оправдан в обоих вариантах.

Электротепловые установки, используемые при децентрализованном электротеплоснабжении, позволяют уменьшить расход тепловой энергии за счет выработки тепла непосредственно в местах ее потребления. Это уменьшает транспортные потери энергии и повышает возможности автоматизации процессов потребления тепла.

Термическое сопротивление ограждающих конструкций увеличено по сравнению с типовым решением.

Анализ предоставленного расчета показывает, что перевод фермы на децентрализованное электротеплоснабжение, с учетом изменения ограждающих конструкций, позволяет уменьшить установленную мощность системы теплоснабжения с 2,5 до 1,2 кВт на голову и соответственно расход энергии с 3417,5 кВт.ч до 1886 кВт.ч. При этом экономический эффект составляет:

- при стоимости топлива по оптовой цене и стоимости электроэнергии по тарифу - 73,0 руб.,
- при стоимости топлива и электроэнергии по замыкающим затратам - 69 руб. на одно скотоместо.

Таблица 3

№ п/п	Наименование показателей	Базисный вариант		Новый вариант	
		величина	источник	величина	источник
I	2	3	4	5	6
I	Оптовая цена отопительно-вентиляционного оборудования, включающая стоимость внутренних теплотрасс и систему горячего водоснабжения, руб.....	7300	Смета к т.п. 801-01-5	6735	Прейскурант оптовых цен № 1504 и данные разработчика
2	Капитальные затраты, руб.:				
	на отопительно-вентиляционное оборудование, включая внутренние теплотрассы и систему горячего водоснабжения.....	8760	7300 [1,2] см.выражение (28)	8082	6735 [1,2] см.выражение (28)
	на внутреннюю электрическую проводку	-	-	3348	п.5.12 рекомендаций
	на дополнительную трансформаторную подстанцию.....	-	-	2270	[34] приложение 2
	на высоковольтную линию 0,4 кВ.....	-	-	1735	[34] приложение 1
	на строительную часть.....	-	-	1440	Расчетным путем (см.исходные данные к Т.З.О.)
	Общие капитальные затраты.....	8760	п.2.1, табл.3	16875	пп.2.1-2.5, табл.3
3	Расход энергии, кВт.ч:				
	на отопление.....	524000	Т.п. 801-01-5	226778	Табл.I

Продолжение табл.3

I	2	3	4	5	6
	на подогрев приточного воздуха.....	417000		136455	Табл.I
	на подогрев воды...	426000		39105I	Табл.I
	общий расход энергии.....	I367000		754284	Табл.I
4	Эксплуатационные затраты, руб.:				
	Амортизация и текущий ремонт:				
	отопительно-вентиляционного оборудования.....	3329	См.[36]	4493	См.[36]
	подстанции и сетей	-	-	441	См.[36]
	Оплата труда	I850	п.5.I9 рекомендаций		п.5. I9 рекомендаций
	Затраты на энергию, руб.....	4I0I0	Расчетным путем	7543	Расчетным путем
	Цена энергии, руб...	0,03	п.8.4. рекомендаций	0,0I	Тариф на электроэнергию
	Всего эксплуатационных затрат, руб...	44822	См. пункты 4.I-4.3 табл. 3	I4327	См пункты 4.I-4.3 табл. 3
5	Приведенные затраты, руб.....	46I36	Расчетным путем, согласно выражению (28) рекомендаций	I6858	Расчетным путем, согласно выражению (28) рекомендаций
6	Экономический эффект на одно скотоместо, руб.	$Э = \frac{46136 - 16858}{400} = 73,1$			

Таблица 4

№ п/п	Наименование показателей	Базисный вариант		Новый вариант	
		величина	источник	величина	источник
I	2	3	4	5	6
I	Оптовая цена отопительно-вентиляционного оборудования, включая внутренние теплотрассы и систему горячего водоснабжения, руб...	7300	Т.п. 801-01-5	6735	Прейскурант оптовых цен и данные разработчика
2	Капитальные затраты:				
	на отопительно-вентиляционное оборудование, включая внутренние теплотрассы и систему горячего водоснабжения.....	8760	7300[I,2] см.выражение (29)	8082	6735[I,2] см.выражение (29)
	на строительную часть.....	-	-	I440	Расчетным путем (см. исходные данные к Т.3.0.)
	Общие капитальные затраты	8760	п.2.I табл. 3	9522	п.2.I-2.3 табл.4
3	Расход энергии, кВт.ч:				
	на отопление....	524000	Данные проекта № 819-64	226778	Табл.I
	на подогрев приточного воздуха	4I7000		I36465	Табл.I
	на подогрев воды	426000		39I05I	Табл.I.
	Общий расход энергии.....	I367000		754284	

Продолжение табл. 4

I	2	3	4	5	6
4	Эксплуатационные затраты, руб.:				
	амортизация и текущий ремонт отопительно-вентиляционного оборудования.....	3329	См. [36]	I600	См. [36]
	оплата труда	I850	П.5.I9 рекомендаций	I850	П.5.I9 рекомендаций
	расход на энергию, руб.....	6I6I5	Расчетным путем	3545I	754284
	цена энергии	0,045	п.8.4 рекомендаций	0,047	п.8.4 рекомендаций
	Всего эксплуатационных затрат.....	66794	п.4.I-4.3 табл. 4 рекомендаций	3890I	п.4.I-4.3 табл. 4 рекомендаций
5	Приведенные затраты, руб.....	68I08	Расчетным путем по выражению (28) рекомендаций	40329	Расчетным путем по выражению (28) рекомендаций
6	Экономический эффект на одно скотоместо, руб.....	$Э = \frac{68I08 - 40329}{400} = 69,4$			

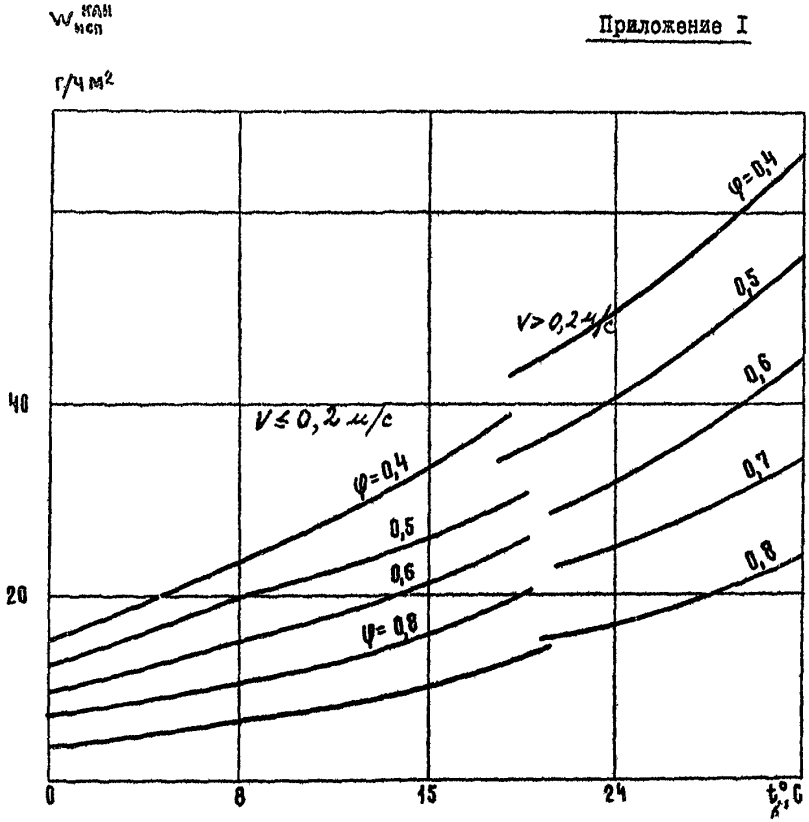

Рис.I. График зависимости удельных влаговыделений при испарении влаги с поверхности навозных каналов (содержание животных - на решетчатых полах) от температуры воздуха в помещениях при скорости движения воздуха $V \leq 0,2$ м/с, $V >$,2 м/с

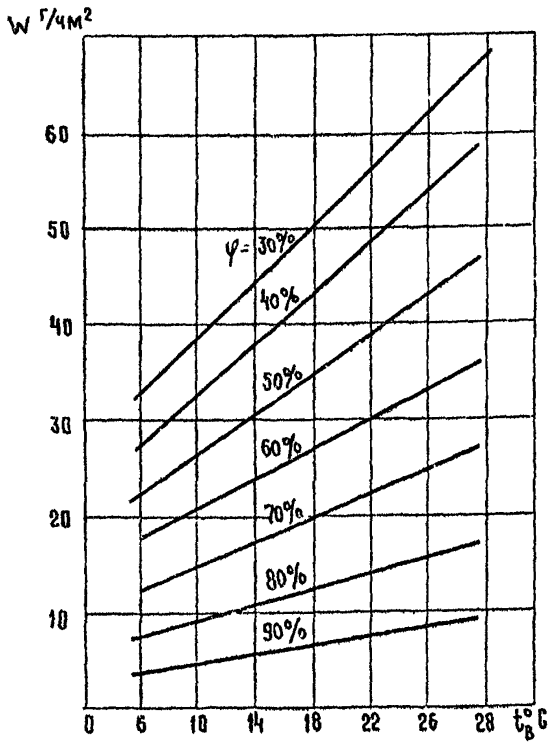

Рис.2. График зависимости удельных влаговыделений от температуры воздуха в помещениях при испарении со смоченных поверхностей пола

Техническая характеристика электрокалориферных установок сельскохозяйственного назначения

Показатели	Тип СФОЦ-Х IC,5-М1							Тип СФОО х/0,4	
	СФОЦ-5	СФОЦ-IO	СФОЦ-I6	СФОЦ--25	СФОЦ--40	СФОЦ--60	СФОц--I00	СФОО-IO	СФОО-I
I	2	3	4	5	6	7	8	9	IO
Установленная мощность, кВт	4,02	IO,0	I6,I	23,6	47,2	69,7	97,5	IO,4	I5,8
в том числе:									
нагревателей	4,8	9,6	I5,0	22,5	45,0	67,5	90,0	9,6	I5,0
электродвигателя вентилятора	0,I2	0,4	I,I	I,I	2,2	2,2	7,5	0,8	0,8
Номинальная воздухопроизводительность, $м^3/ч$	700	800	I900	2500	3500	4000	5000	7000	7000
Перепад температуры нагреваемого воздуха при номинальной воздухопроизводительности и плотности I,2 $кг/м^3$, ^oC	20	35	24	27	38	50	54	4	6

I	2	3	4	5	6	7	8	9	I0
Допустимая температура выходящего воздуха, °С	50	50	50	50	50	50	50	40	40
Свободный напор, развиваемый установкой при номинальной воздухопроизводительности, Па	II0	270	300	350	550	550	950	-	-
Воздухопроизводительность установки (подача) при свободном напоре 200 Па, м³/ч	-	-	-	3350	6I00	6I00	II500	-	-
Тип вентилятора	Ц4-70	Ц4-70	Ц4-70	Ц4-70	Ц4-70	Ц4-70	Ц4-70	300-0,6	300-0,6
Номер вентилятора	2,5	3,2	4	4	5	5	6,3	6,3	6,3
Частота вращения, об/мин.	I450	I450	I450	I450	I450	I450	I450	-	-

Приложение 3

Техническая характеристика электроконвекторов

Показатели	Тип электроконвектора	
	ЭОКС-2,0/I,5-4I	ЭОКС-6,0/I,5-ИI
Номинальная мощность, кВт	$2 \pm \frac{0,I}{0,2}$	$6 \pm \frac{0,3}{0,6}$
Максимально допустимая температура на поверхности нагревателя, °С	I50	I50
Масса, кг	I4	32[X]
Площадь активной поверхности оборудования, м²	2,I47	6,44I
Мощность электроконвектора, отнесенная к массе, кВт/кг	0,I43	0,I88
Количество теплоэлектронагревателей в нагревательном блоке, шт.	3	9
Напряжение сети, В	380	380
Номинальное напряжение на теплоэлектронагревателях, В	220	220
Частота, Гц	50	50
Число фаз	3	3

[X]Без щита управления.

Приложение 4

Техническая характеристика электродных электроводонагревателей

Показатели	Тип электродного электроводонагревателя							
	ЭПЗ 25-И2	ЭПЗ 100-И2	КЭВ 40/0,4	КЭВ 63/0,4	КЭВ 100,0,4	КЭВ 160/0,4	КЭВ 250/0,4	КЭВ 400/0,4
Мощность, кВт	25	100	40	63	100	160	250	400
Расчетное удельное сопротивление воды при 20°С, Ом.м	10-30	10-30	10-70	10-70	10-70	10-70	10-70	30-70
Температура воды на входе в водонагреватель после теплообменника, °С	70	70	70	70	70	70	70	70
Температура воды на выходе из водонагревателя, °С	95	95	95	95	95	95	95	95
Максимальное рабочее давление, МПа	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6
Диапазон регулирования мощности, %	10-100	10-100	25-100	25-100	25-100	25-100	25-100	25-100

Приложение 5

Техническая характеристика
электроводонагревателей с аккумулированием

Показатели	Тип электроводонагревателя			
	ВЭТ-400	ВЭТ-800	ВЭТ-1600	ЭВ-150-М
1	2	3	4	5
Вместимость резервуара, л	400	800	1600	150
Мощность, кВт	10,5	16,5	31,5	6
Максимальная температура воды, при которой отключаются электронагреватели, °С	85-90	85-90	85-90	36±4
Производительность при свободном графике включения в электросеть, л/ч	110	165	320	50
Время нагрева воды на 80°С от начальной температуры, ч	3,8	4,7	50	3,1

Продолжение приложения 5

Показатели	Тип электроводонагревателя		
	УАП 400 09МI	УАП 800/ 0,9МI	УАП 1600/ 0,9ИI
1	6	7	8
Вместимость резервуара, л	400	800	1600
Мощность, кВт	12	18	30
Максимальная температура воды, при которой отключаются электронагреватели, °С	90	90	90
Производительность при свободном графике включения в электросеть, л/ч	120	180	300
Время нагрева воды на 80°С от начальной температуры, ч	3,3	4,4	5,2

Приложение 6

Техническая характеристика электродных паровых котлов

Показатели	Вид котла	
	КЭПР-160/0,4	КЭПР-250/0,4
Мощность, кВт	160	250
Производительность, кг/ч	210	320
Давление пара, МПа	0,6	0,6
Удельное сопротивление воды при 20 °С, Ом.м	8-15	2

Приложение 7

Техническая характеристика электрокалориферов типа СФО

Показатели	Вид калорифера					
	СФО-25/IT	СФО-40/IT	СФО-60/IT	СФО-I00/IT	СФО-I60/IT	КФО-250/IT
Общая мощность, кВт	25	40	60	I00	I00	250
Мощность каждой секции, кВт	6,25	I0	I5	25	40	62,5
Количество работающих нагревателей в одной секции, шт	9	I2	I5	2I	27	36
Количество работающих нагревателей, шт.	36	48	60	64	II6	I44
Подача (по массе воздуха), кг/ч	2I25	3375	5I30	9000	I2000	I87I0
Максимальная допустимая температура нагревателя, °С	I50	I50	I50	I50	I50	I50
Перепад температуры воздуха, °С	42	43	42	46	47	47
Сопротивление калорифера по воздуху, Па	247	2I4	I80	206	I55	I76
Масса, кг	67	I00	I34	I97	3I2	42I

Перспективные значения замыкающих затрат на уголь и газ (в ценах 1970 г., для среднегодового расхода топлива в рублях т усл.топлива) [36]

№ п/п	Район	Уголь энергетический рядовой		Природный газ
		каменный	конско-ачинский рядовой	
I	2	3	4	5
I	Северо-западный	35-37	-	4I-43
2	Мурманская область	36-38	-	44-46
3	Коми АССР	24-26	-	32-34
4	Центральный	34-36		40-42
5	Центрально-Черноземный	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 / 23-26 x)	-	35-37
II	Кемеровская область, Алтайский край	I5-I7	8-I0	25-27
I2	Новосибирская область, Тамбовская область	I7-I9	I2-I4	25-28
I3	Омская область	20-22 / I3-I5 x)	I7-I9	27-30
I4	Красноярский край	I3-I5	6-8	27-29
I5	Иркутская область	I4-I6	9-I0	2I-24
I6	Забайкалье	I6-I8	-	-
I7	Амурская область	I8-20	-	-

I	2	3	4	5
I8	Хабаровский край	20-22	-	27-29
I9	Приморский край	I8-20	-	30-33
20	Восточная Украина, Ростовская область	3I-33	-	40-43
2I	Западная Украина, Молдавская ССР	33-35	-	43-45
22	Белорусская ССР, Литовская ССР	35-37	-	43-45
23	Латвийская ССР, Эстонская ССР	36-38	-	43-45
24	Грузинская ССР	33-35	-	43-45
25	Армянская ССР, Азербайджанская ССР	35-37	-	42-44
26	Туркменская ССР	22-24	-	38-30
27	Узбекская ССР	20-22	-	29-32
28	Киргизская ССР	23-25	-	3I-33
29	Таджикская ССР	24-26	-	30-32
30	Западный Казахстан	29-32	-	33-35
3I	Северо-Восточный Казахстан	I6-78 / I0-I2 x)	-	30-33
32	Южный Казахстан	I8-20 / I3-I5 x)	-	3I-33

x) Знаменатель - замыкающие затраты на экибастузский уголь.

Приложение 9

Затраты на производство и распределение по сельским сетям электроэнергии для усредненных условий

Район объединенной энергосистемы (ОЭС)	Общие приведенные затраты на электроэнергию для сельских потребителей, коп/кВт.ч
Центр	4,5
Средняя Волга	4,0
Юг	4,I
Северо-Запад	5,6
Урал	5,5
Северный Кавказ	6,0
Закавказье	6,5
Сибирь	3,8
Северный Казахстан	5,0
Средняя Азия	3,8
Дальний Восток	4,4

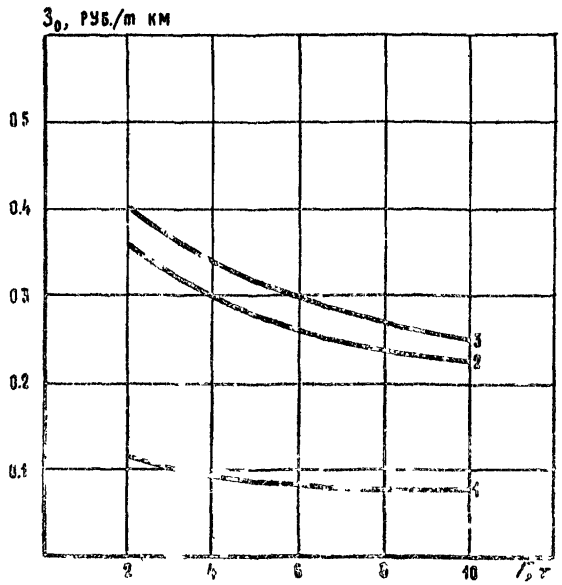

Рис. I. График зависимости постоянной составляющей приведенных затрат от грузоподъемности автотранспорта:

I - автосамосвалов;

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.

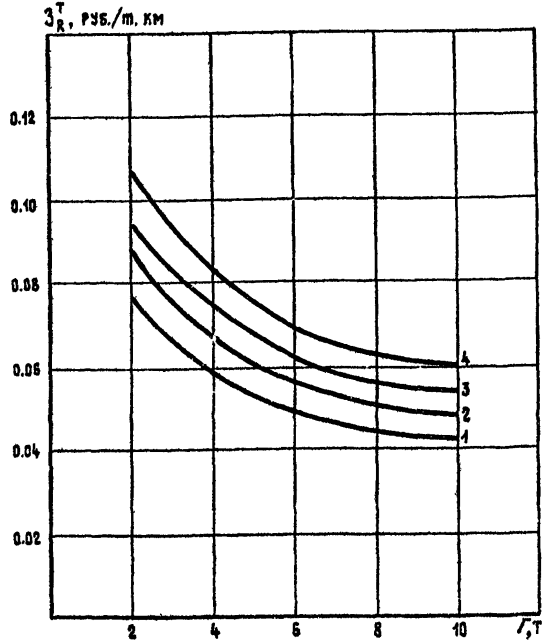

Рис. 2. График зависимости переменной составляющей приведенных затрат от грузоподъёмности автотранспорта при перевозке топлива бортовыми автомобилями:

I - по равнинной местности Европейской части страны, Урала, Западной Сибири, 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

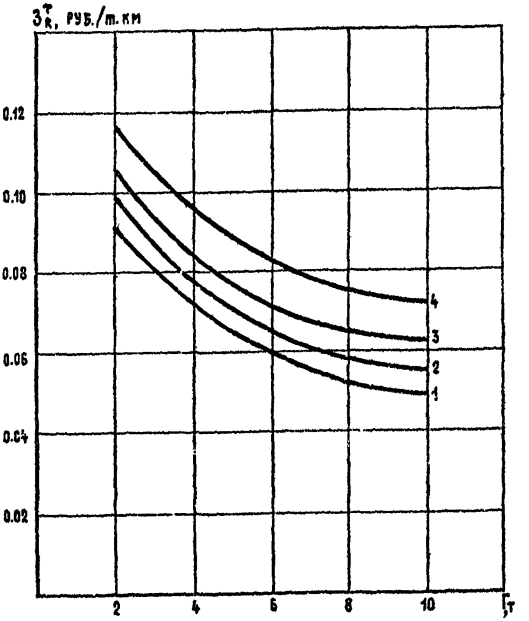

Рис.3. График зависимости переменной составляющей приведенных затрат от грузоподъемности автотранспорта при перевозке топлива самосвалами:

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

УСЛОВНЫЕ ОБОЗНАЧЕНИЯ

а) к технической части рекомендаций

α – коэффициент, принимаемый в зависимости от характера притвора

$\alpha_{вст}, \alpha_{в}$ – сопротивление теплообмену на внутренней поверхности стен и покрытий, Вт/м^2 °С.

$\alpha_{н}$ – сопротивление теплообмену на наружной поверхности ограждений, Вт/м^2 °С

β – коэффициент неравномерности потребления горячей воды в течение суток

βi – коэффициент добавочных теплопотерь на инфильтрацию

δ – толщина слоя ограждения, м

δ_i – толщина соответствующего слоя ограждения, м

$\delta_{ут}$ – толщина утепленного слоя пола, м

λ – коэффициент теплопроводности материала, Вт/м°С

λ_i – коэффициент теплопроводности соответствующего слоя ограждения, Вт/м°С

ρ – плотность воды, кг/м^3

β – коэффициент перевода натурального топлива в условное т.н.т./т.у.т.

τ_1, τ_2 – ночные и дневные разрешаемые внепиковые часы использования установки, ч

$\tau_р$ – температура точки росы, °С

$\tau(t_н)$ – дифференциальная функция распределения времени стояния температуры наружного воздуха, ч/год

$\varphi_в, \varphi_н$ – расчетная относительная влажность внутреннего и наружного воздуха, %

C – теплоемкость, кДж/кг

$d_в, d_н$ – влагосодержание внутреннего и наружного воздуха, г/кг

F – площадь поверхности, м^2

$F_{вор}$ – площадь ворот, м^2

$F_{дв}$ – площадь дверей, м^2

$F_{зонi}$ – площадь зоны пола, м^2

F_i – площадь соответствующего ограждения, м^2

$F_{кан}$ – площадь открытой поверхности навозных каналов, м^2

$F_{ок}$ – площадь окон, м^2

$F_{пок}$ – площадь покрытия, м^2

$F_{пол}$ – площадь пола, м^2

$F_{см}$ – площадь смоченных поверхностей, м^2

$F_{ст}$ – площадь стен, м^2

$G_{пр\,в}$ – количество приточного воздуха за вычетом инфильтрации, кг/ч

$G_в$ – количество приточного воздуха, кг/ч

$G_{инф}$ – количество воздуха, инфильтрующегося через неплотности ворот, кг/ч

$G_{пар}$ – расход пара, кг/ч

$G_щ$ – количество воздуха, поступающего через I м длины щели в зависимости от скорости ветра в зимний период, кг/ч

$K_в$ – коэффициент включения периодической вентиляции

K_t – коэффициент изменения тепловыделений животными в зависимости от температуры внутреннего воздуха

K'_t – коэффициент изменения влаговыделений животных в зависимости от температуры внутреннего воздуха

l – длина щелей притворов, м

n – количество животных в помещении

P – расчетная электрическая нагрузка, кВт

$P^{ак}_{эву}$ – мощность электроводогрейных установок с аккумуляторами, кВт

$P_р$ – расчетная мощность отопления, кВт

$Q_р$ – дефицит теплоты в помещении, кВт

$Q_в$ – тепловая нагрузка на подогрев приточного воздуха, кВт

$Q_{гв}$ – тепловая нагрузка на нагрев воды, кВт

$Q_{дв}$ – поток теплоты через двери, кВт

$Q^{св}_ж$ – поток свободной теплоты от животных, кВт

$Q_{исп}$ – поток теплоты на испарение влаги со смоченных поверхностей, кВт

$Q_{ок}$ – поток теплоты через окна, кВт

$Q_{огр}$ – поток теплоты через наружные ограждения здания, кВт

$Q_{от}$ – тепловая нагрузка на отопление, кВт

$Q_{отср}$ – тепловая нагрузка на отопление при среднерасчетной температуре отопительного периода, кВт

$Q_{пар}$ – тепловая нагрузка на получение пара, кВт

$Q_п$ – поток теплоты через покрытия, кВт

$Q_{пол}$ – поток теплоты через пол, кВт

$Q_{ст}$ – поток теплоты через стены, кВт

$Q_в$ – количество теплоты, требуемое на обогрев приточного воздуха, кВт

q_i – суточная норма потребления горячей воды, кг

$q_{пар i}$ – суточная норма потребления пара на i-ый процесс, кг

$q_{св}$ – поток свободной теплоты от одного животного, ккал/ч

R_i – сопротивление теплопередаче соответствующего ограждения, $^{0}C\ м^2/Вт$

$R_{ст}, R_п, R_{ок}, R_{дв}$ – сопротивление теплопередаче стен, покрытий, окон, дверей, $^{0}C\ м^2/Вт$

$R_{зон i}$ – сопротивление теплопередаче для соответствующей зоны пола, $^{0}C\ м^2/Вт$

$R_{ут}$ – сопротивление теплопередаче утепляющих слоев пола, $^{0}C\ м^2/Вт$

$R_в$ – сопротивление тепловосприятию внутренних поверхностей ограждений, $^{0}C\ м^2/Вт$

$R_н$ – сопротивление теплоотдаче наружных поверхностей ограждений, $^{0}C\ м^2/Вт$

T – время использования максимума нагрузки, ч/год

$T_{зар}$ – время использования нагрузки, разрешенное энергосистемой для зарядки емкостных электроводонагревателей, ч

$T_{пар i}$ – время использования пара, дней

$T_{от}$ – продолжительность отопительного периода, ч/год

$T_м$ – время использования максимума нагрузки в год на шинах ТРП, ч

$t_в, t_н$ – температура внутреннего и наружного воздуха, ^{0}C

$t_г$ – температура горячей воды, ^{0}C

$t'_н$ – расчетная наружная температура наиболее холодных суток, ^{0}C

$t_{н гр}$ – граничная температура наружного воздуха, при которой возникает необходимость в обогреве, ^{0}C

$t_{н ср}$ – средняя температура отопительного периода, ^{0}C

$t_{разр}$ – минимальная температура воды к концу разрядки, ^{0}C

$t_х$ – температура холодной воды, ^{0}C

$V_{ак}$ – объем теплоаккумулирующей емкости, $м^3$

$W_ж$ – общее влаговыделения животных, г/ч

$w_ж$ – влаговыделение одного животного, г/ч

$W_{исп}$ - общие влагопоступления за счет испарения, г/ч

$W_{исп}^{см}$, $W_{исп}^{кан}$ - удельные влаговыделения за счет испарения со смоченных и открытых водных поверхностей навозных каналов, г/ч.м^2

б) к экономической части рекомендаций

A - общий годовой расход теплоты на ферме или комплексе, кВт.ч

$A_м$, $A_{гв}$, $A_{пар}$ - расход теплоты на создание параметров микроклимата, получение горячей воды и пара, кВт.ч

$A_{к стр}$, $A_{к обор}$ - коэффициенты амортизационных отчислений строительной части и оборудования котельной

$A_{тгу}$ - коэффициент амортизационных отчислений на котельную

B - расход топлива за год, т усл.топлива

$B_к$ - коэффициент отчислений на капитальные вложения

$B_{к стр}$, $B_{к обор}$ - коэффициенты отчислений от капвложений на строительство и оборудование

$B_{тс}$ - коэффициент отчислений от капиталовложений на тепловые сети

C - текущие затраты (эксплуатационные затраты, себестоимость единицы тепла), руб.

E - нормативный коэффициент амортизационных отчислений

$E_н$ - нормативный коэффициент сравнительной эффективности капитальных вложений

K - капитальные вложения по каждому варианту системы теплоснабжения, руб.

$K_к$ - капитальные вложения на строительство и оборудование котельной, руб.

$K_{обор}$ - капитальные вложения на оборудование, руб.

$K_{стр}$ - капитальные вложения на строительство, руб.

$K_{тс}$ - капитальные вложения на тепловые сети, руб.

$K_{уд}$ - удельные капиталовложения на I кВа расчетной мощнос-

ти, которая распределяется по сельским линиям, руб.

$K_д$ - коэффициент динамики роста электроэнергии по годам

$K_з$ - коэффициент годовой загрузки персонала, обслуживающего котельную

$K_{тр}$ - коэффициент числа трансформаторов

$П_у$ - персонал, обслуживающий котельную, чел.

$R_{к\,стр}$, $R_{к\,обор}$ - коэффициенты отчислений на текущий ремонт, принимаемый 40% от коэффициента амортизационных отчислений

$\ell_{тр}$ - расстояние транспортировки топлива, км

$И$ - затраты на систему теплоснабжения в год, руб.

$Иа$ - амортизационные отчисления за год, руб.

$Из$ - зарплата обслуживающего персонала в год, руб.

$Инр$ - общепроизводственные годовые расходы, руб.

$Ит$ - затраты на топливо в год, руб.

$Итр$ - отчисления на текущий ремонт в год, руб.

$Иэ$ - затраты на электроэнергию в год, руб.

$Цо$ - оптовая цена оборудования, входящего в систему теплоснабжения, руб.

$Э$ - экономический эффект на одно скотоместо, руб.

$ЗП_к$ - годовой фонд заработной платы персонала, обслуживающего котельную, руб.

$З_{рас}$ - затраты на распределение электроэнергии по сельским сетям, руб/кВт.ч

$З_{замт}$ - замыкающие затраты на топливо, руб.

$З_{сист}$ - замыкающие затраты на производство электроэнергии с учетом передачи по системам и сетям, руб.

$З_{опт.т}$ - оптовая цена на I т усл.топлива, руб.

$З_{хр}$ - затраты на хранение топлива, руб.

$З_{отр}$ - постоянная составляющая удельных приведенных затрат на транспортировку топлива от центральной топливной базы до теплогенерирующей установки, руб.

$З_{R\,тр}$ - переменная составляющая удельных приведенных затрат на транспортировку топлива, руб.

$З_к^m$ - переменная составляющая затрат на перевозку топлива в зависимости от грузоподъемности автотранспорта, руб.

$З_o^i$ - постоянная составляющая затрат на перевозку топлива в зависимости от грузоподъемности автотранспорта, руб.

$З_{пр уд}$ - удельные общие и прочие эксплуатационные затраты, руб.

$З_{т уд}$ - удельные затраты на 1 кВт.ч энергии, подведенной к установкам отопления, вентиляции и горячего водоснабжения, коп.

$З_{уд т}$ - удельные затраты на производство, передачу и преобразование энергии в виде горячей воды, коп.

$З_{тс уд}$ - удельные затраты на потери энергии в тепловых сетях, коп.

$З_{хр}$ - удельные приведенные затраты на хранение топлива, коп.

$ЗП_{уд}$ - удельные затраты на обслуживание котельной, коп.

$З'_{уд}$ - общие удельные затраты на энергоноситель на выходе из котельной, коп.

$З_{э уд}$ - удельные затраты на 1 кВт.ч энергоносителя на входе в котельную, коп.

$З_{эн}$ - удельные затраты на потери энергии в котельной, коп.

$\eta_{рег}$ - коэффициент, учитывающий потери теплоты из-за недостаточной точности регулирования подачи теплоты отдельным потребителям

$\eta_{тх}$ - коэффициент, учитывающий потери топлива при транспортировке и хранении

$\eta_{тгу}$ - коэффициент полезного действия котельной

$i\eta_{тс}$ - коэффициент, учитывающий потери тепла в тепловых сетях

η_u^y - среднегодовой коэффициент полезного использования топлива

G - коэффициент перевода натурального топлива в условное

ЛИТЕРАТУРА

I. Основные направления экономического и социального развития СССР на 1981-1985 гг. и на период до 1990 г. "Правда", 1981, № 55.

2. Александров А. Перспективы энергетики. "Известия", 1981 № 43.

3. Дехнич И.Н. Потребление электрической энергии на молочных комплексах с электрифицированными тепловыми процессами. - Научно-техн.бюлл. по электрификации сельского хозяйства, вып. 2(38). М., ВИЭСХ, 1979.

4. Общесоюзные нормы технологического проектирования свиноводческих предприятий. ОНТП 2-77. М., "Колос", 1979.

5. Пирхавка П.Я., Соколовский Е.Б., Мурадова Л.И.Определение эффективности электрификации тепловых процессов.-Механизация и электрификация социалистического сельского хозяйства,1975,№ 9.

6. Канакин Н.Г. Сравнительная эффективность способов теплоснабжения сельских потребителей.-Механизация и электрификация социалистического сельского хозяйства, 1975, № 2.

7. Дехнич И.Н. Регулирование температуры и влажности в коровниках. Механизация и электрификация социалистического сельского хозяйства, 1979, № 12.

8. Общесоюзные нормы технологического проектирования предприятий крупного рогатого скота. ОНТП-1-77. М., "Колос", 1979.

9. Животноводческие, птицеводческие и звероводческие здания и сооружения. СНиП II-99-77. М., Стройиздат, 1978.

10. Отопление, вентиляция и кондиционирование воздуха. СНиП II-33-75*. М., Стройиздат, 1982.

11. Временные рекомендации по расчету, проектированию и эксплуатации систем отопления и вентиляции животноводческих помещений. М., Гипронисельхоз, 1973.

12. Рослов Ю.Н., Расстригин В.Н., Быстрицкий Д.Н. Проблемы электрификации тепловых процессов.-Механизация и электрификация социалистического сельского хозяйства. 1975, № 6.

13. Дехнич И.Н., Никитенков П.А. Электроснабжение молочного комплекса. Механизация и электрификация социалистического сельского хозяйства, 1979, № 2.

14. Строительная теплотехника. СНиП II-3-79*,Стройиздат, 1982.

I5. Строительная климатология и геофизика, СНиП II-I-82. М., Стройиздат, I982.
I6. Вспомогательные здания и помещения промышленных предприятий. СНиП П-92-76. М., Стройиздат, I977.
I7. Справочник проектировщика. Отопление, водопровод, канализация. Ч.I. Вентиляция и кондиционирование воздуха. Ч.П.М. Стройиздат, I975.
I8. Высоцкий Л.М. Электроотопители аккумулирующего типа. М., Информэлектро, I977.
I9. Методические указания по расчету электрических нагрузок в сетях 0,38-II0 кВ с/х назначения (РУМ). М., Сельэнергопроект, I98I.
20. Рекомендации по определению электрических нагрузок животноводческих комплексов. Руководящие материалы по проектированию электроснабжения сельского хозяйства, № 6.М.,Сельэнергопроект, I976.
2I. Инструкция по выбору установленной мощности однотрансформаторных подстанций 35/I0 и I0/0,4 кВ в электрических сетях сельскохозяйственного назначения. Руководящие материалы по проектированию электроснабжения сельского хозяйства, № 7. М., Сельэнергопроект, I975.
22. Инструкция по выбору установленной мощности двухтрансформаторных подстанций 35/I0 и I0/0,4 кВ в электрических сетях сельскохозяйственного назначения. Руководящие материалы по проектированию электроснабжения сельского хозяйства, № I0. М., Сельхозэлектропроект, I977.
23. Рекомендации по учету требования надежности электроснабжения потребителей при проектировании электрических сетей сельскохозяйственного назначения. Руководящие материалы по проектированию электроснабжения сельского хозяйства. № I2. М., Сельэнергопроект, I974.
24. Электроснабжение сельскохозяйственного производства. М., "Колос", I979.
25. Методика выбора энергоносителей для тепловых процессов сельскохозяйственного производства и быта сельского населения. М., Сельэнергопроект, I975.

26. Методические рекомендации по определению технико-экономических показателей использования топлива и энергии в животноводстве. М., ВИЭСХ, 1980.
27. Макиров А.А., Вигдорчик А.Г. Топливо-энергетический комплекс. М., "Наука", 1979.
28. Правила технической эксплуатации электроустановок потребителей. г.Днепропетровск, "Проминь", 1978.
29. Правила техники безопасности при эксплуатации электроустановок потребителей. Г. Днепропетровск, "Проминь", 1972.
30. Руководящие указания по обеспечению электробезопасности электроустановок в сельском хозяйстве. М., МСХ СССР, 1979.
31. Указания по электробезопасности устройств и эксплуатации электродных котлов.
М., ОРГРЭС, 1966
32. Временные правила устройства и безопасности эксплуатации электродных котлов и электрокотельных.
М., ОРГРЭС, 1970
33. Правила технической эксплуатации и безопасности обслуживания электроустановок промышленных предприятий напряжением до 1000 В.
М., "Энергия", 1969.
34. Методические рекомендации по определению приведенных затрат на электроэнергию для оценки эффективности электрификации различных процессов сельскохозяйственного производства. М., ВИЭСХ, 1977.
35. Справочное приложение к ГОСТ 23728-79-23730-79 "Техника сельскохозяйственная. Методы экономической оценки". М., ЦНИИТЭИ, 1980.
36. Нормы амортизационных отчислений по основным фондам народного хозяйства СССР.
М., "Экономика", 1974
37. ГОСТ 14209-69. Трансформаторы и автотрансформаторы силовые и масляные. Нагрузочная способность.
38. Методические рекомендации по расчету экономической эффективности применения систем микроклимата в промышленном животноводстве и птицеводстве. М., ВИЭСХ, 1979.

39. Инструкция о порядке согласования применения электрокотлов и других электронагревательных приборов. М., Минэнерго СССР, 1982.

40. Об условиях оплаты труда работников совхозов и других государственных с.х. предприятий. Постановление Госкомтруда СССР и ВЦСПС № 135/П-4 от 8 мая 1981 г. М., 1981. (НИИ труда).
Дополнения и изменения № 147 от 5 ноября 1982.

41. Руководящие указания к использованию замыкающих затрат на топливо и электроэнергию. М., "Наука", 1974.

42. Правила разработки, согласования и утверждения проектно-сметной документации на строительство предприятий, зданий и сооружений СН 202-81. М., Стройиздат, 1981г.

43. Антонов П.П. Методика расчета влажностного режима зданий животноводческих комплексов. - "Рекомендации МСХ СССР по внедрению достижений науки и передового опыта в производство", 1982, № 4 (ВНИИТЭИСХ).

44. Антонов П.П., Верцман И.И. Расчет влажностного режима животноводческих помещений. - "Механизация и электрификация сельского хозяйства", 1983, № 1.

ОГЛАВЛЕНИЕ

I. Общая часть..... 3

2. Методика расчета мощности и годового потребления энергии в технологических процессах и производственных помещениях ферм..... 4

3. Требования к проектированию электротепловых установок и систем электротеплоснабжения.....I2

4. Особенности расчета схем электроснабжения I7

5. Методика технико-экономического обоснования сравнительной эффективности систем электротеплоснабжения.....I8

6. Мероприятия по технике безопасности.....23

7. Требования к применению систем электротеплоснабжения.27

8. Пример расчета системы электротеплоснабжения.....32

Приложение.....56

Условные обозначения.....7I

Литература.....77

©Гипронисельхоз, 1983

Рекомендации подготовлены к изданию
отделом научно - технической информации

Редакторы Васильева Л.В., Егорова В.И.
Техн. редактор Краснова В.Н.

Л-77796 Подписано в печать II/X-1983г. Объем 5 уч.-изд.л.
Тираж 1000 Зак. № 413.

gost.e-ecolog.ru

Печатный цех института ЦИТЭПсельхоз
(г. Владимир, ул. Мира, 34)